

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 054**

51 Int. Cl.:

G01N 35/04	(2006.01)	G01B 11/08	(2006.01)
G01N 35/00	(2006.01)	G01B 11/10	(2006.01)
B04B 7/02	(2006.01)	G01N 21/27	(2006.01)
B01D 21/26	(2006.01)	G01N 35/10	(2006.01)
B01L 3/00	(2006.01)	B04B 9/14	(2006.01)
B04B 7/08	(2006.01)	B04B 11/04	(2006.01)
B04B 15/00	(2006.01)	B65G 47/28	(2006.01)
G01M 1/14	(2006.01)	B65D 51/24	(2006.01)
G01B 11/02	(2006.01)	G01F 23/00	(2006.01)
B25J 11/00	(2006.01)	G01L 19/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2012 PCT/US2012/063931**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13070756**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012 E 12795933 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 2776848**

54 Título: **Sistema y método para transportar recipientes de muestras**

30 Prioridad:

07.11.2011 US 201161556667 P
28.03.2012 US 201261616994 P
06.08.2012 US 201261680066 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2020

73 Titular/es:

BECKMAN COULTER, INC. (100.0%)
250 S. Kraemer Boulevard
Brea, CA 92821, US

72 Inventor/es:

JOHNS, CHARLES W.;
EBERHARDT, MICHAEL;
MUELLER, MARTIN;
WEIHS, ANDREAS;
GUNZER, GERHARD;
QUINT, JOSEPH, F.;
OTTS, STEPHEN, L.;
RIZOTTE, SAMUEL, H. y
CHEN, CHI, S.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 778 054 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para transportar recipientes de muestras

5 **Antecedentes**

10 Los sistemas de laboratorios médicos convencionales implementan una variedad de procedimientos para analizar muestras médicas. Estos sistemas se han vuelto más eficientes debido al grado creciente al que se han automatizado los procedimientos de análisis de laboratorio. Sin embargo, sigue habiendo varios componentes de sistemas de laboratorios médicos que pueden automatizarse. La automatización puede reducir de manera beneficiosa el tiempo requerido para analizar una muestra, reducir la necesidad de funcionamiento manual del sistema y reducir el espacio requerido por la maquinaria.

15 Puede ser necesario transferir muestras entre varias estaciones en un sistema de análisis de laboratorio con el fin de identificarse, prepararse para el análisis, analizarse y desecharse o almacenarse. Diversas implementaciones de estos procedimientos de laboratorio presentan desafíos para la automatización. Por ejemplo, en algunos laboratorios, se transportan muestras manualmente entre estaciones independientes mientras que otros laboratorios pueden tener un sistema de transporte para transportar muestras entre estaciones. Adicionalmente, algunos laboratorios convencionales pueden procesar sistemáticamente los mismos tipos de tubos de muestras (por ejemplo, como aquellos procedentes de un kit) mientras que otros pueden adaptarse a tubos que tienen una variedad de características físicas. Además, hay laboratorios que tienen preferencia por un fabricante particular de un analizador mientras que otros pueden usar una variedad de analizadores.

20 Por tanto, existe una necesidad de un sistema y método más eficientes para procesar muestras de pacientes que puedan adaptarse tanto a un procedimiento que usa unidades independientes como a unidades conectadas con un sistema de transporte, una variedad de tipos de tubos de muestras, y analizadores de cualquier fabricante.

25 A continuación se proporciona información de antecedentes para características específicas de un sistema de laboratorio para procesar muestras.

30 Las retaponadoras convencionales usan normalmente robots para realizar las funciones de colocación de tapones. Por ejemplo, una retaponadora para tapones a presión usa un robot para coger el tapón a presión desde un lado del robot y aplicarlo a un tubo de muestras ubicado en el otro lado del robot. En este caso, los tapones a presión se proporcionan ya separados y previamente alineados en los bastidores junto a los tubos abiertos. En otra retaponadora convencional, puede proporcionarse un tapón a presión universal en almacenamiento a granel separado y alineado para el robot de transporte mediante un transportador de tornillo en la parte inferior del recipiente a granel. Alternativamente, se usa sellado con cinta para tapar el tubo. Esta tecnología usa una cinta de laminación sensible al calor para sellar un tubo de muestras abierto. Sin embargo, las retaponadoras convencionales sólo pueden usar un tipo de tapón para volver a tapar y por tanto estas retaponadoras no pueden adaptarse a diferentes tubos que necesitan diferentes tipos de tapones.

35 La detección de tubo en bastidor convencional usa normalmente herramientas de análisis de imágenes en imágenes bidimensionales adquiridas mediante una cámara o una pluralidad de cámaras con el fin de determinar objetos en el campo de visión de las cámaras. Esta tecnología se conoce bien en diversos campos, incluyendo, por ejemplo, el análisis de muestras de patología mediante microscopios. En otros campos, esta tecnología puede usarse para identificar objetos en medios de carga o descarga móviles de un sistema, incluyendo, por ejemplo, identificar cajones de un banco de trabajo. Puede tomarse una serie de imágenes mediante cada cámara durante la apertura y el cierre del cajón y juntarse para generar una imagen general. Dentro de esta imagen general, pueden detectarse objetos individuales mediante análisis de imágenes. En el campo de sistemas de automatización de laboratorio, se conoce bien que objetos individuales, tales como un tapón o cierre de un tubo de muestras, ubicados en un bastidor de contención pueden identificarse empleando algoritmos de análisis de imágenes en vistas desde arriba de los bastidores de contención. Sin embargo, los algoritmos de análisis de imágenes se limitan normalmente a la identificación de tan sólo el objeto individual y no pueden identificar otros detalles de los objetos dentro de la imagen.

40 Los marcadores de tubos de muestras convencionales usados para identificar un tubo de muestras que requiere un análisis inmediato incluyen normalmente etiquetas autoadherentes (por ejemplo, etiquetas de color que indican urgencia), adhesivos "urgentes" o simplemente una nota escrita a mano que indica urgencia en etiquetas ya existentes. Estos marcadores de tubos de muestras urgentes son ineficientes y no están automatizados, requiriendo que un técnico de laboratorio aplique y/o escriba a mano la indicación de urgencia.

45 Los dispositivos de detección de nivel de muestra o volumen de muestra convencionales pueden detectar el nivel total de un líquido en un recipiente de muestras o bien mediante (i) un enfoque de análisis de imágenes de imágenes bidimensionales adquiridas mediante un sistema de cámara, o bien mediante (ii) una medición de absorción/transmisión de diferentes longitudes de onda en un haz de luz enfocado. Sin embargo, estos dispositivos son normalmente dispositivos independientes que se hacen funcionar manualmente mediante el sistema de laboratorio.

5 La tecnología de brazo robótico convencional para transportar objetos desde una posición hasta otra puede usar un robot en xyz que emplea una unidad de elemento de agarre para agarrar y transportar tubos de muestras o adaptadores de centrífuga. Sin embargo, la tecnología de brazo robótico actual se limita generalmente a agarrar o bien los tubos de muestras o bien el adaptador de centrífuga, pero no ambos. Adicionalmente, la tecnología actual no puede realizar ninguna función adicional además de las características de agarre.

10 Se conoce bien que un uso continuo y por tanto rentable de un sistema de transporte de objetos depende básicamente del tiempo de actividad de un sistema de este tipo. La falta de disponibilidad temporal de subconjuntos en el sistema debido a fallo, mantenimiento, servicio planificado, etc., puede provocar una parada completa de todo el sistema, y actualmente no existe ninguna manera eficiente de continuar el funcionamiento del sistema durante una falta de disponibilidad de este tipo. Por tanto, existe una necesidad de minimizar el tiempo de inactividad de un sistema de transporte de objetos durante la falta de disponibilidad temporal de uno o más subconjuntos en el sistema de automatización de laboratorio.

15 Los sistemas de transporte de disco pueden usar vehículos guiados autónomos para transportar un tubo de muestras individual entre módulos o estaciones dentro de un sistema de laboratorio. Generalmente, estos sistemas de transporte de disco pueden detectar obstáculos que pueden estar bloqueando el trayecto del disco para evitar o redirigir el trayecto del disco. Sin embargo, la detección de obstáculos usada en los sistemas convencionales es discontinua, de tal manera que se detectan obstáculos de manera periódica. Esto puede conducir a que no se detecte un obstáculo durante el periodo intermedio.

20 Adicionalmente, las intersecciones en las que los discos pueden cruzar trayectos dentro de los sistemas de transporte de disco pueden gestionarse por el propio disco emitiendo por radiodifusión su presencia. Esta radiodifusión se usa por otros discos en la intersección de modo que los otros discos se abstendrán de entrar en la intersección. Sin embargo, si un disco no logra funcionar de manera apropiada, el sistema de transporte de disco puede atascarse.

25 Además, cada estación de procesamiento puede tener una etiqueta de RFID única de modo que el disco puede determinar qué acciones realizar mientras está en esa estación de procesamiento. Sin embargo, el disco sólo puede determinar qué acciones realizar a medida que entra en la estación de procesamiento y no puede determinar esas acciones por adelantado.

30 Los sistemas de transporte de transportador convencionales pueden transportar tubos de muestras dentro de soportes de tubos individuales. Los sistemas de transporte de transportador pueden desviar los soportes de tubos de un transportador a otro (por ejemplo, del transportador principal a un transportador auxiliar). Sin embargo, los medios actualmente usados para desviar los soportes de tubos normalmente no pueden desviar de manera activa los soportes de un transportador a otro.

35 En otros sistemas de transporte de transportador, puede usarse una rueda para transferir un soporte desde una plataforma de transportador hasta una estación de procesamiento y después de vuelta al carril de transportador. Sin embargo, durante este procedimiento, la rueda puede provocar que se haga rotar el soporte de modo que el código de barras en el tubo ya no está alineado de manera apropiada.

40 Los sistemas de transportador pueden hacerse funcionar a bajas velocidades para evitar la posibilidad de que se produzcan impactos de soportes de muestras. Pueden producirse impactos entre soportes de muestras cuando un primer soporte de muestras se encuentra con un obstáculo y los soportes de muestras después del primer soporte de muestras colisionan a medida que forman una cola detrás del obstáculo. También puede producirse un impacto cuando un soporte de muestras se encuentra con un brazo de desviación en una pista. Estos impactos pueden provocar que el contenido de un tubo de muestras salpique fuera de un soporte de muestras. Los impactos también pueden afectar a la calidad de muestras haciendo que fases de fluido separadas mediante centrifugación vuelvan a mezclarse.

45 Los sistemas de elementos de toma de alícuotas convencionales normalmente manipulan tubos de muestras mediante el sistema de transporte principal de un sistema de automatización de laboratorio. Por ejemplo, un sistema de elementos de toma de alícuotas puede transferir líquido desde un tubo primario hasta uno secundario, ambos de los cuales están en el sistema de transporte principal durante el procedimiento de toma de alícuotas. En un caso de este tipo, una vez preparado el tubo de muestras secundario, un técnico de laboratorio debe transferir el tubo secundario al módulo de análisis deseado. Dado que el sistema no está totalmente automatizado, un procedimiento de este tipo es lento e ineficiente.

50 En otro ejemplo, un sistema de toma de alícuotas convencional puede realizar el procedimiento de toma de alícuotas para tubos de muestras que están alineados entre sí. Por ejemplo, uno o más tubos secundarios pueden estar directamente detrás del tubo primario en un sistema de transporte de modo que los tubos secundarios están bloqueados mediante el tubo primario. Un sistema de este tipo evita que el tubo secundario salga del sistema de toma de alícuotas hasta que se termine el procedimiento de toma de alícuotas para todos los tubos secundarios que

se necesita llenar con la muestra en el tubo primario. Los tubos secundarios no pueden moverse al siguiente módulo de análisis hasta que se haya completado toda la toma de alícuotas para esa muestra, retrasando de ese modo el procedimiento de análisis de muestras completo.

5 Las centrífugas pueden usar sensores de desequilibrio para determinar cuándo una centrífuga está experimentando desequilibrio (por ejemplo, tambaleo del rotor de centrífuga debido a pesos variables de tubos de muestras dentro de la centrífuga). Las centrífugas tienen normalmente una tolerancia para un grado de desequilibrio de volumen de muestra. Sin embargo, si se produce un desequilibrio superior a la tolerancia de desequilibrio de una centrífuga, las muestras pueden dañarse o destruirse. Puede usarse un sensor de desequilibrio para interrumpir el giro de un rotor
10 de centrífuga en el caso de que el desequilibrio de una centrífuga supere la tolerancia de desequilibrio de la centrífuga.

Los sensores de desequilibrio de centrífuga convencionales usan detección de desequilibrio basada en conmutador de contacto o detección de desequilibrio basada en conmutador óptico para determinar cuándo el desequilibrio de volumen de muestra supera la tolerancia de desequilibrio de una centrífuga. En la detección de desequilibrio basada en conmutador de contacto, se indica desequilibrio cuando un contenedor de contención de una centrífuga entra en contacto con un conmutador de contacto. Los conmutadores de contacto deben ajustarse mecánicamente para la tolerancia de una centrífuga particular y pueden dañarse mediante impacto con el contenedor de contención en el caso de desequilibrios grandes. En la detección de desequilibrio basada en conmutador óptico, un indicador unido a un contenedor de contención interrumpe un haz óptico. Los contaminantes que interrumpen el haz pueden interferir con la funcionalidad de detección de desequilibrio de conmutador óptico. Los sensores de desequilibrio basados en conmutador de contacto y conmutador óptico existentes se limitan a detectar el desplazamiento de un contenedor de contención en una dimensión.

25 Realizaciones de la invención abordan estos y otros problemas, de manera individual y colectiva.

El documento US 2009/0117620 A1 da a conocer un sistema de automatización de laboratorio que emplea al menos una de placas de micropocillos y placas profundas de múltiples pocillos como contenedores de reacción. El uso de placas de micropocillos como contenedores de reacción permite que el sistema de automatización de laboratorio adopte una variedad de disposiciones, es decir, el sistema de automatización de laboratorio puede comprender una variedad de módulos funcionales que pueden disponerse de diversas maneras.

El documento US 6 444 171 B1 da a conocer una línea de derivación dotada de zonas de espera para permitir que una pluralidad de bastidores de muestras se paren y esperen en cada unidad de análisis. En el modo habitual correspondiente a procesamiento de muestras habitual, pueden usarse todas las posiciones de parada de las zonas de espera, sin embargo, en el modo de emergencia correspondiente al procesamiento de muestras de emergencia, se prohíbe usar al menos una o más de las posiciones de parada de las zonas de espera de modo que el bastidor de muestras entrante se salte la posición de parada que se prohíbe usar.

El documento US 2010/291619 A1 da a conocer un instrumento de detección que determina si un recipiente de muestras (por ejemplo, frasco de cultivo de sangre) es positivo para la presencia de crecimiento de agentes microbianos en el mismo. Cuando se considera que el recipiente es positivo, se pone a disposición de (por ejemplo, se transfiere o se expone a) un instrumento automatizado que realiza la identificación y/o caracterización del agente microbiano. El instrumento de identificación y/o caracterización retira una porción de la muestra a partir del recipiente de muestras y la coloca en un dispositivo de separación y concentración desechable.

El documento US 2012/0129673 A1 da a conocer una línea de almacenamiento intermedio de centrífuga dotada de medios de medición de peso para pesar una muestra transportada en la línea de almacenamiento intermedio. La diferencia de peso se limita entre cubos montados en posiciones simétricas respectivas con respecto a un centro de rotación de separación centrífuga y el examen de muestras se realiza de manera continua en el orden en el que se reciben.

El documento US 5814 276 A da a conocer un sistema de procesamiento de muestras de sangre automatizado que tiene un elemento de carga de tubos de ensayo primarios en el que se colocan tubos de ensayo primarios que tienen muestras de sangre, un sistema de transportador para mover tubos de ensayo en rutas seleccionables, una centrífuga, una zona de carga de tubos de ensayo secundarios en la que se cargan tubos de ensayo secundarios vacíos para su transporte mediante el sistema de transportador, un sistema de pipeteado al interior del cual se mueven tubos de ensayo primarios y tubos de ensayo secundarios vacíos mediante el sistema de transportador, sirviendo el sistema de pipeteado para tomar alícuotas de muestras centrifugadas a partir de cada uno de los tubos de ensayo primarios al interior de un número seleccionado de tubos de ensayo secundarios, una impresora de códigos de barras para imprimir y unir una etiqueta de código de barras a cada uno de los tubos de ensayo secundarios, un sistema de taponadora al interior del cual se mueven los tubos de ensayo secundarios mediante el sistema de transportador para unir un tapón a cada uno de los tubos de ensayo secundarios y un sistema de clasificación en el que se mueven los tubos de ensayo secundarios mediante el sistema de transportador y en el que se clasifican los tubos de ensayo secundarios en ranuras independientes en una bandeja de clasificación, estando los tubos de ensayo secundarios disponibles para su retirada a partir de las ranuras de bandeja de clasificación para

su procesamiento posterior.

El documento US 2007/020764 A1 da a conocer un método para permitir automáticamente la clasificación de muestras en la estación de entrada de una celda de trabajo de laboratorio clínico y permitir que sólo las muestras que tienen requisitos de centrifugación que se satisfacen por los protocolos de funcionamiento de centrífuga actualmente establecidos se procesen mediante una centrífuga y mediante un analizador asociado con dicha celda de trabajo.

Breve resumen

Ejemplos de la tecnología se refieren a sistemas y a métodos para procesar de manera eficiente muestras de pacientes. La invención se refiere a un sistema para transportar recipientes de muestras tal como se define en la reivindicación 1, y a un método correspondiente para transportar recipientes de muestras tal como se define en la reivindicación 8. En las reivindicaciones dependientes se definen opciones ventajosas adicionales.

Una configuración dada a conocer se refiere a un sistema que puede preparar una muestra para análisis de laboratorio. El sistema incluye una unidad de salida/clasificador. La unidad de salida/clasificador puede recibir la muestra a partir de al menos una de una unidad de gestor, una unidad de centrífuga, una unidad de elemento de toma de alícuotas o un analizador que puede analizar la muestra. La unidad de gestor incluye un módulo de entrada que puede recibir la muestra y una zona de distribución que puede distribuir la muestra a un componente deseado del sistema. La unidad de centrífuga incluye una centrífuga que puede centrifugar una muestra. La unidad de elemento de toma de alícuotas puede pipetear la muestra.

Otra configuración dada a conocer se refiere a un sistema que incluye una unidad de gestor, una unidad de centrífuga y una unidad de elemento de toma de alícuotas. La unidad de gestor incluye una zona de distribución y al menos una unidad de elemento de agarre y brazo robótico. La unidad de gestor está configurada para proporcionar recipientes de muestras a, y recuperar recipientes de muestras a partir de, la zona de distribución de la unidad de gestor. La unidad de centrífuga está acoplada a la unidad de gestor. Una unidad de elemento de toma de alícuotas está acoplada a la unidad de gestor.

Una configuración adicional dada a conocer se refiere a un método. El método incluye colocar un recipiente de muestras en una zona de distribución de una unidad de gestor usando una unidad de elemento de agarre. El recipiente de muestras se recupera a partir de la zona de distribución de la unidad de gestor usando la unidad de elemento de agarre. El recipiente de muestras se transporta dentro de la unidad de gestor o a al menos una de una unidad de centrífuga y una unidad de elemento de toma de alícuotas acoplada a la unidad de gestor.

Una configuración adicional dada a conocer se refiere a una unidad de gestor. La unidad de gestor incluye una pluralidad de carriles de entrada configurados para contener una pluralidad de muestras en recipientes de muestras. Un carril de tiempo de respuesta breve (STAT) está configurado para contener muestras de STAT en recipientes de muestras. Un carril de error está configurado para contener muestras en recipientes de muestras que están asociadas con errores.

Otra configuración dada a conocer se refiere a un método. El método incluye colocar una pluralidad de recipientes de muestras en una pluralidad de carriles de entrada en una unidad de gestor. Se recupera una primera muestra en un primer recipiente de muestras a partir de la pluralidad de carriles de entrada. Se determina si la primera muestra es una muestra de STAT y se coloca la primera muestra en un carril de STAT en la unidad de gestor. Se determina un error asociado con una segunda muestra en un segundo recipiente de muestras y se coloca la muestra en un carril de error en la unidad de gestor.

Una configuración adicional dada a conocer se refiere a un sistema que tiene una pista de transporte y una unidad de salida adyacente a la pista de transporte. La unidad de salida incluye una pluralidad de cajones de salida, una zona de almacenamiento intermedio para recibir recipientes de muestras, y una unidad de elemento de agarre que está configurada para recuperar un recipiente de muestras a partir de la pista de transporte y colocar el recipiente de muestras en la zona de almacenamiento intermedio.

Una configuración adicional dada a conocer se refiere a un método. El método incluye recuperar una muestra en un recipiente de muestras a partir de un soporte en una pista de transporte. La pista de transporte está adyacente a una unidad de salida que comprende una zona de almacenamiento intermedio y una pluralidad de cajones. El recipiente de muestras se coloca en la zona de almacenamiento intermedio.

Otra configuración dada a conocer se refiere a un sistema. El sistema incluye una pista de transporte y una unidad de salida adyacente a la pista de transporte. La unidad de salida incluye una pluralidad de cajones de salida, una zona de almacenamiento intermedio para recibir recipientes de muestras y una unidad de elemento de agarre. La unidad de elemento de agarre está configurada para recuperar un recipiente de muestras a partir de la pista de transporte y para colocar el recipiente de muestras en la zona de almacenamiento intermedio.

Una configuración adicional dada a conocer se refiere a un método. El método incluye recuperar una muestra en un recipiente de muestras a partir de un soporte en una pista de transporte. La pista de transporte está adyacente a una unidad de salida. La unidad de salida incluye una zona de almacenamiento intermedio y una pluralidad de cajones. El recipiente de muestras se coloca en la zona de almacenamiento intermedio.

5 Una configuración adicional dada a conocer se refiere a un sistema. El sistema incluye un primer elemento de agarre de recipiente de muestras y un segundo elemento de agarre de recipiente de muestras. El primer elemento de agarre de recipiente de muestras está configurado para transportar un recipiente de muestras desde un cajón de un módulo de entrada hasta una zona de distribución. Un segundo elemento de agarre de recipiente de muestras está configurado para transportar un recipiente de muestras hasta un adaptador de centrífuga. El segundo elemento de agarre de recipiente de muestras está configurado además para transportar el recipiente de muestras hasta un dispositivo de transporte.

15 Otra configuración dada a conocer se refiere a un método. El método incluye transportar un recipiente de muestras desde un cajón de un módulo de entrada hasta una zona de distribución mediante un primer elemento de agarre de recipiente de muestras. Si el recipiente de muestras requiere centrifugación, un segundo elemento de agarre de recipiente de muestras transporta el recipiente de muestras hasta un adaptador de centrífuga. Una lanzadera de adaptador transporta el adaptador de centrífuga hasta una zona de centrífuga. Un elemento de agarre de adaptador de centrífuga transporta el adaptador de centrífuga al interior de una centrífuga. El elemento de agarre de adaptador de centrífuga transporta el elemento de agarre de adaptador de centrífuga desde la centrífuga hasta una lanzadera de adaptador. Un tercer elemento de agarre de recipiente de muestras transporta los recipientes de muestras desde el adaptador de centrífuga hasta una pista de transportador. Si el recipiente de muestras no requiere centrifugación, el segundo elemento de agarre de recipiente de muestras transporta el recipiente de muestras hasta un dispositivo de transportador. El recipiente de muestras se inserta en un soporte de muestras en el dispositivo de transportador mediante el segundo elemento de agarre de recipiente de muestras.

Estos y otros ejemplos de la tecnología se describen en más detalle a continuación.

Breve descripción de los dibujos

30 Puede obtenerse una comprensión adicional de la naturaleza y las ventajas de las diferentes realizaciones mediante referencia a los siguientes dibujos.

35 La figura 1 representa un diagrama de componentes asociados con fases de un sistema de automatización de laboratorio.

La figura 2(a) representa un diagrama de componentes asociados con una fase previa al análisis de un sistema de automatización de laboratorio.

40 La figura 2(b) muestra características de tubo de concepto de región según una configuración dada a conocer.

La figura 3 representa un diagrama de componentes dentro de un módulo de elemento de toma de alícuotas.

45 Las figuras 4(a)-(e) representan diagramas de configuraciones de componentes asociados con módulos de salida/clasificador.

La figura 4(f) muestra instrucciones de WML de concepto de región según una configuración dada a conocer.

50 La figura 5 representa un diagrama de una configuración de un módulo de clasificador acoplado a un dispositivo de colocación de tapones.

La figura 6 representa un diagrama de componentes dentro de una fase posterior al análisis del sistema de automatización de laboratorio.

55 La figura 7(a) representa un diagrama de componentes asociados con una unidad de gestor.

La figura 7(b) representa un diagrama de componentes asociados con otra configuración de unidad de gestor dada a conocer.

60 Las figuras 8(a)-(b) representan diagramas de componentes asociados con unidades de centrífuga.

La figura 9 representa un diagrama de componentes dentro de una fase previa al análisis del sistema de automatización de laboratorio.

65 La figura 10 representa un diagrama de componentes asociados con una unidad de gestor.

ES 2 778 054 T3

- La figura 11 representa un diagrama de componentes asociados con una unidad de centrifugación doble.
- La figura 12 representa un diagrama de componentes asociados con una unidad de elemento de toma de alícuotas doble.
- 5 Las figuras 13(a)-(b) representan un diagrama de componentes asociados con una unidad de salida/clasificador.
- Las figuras 14 (a)-(d) son partes de un diagrama de flujo que muestra un ejemplo ilustrativo del flujo de trabajo de sistema de fase previa al análisis.
- 10 La figura 15 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento ilustrativo para seleccionar una muestra apropiada.
- La figura 16 representa una secuencia de intercambio de adaptador ilustrativa para una centrífuga.
- 15 La figura 17 representa una secuencia de carga de adaptador ilustrativa para una centrífuga.
- La figura 18 representa un rotor de centrífuga.
- 20 La figura 19 representa un ejemplo de un robot cartesiano o de pórtico con tres direcciones que pueden moverse de manera independiente x, y y z.
- Las figuras 20(a)-(c) representan diagramas en vista lateral de configuraciones dadas a conocer para unidades de elemento de agarre.
- 25 La figura 21 representa un diagrama a modo de ejemplo de una unidad de cámara para la detección y el análisis de tubos de muestras.
- La figura 22 representa un ejemplo de detección de nivel de muestra usando el análisis de curvas de absorción y transmisión a longitudes de onda diferenciadas.
- 30 La figura 23 representa un diagrama de un robot de combinación.
- Las figuras 24-27 muestran diagramas de bloques de un dispositivo de análisis de imágenes ilustrativo según configuraciones dadas a conocer para el mismo.
- 35 Las figuras 28(a)-(c) representan ejemplos de unidades de cámara para la detección y el análisis de bastidores o tubos de muestras.
- 40 La figura 29 representa una imagen de solapamiento de ejemplo de una imagen original y la imagen analizada destacada de la identificación de tubos de muestras en un bastidor de muestras basándose en una imagen en vista desde arriba.
- 45 La figura 30 muestra un tubo de muestras ilustrativo.
- Las figuras 31(a)-(b) representan vistas desde arriba de un tapón a modo de ejemplo que tiene un indicador de muestra urgente.
- 50 Las figuras 32(a)-(b) representan indicadores a color a modo de ejemplo de indicadores de centrifugación.
- Las figuras 33-34 muestran un tapón con un dispositivo sensible a la presión.
- La figura 35 representa un ejemplo de un diagrama en vista desde arriba de un sistema de transporte de objetos que muestra un sistema de transporte principal y varias estaciones de procesamiento dispuestas como unidades o módulos.
- 55 La figura 36 representa un ejemplo de un diagrama en vista lateral para módulos de procesamiento unidos a, y separados de, una unidad de transporte principal.
- 60 La figura 37 representa un ejemplo de un diagrama en vista lateral de un módulo de procesamiento que tiene una unidad de transporte.
- Las figuras 38(a)-(e) representan diagramas de un tubo de muestras que está insertándose en un soporte de tubos de muestras.
- 65 La figura 39 representa un diagrama en vista desde arriba de mordazas de un soporte de tubos de muestras.

La figura 40 representa un ejemplo de una vista parcial en perspectiva de una variante de una disposición de trayecto de transferencia de un sistema de transporte de laboratorio que usa el sistema de transporte de disco.

5 La figura 41 representa un ejemplo de una vista en perspectiva lateral de un elemento de transporte de productos de laboratorio.

La figura 42 representa un ejemplo de una sección lateral de un elemento de transporte de productos de laboratorio.

10 La figura 43 representa un ejemplo de una vista en perspectiva desde abajo de un elemento de transporte de productos de laboratorio.

La figura 44 representa un ejemplo de un elemento de transporte de productos de laboratorio sin protección lateral externa.

15 La figura 45 representa un ejemplo de un recorte de un trayecto de transferencia.

La figura 46 representa diagramas de ejemplo de las funciones de desviación y fusión del sistema de transporte de transportador.

20 La figura 47 representa diagramas de ejemplo de funciones de transferencia del sistema de transporte de transportador.

25 La figura 48 representa diagramas de ejemplo de funciones de desviación y fusión acopladas del sistema de transporte de transportador.

La figura 49 representa diagramas de ejemplo de funciones de parada y funciones de ubicación del sistema de transporte de transportador.

30 La figura 50 muestra un sistema de transporte de transportador de la técnica anterior en el que están transportándose recipientes de muestras mediante soportes de muestras a lo largo de una pista de transportador.

La figura 51 muestra soportes de muestras ilustrativos de un sistema de transporte de muestras con componentes de amortiguación magnética.

35 La figura 52 es una vista desde arriba de un brazo de desviación ilustrativo con un imán de brazo de desviación.

La figura 53 es un diagrama de imanes de anillo ilustrativos.

40 La figura 54 es un diagrama de un imán de brazo de desviación ilustrativo.

La figura 55 muestra un diagrama de flujo ilustrativo de amortiguación magnética en un sistema de transporte de transportador.

45 La figura 56 muestra un diagrama de flujo para un método ilustrativo de hacer funcionar un módulo de alícuotas.

La figura 57 muestra una vista en planta desde arriba de un primer módulo de elemento de toma de alícuotas según una configuración dada a conocer. El primer módulo de elemento de toma de alícuotas comprende varios carriles en bucle.

50 La figura 58(a) muestra una vista en planta desde arriba de un segundo módulo de elemento de toma de alícuotas según una configuración dada a conocer. El segundo módulo de elemento de toma de alícuotas comprende un dispositivo de compuerta rotatorio en forma de un objeto de tipo disco.

55 La figura 58(b) muestra una vista en planta desde arriba de un cuarto módulo de elemento de toma de alícuotas según una configuración dada a conocer. El cuarto módulo de elemento de toma de alícuotas comprende un dispositivo de compuerta rotatorio en forma de una barra lineal.

60 La figura 59 muestra una vista en planta desde arriba de un tercer módulo de elemento de toma de alícuotas según una configuración dada a conocer. El tercer módulo de elemento de toma de alícuotas comprende carriles lineales y soportes que pueden moverse de manera independiente.

La figura 60 representa un diagrama de un sistema de sensor de caracterización de tubo de muestras sin contacto a modo de ejemplo.

65 La figura 61 representa un soporte de muestras ilustrativo.

Las figuras 62(a)-(c) representan vistas laterales ilustrativas de sensores de un sistema de sensor de caracterización de tubo de muestras sin contacto a modo de ejemplo.

5 La figura 63 es un diagrama de bloques ilustrativo para un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto.

La figura 64 es un diagrama de flujo para un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto.

10 La figura 65 representa un diagrama de bloques ilustrativo de un sensor de desequilibrio de centrífuga basado en acelerómetro.

La figura 66 representa un diagrama de circuito ilustrativo para un sensor de desequilibrio de centrífuga basado en acelerómetro.

15 La figura 67 muestra un diagrama de flujo para un sensor de desequilibrio de centrífuga.

La figura 68 muestra un cajón de centrífuga ilustrativo.

20 La figura 69 muestra un dispositivo de gestión de cables ilustrativo para un cajón de centrífuga, según una primera configuración dada a conocer.

Las figuras 70(a)-(b) muestran un dispositivo de gestión de cables ilustrativo para un cajón de centrífuga, según una segunda configuración dada a conocer.

25 La figura 71 muestra un enclavamiento magnético ilustrativo para un cajón de centrífuga.

Las figuras 72(a)-(c) muestran un enclavamiento mecánico ilustrativo para un cajón de centrífuga.

30 La figura 73 muestra un amortiguador de compresión ilustrativo para un cajón de centrífuga.

La figura 74 muestra una cubierta ilustrativa para un cajón de centrífuga.

35 La figura 75 muestra un flujo de trabajo ilustrativo para cargar una centrífuga en un cajón de centrífuga.

Las figuras 76(a)-(b) muestran un elemento de agarre de adaptador de centrífuga ilustrativo, según una primera configuración dada a conocer.

40 Las figuras 77(a)-(b) muestran un elemento de agarre de adaptador de centrífuga ilustrativo, según una primera configuración dada a conocer.

La figura 78 muestra una lanzadera ilustrativa usada para transportar adaptadores de centrífuga.

45 Las figuras 79(a)-(c) muestran un dispositivo de prevención de levantamiento de gancho ilustrativo.

La figura 80 muestra un dispositivo de prevención de levantamiento magnético ilustrativo.

Las figuras 81-83 muestran un aparato para tratar muestras de manera automática.

50 La figura 84 representa un diagrama de bloques de un aparato informático a modo de ejemplo.

Descripción detallada

55 Ejemplos de la presente tecnología se refieren a un método y a un sistema de laboratorio médico analítico para procesar muestras médicas. Estos ejemplos, tal como se describirá en más detalle a continuación, son ventajosos porque proporcionan, entre otras ventajas, una mayor velocidad, precisión, eficiencia y prevención de contaminación. Tal como se comentó anteriormente, muchos sistemas de laboratorio convencionales pueden tener un procedimiento que usa unidades independientes a lo largo del laboratorio, que requieren que se transporten muestras manualmente entre cada unidad independiente, mientras que otros pueden conectar algunas de las

60 unidades con un sistema de transporte para mover las muestras desde una unidad hasta otra unidad. Adicionalmente, tal como se comentó anteriormente, los tamaños de tubos de muestras y equipos de diferentes fabricantes pueden ser restricciones en sistemas de laboratorio convencionales. Tal tecnología convencional es lenta e imprecisa. Ejemplos de la presente tecnología proporcionan un sistema de laboratorio modular que puede adaptarse a diferentes unidades de laboratorio y sistemas de transporte, tamaños de tubos de muestras y fabricantes usando componentes más universales y agrupando funciones requeridas por la mayoría de los sistemas de laboratorio en cinco unidades funcionales básicas: unidades de (1) gestor, (2) centrífuga, (3), elemento de toma

65

de alícuotas, (4) salida/clasificador y (5) almacenamiento. Estas cinco unidades funcionales básicas se describirán en más detalle a continuación. En algunos casos, las unidades pueden denominarse “módulos”.

5 El sistema de laboratorio puede hacer funcionar un procedimiento controlado usando un elemento de planificación o controlador central. Al mantener las muestras bajo el control de un elemento de planificación inteligente, el sistema puede proporcionar un uso eficiente de cada instrumento. El sistema puede mantener un tiempo de respuesta mínimo sistemático y maximizar la producción de todo el sistema manteniendo el control del procedimiento y suministrando muestras a instrumentos únicamente cuando esos instrumentos están listos y disponibles.

10 En realizaciones de la invención, una muestra puede estar contenida en un recipiente de muestras y procesarse mediante un sistema de automatización de laboratorio. Un “recipiente de muestras”, también denominado “recipiente de muestra”, “tubo de muestras” y “tubo”, puede tener cualquier forma o configuración adecuada. En alguna configuración dada a conocer, el recipiente de muestras puede estar en forma de un tubo de muestras. Un recipiente de muestras a modo de ejemplo puede ser un tubo de muestras con un extremo inferior cerrado y un extremo superior abierto. Algunos tubos de muestras tienen una relación de aspecto de 3:1 o superior. Los recipientes de muestras pueden realizarse de cualquier material adecuado incluyendo plástico, vidrio, etc. Un tapón que está estructurado para cubrir y unirse al extremo abierto del cuerpo de tubo de muestras puede usarse con un tubo de muestras.

20 En configuraciones dadas a conocer, pueden insertarse uno o más recipientes de muestras en un “soporte de muestras” (también denominado “soporte” o “elemento de contención de recipiente de muestras”) para su transporte. Un soporte de muestras puede contener los uno o más recipientes de muestras en una posición erguida y proporcionar estabilidad a medida que se transporta el soporte a lo largo de un sistema de transporte. En alguna configuración dada a conocer, un soporte de muestras puede ser un disco o un receptáculo cilíndrico configurado para recibir un recipiente de muestras individual. El soporte de muestras puede tener hendiduras verticales para permitir visualizar y analizar el contenido de un recipiente de muestras. En algunos casos, el soporte de muestras puede estar en forma de un bastidor de tubos de muestras con una matriz de rebajes para recibir recipientes de muestras.

30 El sistema de laboratorio puede usar además una o más unidades de elemento de agarre robótico montadas en brazos robóticos. Cada unidad de brazo robótico puede tener un elemento de agarre robótico para agarrar tubos de muestras y puede estar equipada con uno o más medios para detectar información sobre tubos de muestras. Los términos “elemento de agarre” y “elemento de agarre robótico” se usan de manera intercambiable en el presente documento. Los medios para detectar información sobre un tubo de muestras pueden incluir un primer dispositivo de obtención de imágenes, tal como una cámara, para identificar un tubo de muestras entre una pluralidad de tubos de muestras en un bastidor. El tubo de muestras identificado se agarra mediante el elemento de agarre. Los medios para detectar información sobre tubos de muestras pueden incluir además un segundo dispositivo de obtención de imágenes para obtener una imagen del tubo de muestras agarrado. El nivel de líquido en el tubo de muestras puede determinarse a partir de la imagen obtenida mediante el segundo dispositivo de obtención de imágenes o a partir de una medida de transmisión usando unidades de emisor y receptor acopladas a la unidad de brazo robótico. En comparación con sistemas de la técnica anterior, que tienen una cámara montada en una pista y por tanto requieren que todos los tubos de muestras estén en la pista antes de poder identificar los tubos, el sistema de laboratorio descrito en el presente documento puede identificar un tubo de muestras antes de colocarse en una pista de transportador. Como resultado, las muestras que no necesitan transportarse en el transportador no se colocan en el transportador simplemente con el fin de identificación de tubos de muestras. Además, las muestras urgentes pueden tener una colocación priorizada en la pista de transportador.

50 El uso de una pluralidad de unidades de elemento de agarre robótico en el sistema de laboratorio también puede aumentar la eficiencia de procesamiento de muestras. Un primer elemento de agarre, tal como un elemento de agarre de módulo de entrada, puede identificar un tubo de muestras y realizar mediciones de datos tal como se describió anteriormente. Después de que el primer elemento de agarre suministre el tubo de muestras a una zona de distribución, un segundo elemento de agarre, tal como un elemento de agarre de zona de distribución, puede suministrar un tubo de muestras a un módulo posterior tal como un módulo de centrifuga o transportador. El uso de múltiples elementos de agarre permite un aumento de la eficiencia de procesamiento con respecto a sistemas de la técnica anterior que sólo usan un elemento de agarre individual para recibir, identificar y cargar todas las muestras en una pista de transportador.

I. Sistema global

60 A. Fases del sistema de laboratorio

La figura 1 representa una configuración de un sistema de laboratorio médico para procesar muestras de pacientes. El sistema de laboratorio incluye componentes asociados con una fase 102 de asociación, fase 104 previa al análisis, fase 106 analítica y fase 108 posterior al análisis.

65 1. Fase de asociación

La fase 102 de asociación puede ser la primera fase en el sistema de laboratorio. Durante esta fase, diversa información referente a una muestra, tal como información de paciente, pruebas solicitadas para una muestra y un identificador de laboratorio único (por ejemplo, un código de barras), puede asociarse con un recipiente de muestras. En algunas configuraciones dadas a conocer, la fase de asociación se gestiona manualmente. Por ejemplo, en algunas configuraciones dadas a conocer, un técnico de laboratorio (denominado a continuación en el presente documento "usuario") puede asignar una prioridad a las muestras. En una configuración preferida, se usa un sistema de planificación para determinar la prioridad y otra información relacionada con cómo se procesan las muestras. Las muestras pueden cargarse en bastidores o directamente en el sistema en puntos de entrada específicos. Aunque puede ser deseable agrupar muestras en unos pocos niveles de prioridad básicos (por ejemplo, prioridad alta o urgente, prioridad media, prioridad baja, etc.) para proporcionar un tiempo de respuesta más sistemático, no es necesario. El procesamiento de muestras de pacientes puede basarse en cualquier prioridad definida por el usuario. Sin embargo, si no se especifica una prioridad, puede asignarse una prioridad basándose en factores tales como minimizar el tiempo de respuesta, maximizar la producción, la disponibilidad de procedimientos, etc.

2. Fase previa al análisis

La fase 104 previa al análisis puede incluir preparar muestras de pacientes para su análisis. Durante la fase 104 previa al análisis, puede descifrarse la información de paciente y pruebas, puede planificarse el procedimiento para el análisis, pueden realizarse comprobaciones de calidad, puede separarse la muestra en sus componentes constituyentes (por ejemplo, centrifugarse), puede dividirse la muestra en múltiples recipientes de muestras (por ejemplo, tomarse alícuotas) y/o puede suministrarse la muestra a uno o más analizadores y/o bastidores. La fase 104 previa al análisis puede gestionar el flujo de muestras a diferentes instrumentos y diferentes analizadores dentro del sistema de laboratorio. Esta gestión de procedimiento puede permitir que el sistema funcione de manera eficiente y con instrumentos mínimos. Adicionalmente, la planificación que se produce durante la fase 104 previa al análisis permite un procesamiento eficiente de muestras.

Configuraciones del sistema pueden identificar las muestras de pacientes lo más rápidamente posible y determinar la mejor planificación de cada muestra para proporcionar un tiempo de respuesta mínimo sistemático y producción máxima de los procedimientos analíticos. Las etapas y la organización de esas etapas en el procedimiento se diseñan para evitar la acumulación de recipientes de muestras en la entrada del sistema o en otras estaciones del sistema. Los módulos del sistema de laboratorio pueden funcionar a una velocidad de producción que permite el procesamiento de muestras a la producción máxima de los procedimientos aguas arriba. Sin embargo, en algunas configuraciones dadas a conocer, en la unidad de elemento de toma de alícuotas, la producción puede gestionarse mediante la introducción de muestras aguas arriba y mediante colas pequeñas en cada estación de toma de alícuotas.

La figura 2(a) es una representación más detallada de los componentes asociados con la fase 104 previa al análisis. Los componentes asociados con la fase 104 previa al análisis pueden incluir módulos tales como un módulo 202 de entrada, zona 204 de distribución, centrífuga 206, destapadora 208, dispositivo 210 de medición de índices de suero, elemento 212 de toma de alícuotas y salida/clasificador 214.

(a) Módulo de entrada

El módulo 202 de entrada mostrado en la figura 2(a) es el punto en el que se introduce un recipiente de muestras en el sistema de laboratorio. Pueden cargarse bastidores de tubos y/o tubos individuales en uno de varios carriles 216, que pueden ser cajones que se hacen funcionar manualmente y/o dispositivos automatizados. En la figura 2(a), se representan cinco carriles 216. Sin embargo, el sistema de laboratorio puede tener cualquier número de carriles 216. Los carriles 216 pueden priorizarse según planificación automatizada o establecida por el usuario. En algunas configuraciones dadas a conocer, el carril de prioridad más alta (tiempo de respuesta breve o "STAT") puede tener una posición fija para aceptar un grupo de tubos individuales a partir del usuario. Una vez cargados los tubos en el carril de STAT, pasan a ser los siguientes tubos procesados. A otros carriles se les pueden asignar niveles de prioridad diferentes de cualquier manera. Por ejemplo, cuando los cajones se hacen funcionar manualmente, la asignación de una prioridad a al menos dos de los cajones y de otra prioridad a al menos otros dos cajones puede permitir que el sistema funcione de manera continua en un cajón mientras que el otro cajón de la misma prioridad está disponible para el usuario.

En algunas configuraciones dadas a conocer, mientras el módulo 202 de entrada está procesando un cajón de muestras, puede informarse al usuario de que no debe abrirse el cajón. Por ejemplo, puede usarse un indicador tal como una luz en el cajón o un bloqueo en el cajón para alertar al usuario. Esto puede ayudar a mantener la integridad de procedimiento y maximizar la producción. Cuando se completa el procesamiento del contenido del primer cajón, puede identificarse el cajón para el usuario como disponible, y el sistema puede comenzar automáticamente a procesar otro cajón. Adicionalmente, las muestras pueden transferirse hacia y desde los cajones 216 (que pueden denominarse alternativamente "carriles" en algunos casos) del módulo 202 de entrada usando un elemento 228 de agarre de módulo de entrada.

En algunas configuraciones dadas a conocer, puede usarse un concepto de "región". Una "región" puede ser la abstracción básica para el uso de cajones, elementos de contención de bastidor, bandejas y bastidores. Por ejemplo, una región puede ser un conjunto de posiciones de tubo dentro de un bastidor en una configuración dada a conocer. A una región se le pueden asignar o bien características de tubo (por ejemplo, STAT, tipo de muestra, previamente centrifugado, tipo de tapón) o una instrucción de procesamiento individual. En configuraciones dadas a conocer, puede asignarse una instrucción o característica de tubo a una o más regiones, lo cual permite un esquema de ruta más robusto.

Tal como se muestra en la figura 2(b), una región en un conjunto 240 de cajón que incluye un cajón 242 puede mapearse a un conjunto de tubos en los bastidores 246(a), 246(b), 246(c) (contenidos en un elemento 244 de contención de bastidor en el cajón 240) con características 246(a)-1, 246(b)-1, 246(b)-2, 246(c)-1 de tubo específicas. Cada región tiene un conjunto de características 246(a)-1, 246(b)-1, 246(b)-2, 246(c)-1 de tubo asociadas. En algunas configuraciones, el sistema usa estas características de tubo para calcular una ruta optimizada (comentada en más detalle a continuación). Un subsistema (por ejemplo, una centrífuga, elemento de toma de alícuotas, etc.) usa características de tubo para calcular el orden en el que se procesarán los tubos (por ejemplo, muestras de STAT antes de muestras procesadas de manera rutinaria).

(b) Módulo de zona de distribución

Haciendo de nuevo referencia a la figura 2(a), a partir de los carriles 216 dentro del módulo 202 de entrada, uno o más elementos 218 de agarre de zona de distribución pueden seleccionar el tubo de prioridad más alta y transportarlo a una matriz fija denominada zona 204 de distribución. La zona 204 de distribución puede distribuir un recipiente de muestras a una estación designada del sistema de automatización de laboratorio. A medida que el elemento 228 de agarre de módulo de entrada transfiere una muestra a la zona 204 de distribución, el elemento 228 de agarre puede recopilar información sobre la muestra. Por ejemplo, pueden medirse uno o más niveles de líquido de fluido dentro del recipiente de muestras, por ejemplo, mediante sistemas asociados con el elemento 228 de agarre. En algunas configuraciones, el tubo de muestras puede fotografiarse, por ejemplo, mediante sistemas asociados con el elemento 228 de agarre. La información recopilada de esta manera puede analizarse para determinar el fabricante, diámetro, altura, color de tapón, etc., del tubo. Pueden calcularse volúmenes de los componentes de la muestra y puede realizarse una estimación del peso de tubo total. Este peso puede usarse posteriormente para ayudar a equilibrar los adaptadores de centrífuga en el módulo 206 de centrífuga, tal como se comentará en más detalle a continuación.

Para proteger la zona 204 de distribución frente a llenarse de tubos de prioridad baja, puede establecerse un límite en el número de tubos cargados en esta zona a partir de los carriles de entrada de prioridad baja. Además, la zona 204 de distribución puede tener una zona reservada para garantizar que las muestras de STAT tienen acceso continuo a la zona 204 de distribución a partir del cajón de STAT en el módulo 202 de entrada.

La zona 204 de distribución puede ser la zona de contención que permite que el sistema acceda a información de prueba asociada con el tubo de muestras en la fase 102 de asociación y planifique el procedimiento de análisis para la muestra. Esto permite que el sistema planifique el procedimiento de un tubo de muestras con respecto a los demás tubos de muestras actualmente en el sistema. La planificación permite el procesamiento eficiente de muestras basándose en la prioridad sin sobrecargar ninguna etapa en el sistema global, permitiendo la optimización del tiempo de respuesta y la producción. Además, la planificación de la muestra puede actualizarse a lo largo del procedimiento a medida que cambia la actividad o disponibilidad del sistema, proporcionando un control activo en tiempo real de la muestra.

Una vez planificada la planificación mediante el módulo 204 de zona de distribución, entonces el elemento 218 de agarre robótico selecciona el tubo de muestras que es el siguiente tubo que va a transferirse al siguiente módulo basándose en la prioridad de los tubos dentro de la zona 204 de distribución. El tubo de muestras seleccionado se transporta desde la zona 204 de distribución hasta el sistema 220 de transporte, hasta el módulo 206 de centrífuga o hasta un cajón de salida con una zona 222 de error basándose en el análisis realizado mediante el módulo 204 de zona de distribución.

Si el tubo de muestras está moviéndose hasta el módulo 206 de centrífuga, el tubo puede colocarse en el adaptador de centrífuga apropiado basándose en la estimación de peso anterior para garantizar un equilibrio apropiado del rotor de centrífuga. El adaptador de centrífuga es el componente que soporta los tubos sobre una lanzadera desde la zona 204 de distribución hasta la centrífuga tras lo cual un elemento de agarre robótico transfiere el adaptador de centrífuga con los tubos a un cubo de la centrífuga.

Si el módulo 204 de zona de distribución determina que el tubo de muestras no requiere centrifugación, el elemento 218 de agarre de robot de zona de distribución coloca la muestra en un soporte en el sistema 220 de transporte con la etiqueta de código de barras alineada de manera apropiada con el soporte bajo la dirección del elemento de planificación para no sobrecargar procedimientos aguas abajo. A continuación se comentarán más detalles sobre el sistema 220 de transporte y los soportes. Un soporte puede referirse a cualquier dispositivo adecuado, que puede estar presente en un sistema de transporte y puede soportar o transportar uno o más recipientes o tubos de

muestras. Los soportes a modo de ejemplo pueden contener rebajes que pueden contener los recipientes o tubos. Si existe un problema con la muestra (por ejemplo, el volumen es demasiado bajo, el código de barras es ilegible, no se descarga ninguna información de prueba, etc.), el tubo de muestras se mueve a la zona 222 de error y se notifica el problema al usuario.

5

(c) Módulo de centrífuga

El tubo de muestras puede moverse desde la zona 204 de distribución de la figura 2(a) hasta el módulo 206 de centrífuga cuando el módulo 204 de zona de distribución determina que la muestra requiere centrifugación antes del análisis de la muestra. El módulo 206 de centrífuga puede incluir una o más centrífugas automatizadas (por ejemplo, la primera centrífuga 206-1 y la segunda centrífuga 206-2) y una lanzadera de adaptador para cada centrífuga (por ejemplo, la primera lanzadera 224 de adaptador y la segunda lanzadera 225 de adaptador). El módulo 206 de centrífuga puede incluir además uno o más elementos de agarre de robot (por ejemplo, el elemento 226 de agarre de robot y el elemento 227 de agarre de robot). En algunas configuraciones, un elemento 226 de agarre de robot puede ser un elemento de agarre de tubo de centrífuga (por ejemplo, un tercer elemento de agarre de recipiente de muestras) usado para retirar tubos de muestras centrifugados a partir de los adaptadores 224, 225 y transportar los tubos de muestras al sistema 220 de transporte. Un elemento 227 de agarre de robot puede ser un elemento de agarre de adaptador de centrífuga usado para intercambiar adaptadores dentro y fuera de las centrífugas 206-1, 206-2.

10

15

20

25

Cuando un tubo de muestras debe transportarse desde la zona 204 de distribución hasta el módulo 206 de centrífuga, el tubo de muestras puede cargarse mediante el elemento 218 de agarre de robot de zona de distribución al interior de un adaptador de centrífuga desde la zona 204 de distribución. Los adaptadores puede adaptarse a múltiples tamaños de tubo para centrifugación. El adaptador puede asentarse en una lanzadera 224, 225 de adaptador que se mueve entre la zona 204 de distribución y el módulo 206 de centrífuga.

30

Cuando los tubos de muestras en los adaptadores llegan al módulo 206 de centrífuga desde la zona 204 de distribución mediante las lanzaderas 224, 225 de adaptador, los adaptadores se cargan al interior de un cubo de centrífuga disponible. En una configuración preferida dada a conocer, cada centrífuga puede aceptar múltiples adaptadores, por ejemplo, cuatro adaptadores. En algunas configuraciones dadas a conocer, cada adaptador puede contener una pluralidad de tubos de muestras, tal como 14 tubos de muestras.

35

40

De los adaptadores asociados con las centrífugas 206-1, 206-2, un subconjunto de los adaptadores asociados (por ejemplo, dos adaptadores) pueden residir en cada lanzadera de adaptador. En algunas configuraciones dadas a conocer, los siguientes procedimientos pueden producirse de manera simultánea: el elemento 218 de agarre de zona de distribución carga tubos en un adaptador, el elemento 226 de agarre de tubo de centrífuga descarga tubos a partir de otro adaptador en una primera lanzadera de adaptador y mueve los tubos de muestras descargados a soportes de muestras en el sistema 220 de transporte, el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga intercambia adaptadores para una centrífuga (por ejemplo, 206-1), y otra centrífuga (por ejemplo, 206-2) centrifuga un conjunto de adaptadores. Una lanzadera de adaptador puede transferir adaptadores a una centrífuga cuando se produce uno o más de lo siguiente: está disponible una centrífuga, caduca un tiempo de llenado de adaptador (lo cual puede depender del momento de inicio planificado para una centrífuga) o los adaptadores para descargar están vacíos.

45

50

La configuración de los adaptadores permite una simplificación del suministro de recipientes de muestras a, y retirada de recipientes de muestras a partir de, los cubos de centrifugación. Una vez cargados en un cubo de centrífuga, pueden centrifugarse los adaptadores. El módulo 206 de centrífuga puede incluir una o más centrífugas que están refrigeradas para mantener la temperatura de la muestra. Las centrífugas pueden usar un rotor de cubo de centrífuga basculante que produce fases de sedimentación de nivel a partir de las cuales los analizadores y pipeteadores pueden aspirar sistemáticamente el volumen máximo de fluido.

55

60

Una vez completada la centrifugación, el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga puede retirar los adaptadores a partir del cubo de centrifugación. Entonces la lanzadera de adaptador puede moverse de vuelta a la posición de carga/descarga de tubo. Con la lanzadera de adaptador en la posición de carga/descarga, el elemento 226 de agarre de tubo de centrífuga puede retirar tubos de muestras a partir de los adaptadores y colocar los tubos en soportes en el sistema 220 de transporte para su transporte al siguiente módulo. Pueden retirarse tubos de muestras a partir de los adaptadores y colocarse en un almacenamiento temporal. Por ejemplo, cuando un módulo aguas abajo está temporalmente no operativo o de otro modo no disponible, los tubos de muestras pueden permanecer en el almacenamiento temporal. Cuando el módulo aguas abajo pasa a estar disponible, puede retirarse la muestra a partir del almacenamiento temporal y colocarse en el sistema 220 de transporte. Si el módulo aguas abajo no estará disponible durante un periodo de tiempo prolongado, puede colocarse la muestra en el sistema 220 de transporte para transportarse a la zona 222 de error.

65

El sincronismo para cargar tubos en un adaptador en el módulo 204 de distribución, enviar los tubos en el adaptador al módulo 206 de centrífuga mediante la lanzadera 224 de adaptador, cargar el adaptador en un cubo de centrífuga, centrifugar las muestras, descargar el adaptador a partir del cubo de centrífuga y descargar los tubos a partir del

adaptador puede establecerse de tal manera que el procedimiento es continuo, permitiendo la centrifugación continua de muestras a medida que llegan al módulo 206 de centrifuga a partir de la zona 204 de distribución. A medida que la centrifuga completa un ciclo de centrifugación, el último tubo en la zona 204 de distribución puede cargarse mediante el elemento 218 de agarre de zona de distribución en un adaptador, y la lanzadera 224 puede mover el adaptador a una centrifuga en el módulo 206 de centrifuga. Al mismo tiempo, una puerta automatizada en la centrifuga se abre y proporciona acceso a un cubo a medida que el rotor se indexa en su posición en el umbral de puerta.

En una configuración dada a conocer, un elemento 227 de agarre de adaptador de centrifuga en el módulo 206 de centrifuga puede retirar un adaptador vacío a partir de la lanzadera de adaptador y colocar el adaptador vacío en una plataforma del módulo 206 de centrifuga. Posteriormente, el elemento 227 de agarre de adaptador de centrifuga puede retirar un adaptador que está en un cubo de centrifuga. El elemento 227 de agarre de adaptador de centrifuga puede mover el adaptador que se retiró a partir del cubo de centrifuga hasta la zona de lanzadera de adaptador a partir de la cual se retiró el adaptador vacío. A continuación, el elemento 227 de agarre de adaptador de centrifuga selecciona un adaptador que se ha cargado recientemente con tubos a partir de la zona 204 de distribución y lo deposita en el cubo vacío. Mientras el rotor de centrifuga se indexa en el siguiente cubo, un adaptador previamente vaciado se mueve a la posición abierta en la lanzadera 224 para cargarse con tubos a partir de la zona 204 de distribución cuando la lanzadera 224 vuelve a la zona 204 de distribución.

Después de cargarse el adaptador final en la centrifuga, la puerta de centrifuga, que puede ser una puerta automatizada, puede cerrarse para permitir que comience el ciclo de centrifuga. El adaptador vacío que estaba en la plataforma de módulo de centrifuga puede colocarse en la lanzadera de adaptador. La lanzadera de adaptador puede moverse de vuelta a la zona 204 de distribución, y un elemento 226 de agarre de tubo de centrifuga comienza a descargar tubos a partir de los adaptadores retirados a partir de los cubos al interior de soportes en el sistema 220 de transporte. A medida que se mueven los tubos desde el adaptador hasta el soporte, puede realizarse la detección de nivel de líquido con el elemento 226 de agarre de tubo de centrifuga. Por ejemplo, puede realizarse una medición de nivel de líquido tal como se describe en más detalle a continuación. En algunas configuraciones dadas a conocer, se miden las alturas de las fases de sedimentación y se lee y/o se alinea el código de barras en el recipiente de muestras para el soporte. Si está presente suero o plasma insuficiente en un recipiente de muestras centrifugado, el recipiente de muestras puede enviarse a una zona de error ubicada en el módulo 214 de salida.

En una configuración alternativa dada a conocer, una lanzadera puede tener espacio adicional para uno o más adaptadores. Por ejemplo, la lanzadera puede tener un número de posiciones para adaptadores que supera en uno los números de adaptadores en un conjunto de adaptadores. El espacio adicional puede estar ubicado en el lado de carga de la lanzadera. En vez de mover un adaptador vacío a una ubicación temporal tal como una plataforma de módulo de centrifuga, tal como se describió anteriormente, el adaptador puede colocarse en el espacio adicional en la lanzadera.

Si el algoritmo de planificación predice la sobrecarga de un analizador con muestras a partir del módulo 206 de centrifuga, el elemento 226 de agarre de módulo de centrifuga puede descargar las muestras y distribuir las muestras desde los adaptadores hasta el sistema de transporte. En algunas configuraciones dadas a conocer, el tiempo de ciclo completo de las centrifugas puede ser superior o igual, por ejemplo, a 360 segundos. Con el fin de garantizar un tiempo de respuesta y producción óptimos se mantienen las centrifugas desfasadas, por ejemplo, 180 segundos para un ciclo de centrifugación de 360 segundos. En algunas configuraciones dadas a conocer, los procedimientos aguas abajo no impiden la descarga de muestras a partir de los adaptadores de centrifuga. Si todas las muestras restantes en un adaptador están destinadas a procedimiento(s) no disponible(s) y dependiendo del procedimiento no disponible, los tubos de muestras pueden o bien moverse a un almacenamiento intermedio en el instrumento de centrifuga o bien moverse a otra zona de almacenamiento intermedio en otra parte en el sistema.

El módulo 206 de centrifuga puede incluir una centrifuga automatizada controlada mediante un controlador de centrifuga. La centrifuga automatizada puede cargarse con múltiples adaptadores de centrifuga o recipientes, recibiendo cada adaptador múltiples tubos de muestras. La centrifuga incluye un motor acoplado a un árbol, un conjunto de rotor, un controlador, una tapa y, opcionalmente, un elemento de accionamiento de tapa. El controlador de centrifuga indexa o para el árbol en posiciones seleccionadas para la colocación y retirada automáticas de cualquiera de tubos, adaptadores o cubos. La tapa tiene una posición cerrada y una posición abierta, y la tapa se abre y se cierra en respuesta a instrucciones a partir del controlador de centrifuga.

Pueden usarse diversas técnicas para equilibrar la distribución de peso entre adaptadores que van a cargarse en una centrifuga. En algunas configuraciones dadas a conocer, el peso de un tubo puede determinarse basándose en información almacenada en una base de datos de pesos de tubo. El peso de material de muestra contenido en un tubo puede determinarse basándose en un nivel de líquido o niveles de líquido medidos en un tubo de muestras y una densidad conocida del líquido o los líquidos. En otra configuración dada a conocer, pueden pesarse tubos de muestras mediante el elemento 228 de agarre de módulo de entrada antes de cargarse en adaptadores de centrifuga.

En otra configuración dada a conocer, pueden determinarse pesos de muestras mediante una o más balanzas, por

ejemplo, una balanza ubicada en la zona de distribución o una balanza de una pista de transportador. La balanza puede medir el peso combinado del tubo de muestras y la muestra contenida en el tubo. Esto puede producirse a medida que los tubos de muestras se soportan mediante una pista de transportador. Para obtener un peso de la muestra, puede restarse un peso conocido del tubo de muestras a partir del peso combinado. El peso conocido puede estar almacenado en una base de datos de pesos de tubo conocidos. El peso de muestra puede determinarse usando un controlador central asociado con el sistema de laboratorio o mediante otro controlador del sistema. El controlador puede estar acoplado en comunicación a la base de datos.

Alternativamente, el módulo 206 de centrífuga puede comprender una báscula que tiene sitios para recibir y contener una pluralidad de adaptadores, y un controlador de balanza para depositar de manera selectiva tubos de muestras en cavidades de los adaptadores mientras se correlacionan cambios de peso progresivos con las ubicaciones de cada depósito para igualar el peso en pares de los adaptadores.

En algunas configuraciones dadas a conocer, antes de colocar los cubos cargados en la centrífuga, pueden equilibrarse los cubos en un sistema de balanza. El sistema de balanza, que puede ser una parte incluida del módulo 206 de centrífuga, comprende una báscula que tiene sitios para recibir y contener una pluralidad de cubos, y un controlador de balanza para depositar de manera selectiva tubos de muestras en cavidades de los cubos mientras se correlacionan cambios de peso progresivos con las ubicaciones de cada depósito para igualar el peso en pares de los cubos. El controlador de balanza puede implementarse como un programa de balanza dentro del controlador central. El programa de balanza mantiene una base de datos de pesos de recipientes de muestras. Cuando se combina el peso de un recipiente con el peso de la muestra, el programa de balanza puede determinar la cavidad de adaptador óptima en la que colocarlo manteniendo así un rotor equilibrado dentro de una tolerancia. Los pesos de muestra son el producto de estimaciones de densidad y los volúmenes de muestra calculados a partir de las mediciones de nivel de líquido y la geometría de recipiente obtenida durante la recogida inicial a partir de la entrada. En algunas configuraciones dadas a conocer, el sistema de balanza también puede incluir un suministro de cargas simuladas en cubos para limitar las variaciones de peso entre cubos. Las cargas simuladas pueden pesarse para limitar las variaciones de peso a no más de, por ejemplo, 10 gramos entre miembros de cada par de cubos.

En otras realizaciones, no se necesita usar una báscula. Por ejemplo, en algunas realizaciones, puede estimarse el peso de un recipiente de muestras y una muestra, y los adaptadores pueden cargarse automáticamente para garantizar un rotor equilibrado. En algunos casos, puede tomarse una imagen de un tubo de muestras, y puede determinarse el nivel de líquido de una muestra en el tubo de muestras. Usando información sobre el recipiente de muestras (por ejemplo, el peso del recipiente de muestras) y el nivel de líquido determinado, puede estimarse el peso del tubo de muestras con la muestra en el mismo. En tales realizaciones, ventajosamente no se necesita una báscula. Además pueden no necesitarse cargas simuladas adicionales.

El controlador de centrífuga puede funcionar para realizar varias funciones, tales como recibir y almacenar perfiles de centrifugación de centrífuga incluyendo una velocidad y duración de árbol de rotor; indexar las estaciones de muestra del rotor en una posición de acceso, hacer rotar el rotor según el perfil de ciclo, parar el rotor con una estación de muestra predeterminada en la posición de acceso, etc.

Si se usan dos o más centrífugas en el sistema previo al análisis, las centrífugas pueden sincronizarse y/o mantenerse desfasadas. Por ejemplo, el momento de inicio de un ciclo de centrifugación para la primera centrífuga 206-1 puede planificarse en un momento diferente de un ciclo de centrifugación para la segunda centrífuga 206-2. Dado que las centrífugas 206-1 y 206-2 no comienzan a centrifugar al mismo tiempo, pueden procesarse rápidamente tubos de muestras de prioridad alta. En algunas configuraciones dadas a conocer, los ciclos de centrifugación para las centrífugas se planifican de tal manera que al menos una centrífuga está disponible para procesar un tubo de muestras de prioridad alta en cualquier momento.

En una configuración a modo de ejemplo dada a conocer, las centrífugas pueden funcionar de manera sincronizada y desfasada en un horario fijo de tal manera que una centrífuga está disponible a intervalos predeterminados. Por ejemplo, un ciclo de centrífuga puede tener una duración de seis minutos, lo cual puede incluir el tiempo requerido para intercambiar adaptadores fuera y dentro de la centrífuga. En un sistema con dos centrífugas, los ciclos de centrífuga pueden estar desfasados de tal manera que una de las centrífugas está disponible cada tres minutos, (incluyendo el intercambio (por ejemplo, una de dos centrífugas está disponible cada tres minutos)).

(d) Módulo de destaponadora

El módulo 208 de destaponadora de la figura 2(a) puede destaponar el tapón a partir de los tubos de muestras en soportes en el sistema 220 de transporte antes de analizarse. El sistema de destaponadora puede sujetar con pinzas un tubo de muestras y retirar el tapón a partir de un tubo de muestras. El módulo 208 de destaponadora sigue al módulo 204 de distribución y al módulo 206 de centrífuga. Para tubos de muestras que no requieren la retirada de tapón (por ejemplo, para casos en los que las muestras pueden requerir únicamente clasificación), el soporte en el sistema 220 de transporte evitará el módulo 208 de destaponadora. Para tubos de muestras que requieren la retirada de tapón, el módulo 208 de destaponadora puede retirar el tapón a partir del tubo de muestras y depositar el tapón en un recipiente de desecho de residuos de riesgo biológico por debajo de la plataforma del módulo 208 de

destaponadora. El recipiente de desecho de residuos de riesgo biológico puede retirarse y reemplazarse para proteger al usuario frente a residuos de riesgo biológico.

(e) Módulo de índices de suero

5 El módulo 210 de índices de suero de la figura 2(a) puede medir el índice de suero de una muestra. Normalmente, esta función se realiza durante la fase 106 analítica. Sin embargo, en algunos casos, determinados laboratorios pueden preferir abordar cualquier problema de calidad antes de suministrar las muestras al analizador. Por tanto, el módulo 210 de índices de suero proporciona esta opción de control de calidad para muestras que deben someterse a prueba. Para muestras que no requieren una medición de índice de suero, la muestra puede evitar el módulo 210 de índices de suero.

15 El módulo 210 de índices de suero puede ser el siguiente módulo después del módulo 208 de destaponadora dado que una medición de índices de suero requiere normalmente el acceso a la muestra. De manera similar al módulo 208 de destaponadora, el módulo 210 de índices de suero puede tener un recipiente de desecho de residuos de riesgo biológico por debajo de la plataforma de este módulo. El recipiente puede ser retirable y reemplazable para proteger al usuario frente a residuo de riesgo biológico.

(f) Módulo de elemento de toma de alícuotas

20 El módulo 212 de elemento de toma de alícuotas de la figura 2(a) se representa en más detalle en la figura 3. El módulo 212 de elemento de toma de alícuotas divide la muestra en tubos 304 de muestras primarios en múltiples tubos 306 de muestras secundarios dependiendo de cuántos tubos se necesitan para el análisis. Este módulo puede contener uno o más pipeteadores 302 para dividir las muestras en los tubos 304 de muestras primarios para dar alícuotas de muestra para los tubos 306 de muestras secundarios.

25 Tal como se muestra, los tubos 304, 306 de muestras primarios y secundarios pueden estar en ruedas rotatorias respectivas de modo que pueden retirarse y/o introducirse en el sistema 220 de transporte. Los pipeteadores 302 pueden estar entre pares respectivos de ruedas rotatorias adyacentes que contienen los tubos 304, 306 de muestras primarios y secundarios. Tal como se muestra, la configuración de los componentes del módulo de elemento de toma de alícuotas es de tal manera que los tubos 306 de muestras secundarios que contienen alícuotas de muestra pueden salir del módulo de elemento de toma de alícuotas mediante el sistema 220 de transporte, antes de que los tubos 304 de muestras primarios salgan del módulo de elemento de toma de alícuotas.

30 El módulo 212 de elemento de toma de alícuotas facilita adicionalmente el etiquetado de los tubos 306 de muestras secundarios con una etiqueta de código de barras que especifica la información de paciente y pruebas. Las etiquetas de código de barras se unen a los tubos 306 de muestras secundarios por debajo de la plataforma del módulo 212 de elemento de toma de alícuotas en un dispositivo denominado unidad de preparación de tubos secundarios (STPU). La STPU puede producir tubos etiquetados para uno o más pipeteadores. Pueden suministrarse nuevos tubos de muestras secundarios al módulo 212 de elemento de toma de alícuotas en bastidores y cargarse en cajones por debajo del módulo 212 de elemento de toma de alícuotas. Las etiquetas se suministran en un rollo y se imprimen por debajo de la plataforma del módulo 212 de elemento de toma de alícuotas antes de la unión a los tubos.

35 Para minimizar la contaminación de muestras de pacientes, los pipeteadores 302 usan puntas 308 desechables. Estas puntas llegan en bastidores que se cargan en cajones en la plataforma. El pipeteador 302 carga una punta desechable a partir de estos bastidores, aspira 310 la muestra a partir del tubo 304 primario y dispensa 314 la muestra al interior de uno o más tubos 306 secundarios y/o una placa 312 de microtitulación. En una configuración dada a conocer, la punta puede limitarse a una cantidad particular (por ejemplo, 1 mililitro) de la muestra. En un caso de este tipo, la dispensación de volúmenes que superan esa cantidad particular puede requerir múltiples aspiraciones. Una vez terminado el pipeteado para una muestra, puede desecharse la punta en el recipiente 320 de residuos.

40 Con el fin de gestionar los tubos durante la aspiración 310 y la dispensación 314, los tubos 304 primarios y 306 secundarios se retiran a partir del carril de desplazamiento del sistema 220 de transporte y se disponen en colas en carriles complementarios. Dado que el módulo 212 de elemento de toma de alícuotas puede funcionar a una velocidad más lenta que los otros módulos, las colas minimizan el efecto de toma de alícuotas sobre el resto del sistema. Aunque el procedimiento de puesta en cola puede variar dependiendo del sistema 220 de transporte, en esta configuración dada a conocer los soportes con los tubos 304 primarios se transfieren a una rueda de cola. Se transfieren soportes vacíos para los tubos 306 secundarios a una rueda de cola independiente adyacente a los tubos 304 primarios. El tubo 306 secundario etiquetado se carga 316 en el soporte vacío desde debajo de la plataforma mediante un elemento 318 de elevación que rota para alinearse con el soporte vacío. La STPU transfiere el tubo al elemento 318 de elevación en la orientación correcta para garantizar que el código de barras está alineado de manera apropiada con el soporte. En el caso de un módulo 212 de elemento de toma de alícuotas que tiene más de un pipeteador, el elemento 318 de elevación rota en el sentido opuesto para colocar el tubo en el soporte (rueda rotatoria).

(g) Módulo de salida/clasificador

Las figuras 4(a)-(e) representan ejemplos de un módulo 214 de salida/clasificador. El módulo 214 de salida/clasificador transfiere tubos hasta y/o desde bastidores ubicados en los cajones 402 o compartimentos. Los bastidores pueden ser bastidores de analizador, bastidores de almacenamiento convencional o cualquier bastidor que cumple las normas del instituto de normas clínicas y de laboratorio (CLSI). Un elemento 404 de agarre de salida/clasificador retira los tubos a partir del soporte y los deposita en los bastidores. Si es necesario, el código de barras se alinea con el bastidor según se desee. El módulo 214 de salida/clasificador puede tener cualquier número de cajones 402 y puede tener cualquier número de elementos 404 de agarre de salida/clasificador. El número de elementos 404 de agarre de salida/clasificador puede depender de cuántos cajones 402 contiene el módulo 214 de salida/clasificador. Es decir, pueden necesitarse más elementos 404 de agarre de salida/clasificador para módulos 214 de salida/clasificador que tienen un gran número de cajones 402. La figura 4(a) representa un ejemplo de una unidad 406 de salida de elemento de agarre individual que está conectada al sistema 220 de transporte y un clasificador de elemento de agarre individual independiente con entrada y salida 408. La figura 4(b) representa un ejemplo de un clasificador de elemento de agarre doble con entrada y salida. Dependiendo de la aplicación, la unidad puede estar conectada al sistema 220 de transporte o puede funcionar como un sistema independiente.

El módulo 214 de salida/clasificador puede funcionar como un componente para gestionar la salida de la fase 104 previa al análisis y también puede funcionar como un clasificador para clasificar tubos basándose en el tipo de análisis al que tienen que someterse las muestras. La figura 4(c) representa otra configuración dada a conocer para el módulo 214 de salida/clasificador. El módulo 214 de salida/clasificador puede incluir cajones para gestionar la salida 414 de la fase 104 previa al análisis, cajones para gestionar tubos que se introducen 410 en el módulo 214 de salida/clasificador para su clasificación, y cajones para gestionar tubos que deben volver a introducirse 412 en la fase analítica para su análisis adicional.

El módulo 214 de salida/clasificador incluye zonas para cargar y/o descargar bastidores de tubos. Adicionalmente, algunos de los cajones en el módulo 214 de salida/clasificador pueden especificarse como entrada y algunos como salida. En el modo de clasificador, las unidades con un elemento 404 de agarre robótico individual seleccionan un tubo a partir de un cajón de entrada, leen el código de barras, miden la altura de los componentes de muestra constituyentes, toman una fotografía del tubo y analizan los datos para registrar su fabricante, diámetro, altura y color de tapón. Basándose en la información recibida a partir del sistema de información de laboratorio (LIS), el elemento 404 de agarre deposita el tubo en el bastidor correcto mientras alinea el código de barras según sea apropiado. Si se identifica una condición de error, se coloca el tubo en un bastidor de error.

Un módulo 214 de salida/clasificador que tiene un mayor número de cajones 402 y más de un elemento 404 de agarre robótico de salida/clasificador puede alcanzar una producción superior. Un primer elemento 404 de agarre de salida/clasificador puede realizar las mismas funciones tal como se describió anteriormente; sin embargo, dado que el destino es normalmente un punto individual en el sistema 220 de transporte, puede no tener que esperar información a partir del LIS. A medida que se transporta el tubo hasta el punto de extracción para un segundo elemento de agarre de salida/clasificador, el LIS tiene tiempo para responder con la información apropiada. El segundo elemento de agarre de salida/clasificador puede retirar el tubo a partir del soporte y depositar y alinear el tubo en el bastidor apropiado. Dado que estas unidades pueden funcionar o bien como entrada 410 o bien como salida 414, pueden ensamblarse junto con el sistema 220 de transporte para crear zonas de entrada y/o salida incluso mayores. La figura 4(d) representa un ejemplo de esta configuración dada a conocer para un módulo 214 de salida/clasificador. Se combinan unidades con el sistema 220 de transporte para permitir la creación de un clasificador que tiene una entrada 410 con cinco cajones y una salida 414 con diez cajones.

3. Fase analítica

Haciendo de nuevo referencia a las figuras 1 y 2(a), la fase 106 analítica incluye realizar las mediciones reales necesarias para procesar una muestra y producir resultados. Esta fase está normalmente compuesta predominantemente por uno o más instrumentos de análisis o analizadores. Los instrumentos de análisis o analizadores pueden ser cualquier instrumento de análisis o analizador conocido en la técnica. Normalmente un analizador puede comprender un mecanismo para realizar de manera selectiva uno o más tipos de análisis en una muestra. El controlador del analizador está en comunicación con el controlador central, de modo que el controlador central puede dar instrucciones al controlador de analizador sobre qué análisis realizar para la muestra. El controlador de cada analizador también puede comunicar resultados de análisis a la memoria del controlador central.

Para un sistema de laboratorio que tiene los componentes asociados con las fases 104 previa al análisis, 106 analítica y 108 posterior al análisis conectados entre sí mediante un sistema 220 de transporte, las muestras pueden moverse más allá del módulo 214 de salida/clasificador y a analizadores. Cuando el soporte alcanza el analizador de destino para esa muestra particular, el soporte sale del carril de desplazamiento principal y forma una cola aguas arriba del punto de acceso del analizador al sistema 220 de transporte. La longitud de cola es mínima debido a la planificación realizada por el elemento de planificación mientras el tubo todavía estaba en la zona 204 de distribución y debido a la liberación controlada de tubos mediante los módulos 204 de distribución y 206 de

centrífuga.

Si algunos de los analizadores están conectados mediante el sistema 220 de transporte y algunos no lo están, las muestras destinadas a los analizadores no conectados saldrán del sistema en el módulo 214 de salida/clasificador. Sin embargo, estas muestras pueden necesitar volver a entrar en el sistema conectado para un procesamiento adicional. La función de nueva entrada del módulo 214 de salida/clasificador realiza esta función introduciendo 410 los tubos que deben volver a entrar en el sistema para su análisis. Por tanto, dado que el módulo 214 de salida/clasificador puede funcionar como entrada 410, no se necesita otro módulo, aumentando la eficiencia del sistema. La ubicación de esta función puede variar por la disposición de laboratorio del usuario. En una configuración dada a conocer, la ubicación de esta función puede estar adyacente a, y aguas debajo de, la salida/clasificador 214 en la fase 104 previa al análisis. En una configuración dada a conocer, se usan dos armazones independientes para realizar estas funciones, tal como el ejemplo representado en la figura 4(d). En otra configuración dada a conocer, las funciones pueden combinarse en un armazón individual de un módulo 214 de salida/clasificador, tal como se muestra en la figura 4(e). Sin embargo, puede usarse cualquier combinación de las configuraciones mostradas en las figuras 4(a)-4(e).

La producción de la salida 414 y la entrada o nueva entrada 410 puede adaptarse a medida para coincidir con las necesidades del usuario. Por ejemplo, un usuario con pocas muestras destinadas a un analizador no conectado puede necesitar únicamente un módulo 214 de salida/clasificador que tiene un elemento 404 de agarre de salida/clasificador individual. Por otro lado, un usuario sin analizadores conectados y alta producción puede preferir una zona de salida grande y un clasificador independiente.

En algunas configuraciones dadas a conocer, pueden asignarse regiones a tubos en un bastidor o cajón. Tal como se muestra en la figura 4(f), una región 446(a)-1, 446(b)-1, 446(b)-2, 446(c)-1, 456(a)-1, 456(b)-1, 456(c)-1, 456(c)-2 en un cajón 402, 452 puede mapearse a un conjunto de instrucciones proporcionadas por un controlador central. Un ejemplo de una instrucción puede ser almacenar las muestras en un bastidor particular (por ejemplo, el bastidor 3) en una unidad de almacenamiento tal como un congelador. Los bastidores 406(a), 406(b), 406(c), 456(a), 456(b), 456(c) pueden estar en elementos 444, 454 de contención de bastidor en los cajones 402, 452. Cada región 446(a)-1, 446(b)-1, 446(b)-2, 446(c)-1, 456(a)-1, 456(b)-1, 456(c)-1, 456(c)-2 que contiene tubos de muestras puede estar asociada con una (o más) instrucción/instrucciones. Cualquier subsistema adecuado puede conocer este mapeo. Un robot de subsistema (no mostrado) puede transportar un tubo hasta un destino que coincide con la instrucción recibida.

4. Fase posterior al análisis

La fase final del procedimiento de laboratorio es la fase 108 posterior al análisis. En esta fase, se prepara la muestra para su almacenamiento y se almacena. Una vez que la muestra ha completado las pruebas y análisis requeridos, se tapa la muestra y se coloca en el almacenamiento. Esto puede ser un almacenamiento o bien ambiental o bien refrigerado dependiendo de la muestra y del procedimiento de laboratorio. Además, los usuarios con sistemas que tienen analizadores conectados pueden desear un almacenamiento frío conectado para algunas muestras y un almacenamiento ambiental fuera de línea para otras. Sin embargo, los usuarios con analizadores no conectados almacenarán probablemente todas sus muestras fuera de línea.

El usuario con analizadores no conectados puede usar un clasificador en combinación con un dispositivo de colocación de tapones para preparar sus muestras para el almacenamiento. La figura 5 representa un ejemplo de un módulo 500 de clasificador acoplado a un dispositivo 502 de colocación de tapones. El módulo 500 de clasificador puede ser similar a los módulos 214 de salida/clasificador representados en las figuras 4(a)-(e). Cuando un tubo completa una prueba, el usuario carga la muestra en el lado 508 de entrada o nueva entrada del clasificador y recupera la muestra en el lado 510 de salida. Las muestras se transfieren mediante el sistema 220 de transporte usando elementos 504 de agarre robóticos en el lado 508 de nueva entrada, la retaponadora 502 y el lado 510 de salida. El lado 510 de salida de la unidad tiene zonas para bastidores 512 de almacenamiento y/o bastidores para tubos que requieren pruebas adicionales. Las muestras que requieren pruebas adicionales se suministran a los analizadores posteriores y posteriormente se devuelven al clasificador 500. Dado que este procedimiento es operacionalmente intenso en la unidad 500 de clasificador con múltiples pases, esta parte del procedimiento puede dimensionarse de manera apropiada para la producción de laboratorio para evitar acumulaciones innecesarias. Una vez tapadas las muestras y colocadas en un bastidor 512 de almacenamiento, se retiran los bastidores y se almacenan en otra parte en el laboratorio.

Un usuario con analizadores conectados puede preferir tener una unidad de almacenamiento refrigerado conectada, tal como se muestra en la figura 6. En el ejemplo mostrado en la figura 6, el clasificador 600 realiza funciones similares a las realizadas por el clasificador 500 en la figura 5. Es decir, el clasificador 600 puede tomar una muestra a partir del sistema 220 de transporte usando un elemento 604 de agarre robótico y volver a tapar muestras usando la retaponadora 602 y tapones a partir del cajón 656 de tapones. Las muestras tapadas de nuevo pueden o bien expulsarse en la salida 610 o bien enviarse al almacenamiento 612 usando el elemento 604 de agarre robótico. En algunos casos, la muestra puede expulsarse a la salida de modo que puede enviarse a una unidad de almacenamiento ambiental o puede almacenarse en una unidad de almacenamiento refrigerado. Pueden

recuperarse muestras automáticamente a partir de la unidad de almacenamiento refrigerado para cualquier prueba adicional que pueda necesitarse.

Una unidad 614 de almacenamiento de ambiente controlado (ECSU) especial puede diseñarse para almacenar hasta cualquier número de tubos (por ejemplo, 15.000 tubos). La unidad puede contener bastidores que pueden contener tubos con tapones de múltiples tamaños que pueden minimizar el espacio requerido entre tubos. Tal como se muestra en el ejemplo de la figura 6, cuatro de los bastidores 612 de almacenamiento pueden estar dispuestos en la superficie de un módulo de acumulación de bastidores para permitir la carga o descarga continua y el acceso a muestras almacenadas para nuevas series. Durante una entrada de sistema baja, la ECSU 614 puede tener la capacidad de recuperar muestras caducadas y desecharlas en un recipiente de residuos por debajo de la plataforma del módulo de acumulación de bastidores.

A medida que las muestras entran en la unidad 600 de clasificador, la retaponadora 602 aplica un tapón según sea necesario. La retaponadora 602 puede tener acceso a diferentes tipos de tapones. Por ejemplo, a partir de un elemento de alimentación de cuenco vibratorio, la retaponadora 602 puede acceder a un tapón de tipo a presión, y a partir de un cajón, la retaponadora 602 puede acceder a tapones de tipo rosca que están dispuestos en bastidores cargados en un cajón. Después del procedimiento de colocación de tapón, un elemento 604 de agarre robótico retira el tubo a partir de su soporte y deposita y alinea el tubo en un bastidor 612 de almacenamiento. El bastidor de almacenamiento puede estar ubicado en un cajón 610 de salida o en una posición destinada para la ECSU 614. Cuando el bastidor está listo para su almacenamiento, la ECSU 614 recupera el bastidor a partir de la plataforma y lo carga en una matriz dentro de la ECSU 614. La ECSU 614 puede tener cualquier tamaño y puede albergar cualquier número de tubos.

Cuando se solicita, la ECSU 614 puede tener la capacidad de recuperar tubos para pruebas adicionales. También puede que pueda desechar muestras cuando alcanzan su fecha de caducidad. En una configuración dada a conocer, esto puede realizarse de manera simultánea con el archivado, pero con una prioridad inferior. Puede mantenerse un recipiente de residuos de riesgo biológico por debajo de la plataforma. Los tubos que entran en el recipiente de residuos pueden taparse para minimizar la contaminación mediante salpicadura de residuo de riesgo biológico.

En algunas configuraciones dadas a conocer, la ECSU 614 puede no ser lo suficientemente grande como para archivar todas las muestras de un laboratorio antes de su caducidad. Por tanto, puede realizarse un vaciado periódico de muestras. Esto se logra mediante grandes puertas en el lado trasero de la ECSU 614. Cuando se abren las puertas, pueden recuperarse los bastidores a partir de la matriz de almacenamiento. Los bastidores elegidos para su retirada se identifican para el usuario para reducir la posibilidad de retirar el bastidor incorrecto. Los bastidores pueden retirarse de manera individual a partir de la unidad y transportarse en un carro de laboratorio hasta una unidad de almacenamiento fuera de línea tal como una unidad de cámara de refrigeración.

Si se solicita una muestra a partir de la unidad de almacenamiento fuera de línea, puede volver a cargarse el bastidor en la ECSU 614 y recuperarse mediante la ECSU 614, o el usuario puede retirar el tubo y cargarlo en la entrada 508. Si caducan muestras mientras están en el almacenamiento fuera de línea, pueden volver a cargarse los bastidores en la ECSU 614 y desecharse mediante la ECSU 614, o el usuario puede desechar las muestras manualmente.

II. Unidades funcionales del sistema de laboratorio

Tal como se comentó anteriormente, los componentes del sistema de laboratorio descritos anteriormente de manera general pueden agruparse en unidades funcionales básicas, ya que muchas fases y módulos pueden realizar funciones similares a las funciones realizadas en otras fases o módulos. En una configuración dada a conocer, pueden agruparse componentes en cinco unidades funcionales básicas: unidades de (1) gestor, (2) centrífuga, (3) elemento de toma de alícuotas, (4) salida/clasificador y (5) almacenamiento. Por simplicidad, los agrupamientos funcionales se comentarán con respecto a estas cinco unidades funcionales. Sin embargo, puede agruparse cualquier función de cualquier manera. El agrupamiento de las funciones en unidades funcionales generales permite que el diseño del sistema de laboratorio sea algo general, flexible y fácilmente configurable para cualquier usuario y las necesidades de laboratorio del usuario, de modo que no se necesita el diseño de un sistema altamente personalizable para cada laboratorio. Dentro de cada una de las unidades funcionales, la funcionalidad específica puede variar dependiendo de las necesidades del laboratorio. Estas unidades funcionales pueden permitir el diseño de productos convencionales que, cuando se combinan de diversas maneras, pueden satisfacer las necesidades de cualquier laboratorio con un número mínimo de productos convencionales.

La figura 7(a) representa un ejemplo de una unidad 700 de gestor. La unidad 700 de gestor representada en la figura 7(a) incluye el módulo 202 de entrada, la zona 204 de distribución, la destaponadora 208 con un robot 710 de destaponamiento, y el dispositivo 210 para medir los índices de suero a partir de la fase 104 previa al análisis (véase la figura 2(a) para la descripción). Dependiendo de las necesidades del laboratorio, cualquier de los módulos puede omitirse y/o configurarse dentro de la unidad 700 de gestor. Por ejemplo, basándose en las necesidades del laboratorio, pueden omitirse la zona 204 para contener muestras mientras se prepara un plan de ruta de

procedimiento y/o el dispositivo 210 para medir los índices de suero de la muestra.

La figura 7(b) muestra otra configuración de unidad de gestor. En las figuras 7(a) y 7(b), números iguales designan elementos iguales. La figura 7(b) muestra específicamente una zona 222 de error en un cajón 222(a) de salida. La figura 7(b) también muestra un sistema 220 de transporte, una lanzadera 224, un adaptador 1002 de centrífuga y una posición 1004 de carga de centrífuga. Estos elementos se comentan en más detalle a continuación.

La figura 8(a) y la figura 8(b) representan ejemplos de unidades de centrífuga. Las unidades de centrífuga incluyen centrífugas que pueden centrifugar una muestra. La unidad 802 de centrífuga en la figura 8(a) representa una unidad de centrífuga individual, mientras que la unidad 804 de centrífuga en la figura 8(b) representa una unidad de centrífuga doble. Sin embargo, la unidad de centrífuga puede tener cualquier número de centrífugas dependiendo de las necesidades del laboratorio. Las unidades de centrífuga pueden usarse como parte del módulo 206 de centrifugación en la fase 104 previa al análisis descrita en la figura 2(a).

En la figura 3 puede encontrarse un ejemplo de la unidad de elemento de toma de alícuotas. Una unidad de elemento de toma de alícuotas puede que pueda pipetear una muestra. La figura 3 representa un ejemplo de una unidad de elemento de toma de alícuotas doble que tiene dos funciones de pipeteado. Sin embargo, puede incluirse cualquier número de pipetas en la unidad de elemento de toma de alícuotas dependiendo de las necesidades del laboratorio.

En las figuras 4(a)-(e) y la figura 5 se representan ejemplos de unidades de salida/clasificador. Puede usarse cualquier configuración de salida/clasificador basándose en las necesidades del laboratorio. Normalmente, la unidad de salida/clasificador puede recibir una muestra a partir de la unidad de gestor, unidad de centrífuga, unidad de elemento de toma de alícuotas y/o un analizador. La unidad de salida/clasificador puede incluir zonas para cargar y/o descargar bastidores de tubos y puede incluir cualquier número de elementos de agarre robóticos para realizar cualquier función necesaria para el laboratorio.

En la figura 6 se representa un ejemplo de una unidad de almacenamiento. Dependiendo de las necesidades del laboratorio, la unidad de almacenamiento puede que pueda almacenar una muestra y puede incluir un dispositivo para instalar tapones en tubos, zonas para tubos que van a cargarse en bastidores usando elementos de agarre robóticos, y unidades de almacenamiento unidas.

III. Sistema de fase previa al análisis a modo de ejemplo

A. Disposición de sistema de fase previa al análisis

La figura 9 representa un ejemplo detallado de la unidad 700 de gestor, unidad 804 de centrífuga, la unidad 212 de elemento de toma de alícuotas, posición 1004 de carga de centrífuga y la unidad 214 de salida/clasificador de la fase 104 previa al análisis. Cada una de estas unidades se describirá en más detalle a continuación.

La figura 10 representa una vista más de cerca de la unidad 700 de gestor. La unidad 700 de gestor de la figura 10 incluye el módulo 202 de entrada, el módulo 204 de zona de distribución, el módulo 208 de destaponamiento con un robot 710 de destaponamiento, que se describieron en más detalle en la descripción de la figura 2, y el módulo 210 de índices de suero con la unidad 211 de medición de índices de suero. El módulo 202 de entrada incluye cajones 216 de entrada, incluyendo un cajón 1056 de STAT cargado con bastidores 1806 de muestras, y un robot 228 de entrada que puede agarrar un tubo de muestras, leer un código de barras, identificar el tubo mediante las características, y puede detectar el nivel de muestra dentro de un tubo. El módulo 204 de zona de distribución incluye un elemento 218 de agarre de robot de distribución para agarrar tubos de muestras, un cajón 222 de error y adaptadores 1002 de centrífuga. La posición 1004 de carga de centrífuga es la ubicación para cargar los adaptadores 1002 de centrífuga con tubos de muestras que van a enviarse al módulo 206 de centrífuga mediante una lanzadera 224. El módulo 208 de destaponadora incluye el robot 710 de destaponamiento y el recipiente 1058 de residuos.

La figura 11 representa una vista más de cerca de una unidad 804 de centrífuga doble, que se describió en más detalle en la descripción de la figura 2(a). La unidad 804 de centrífuga puede incluir dos centrífugas 206-1 y 206-2 individuales, una primera lanzadera 224 de adaptador y una segunda lanzadera 225 de adaptador. Cada lanzadera de adaptador puede contener adaptadores 1002 de centrífuga. La unidad 804 de centrífuga puede incluir además un primer elemento 226 de agarre robótico y un segundo elemento 227 de agarre robótico.

La figura 12 representa una vista más de cerca de una unidad 212 de elemento de toma de alícuotas doble, que se describió en más detalle en la descripción de la figura 2(a) y la figura 3. La unidad 212 de elemento de toma de alícuotas incluye una cola 1104 de tubos primarios, una cola 1106 de tubos secundarios, un elemento 318 de elevación de tubos secundarios con almacenamiento de tubos y un etiquetador por debajo del elemento 318 de elevación de tubos secundarios, un recipiente 320 de residuos, un robot 302 de pipeta, cajones 308 de puntas y cajones 312 de microplacas.

La figura 13(a) representa una vista más de cerca de una unidad 214 de salida/clasificador que puede volver a tapar tubos de muestras y expulsar en la salida, clasificar y/o almacenar los tubos de muestras. La unidad 214 de salida/clasificador de la figura 13 incluye un robot 404 de salida y cajones 414 de salida. Los componentes de la unidad 214 de salida/clasificador se describen en más detalle en la descripción para las figuras 4(a)-(e) y la figura 5.

La figura 13(b) muestra un diagrama de otra unidad 420 de salida/clasificador según una configuración dada a conocer. La unidad 420 de salida/clasificador comprende una pluralidad de cajones de salida y una unidad 426 de elemento de agarre por encima de los cajones 422 de salida. Varios bastidores 430 con recipientes de muestras pueden estar presentes en los cajones 422 de salida. En configuraciones dadas a conocer, los cajones 422 pueden dividirse en regiones (tal como se describió anteriormente con respecto a la figura 4(f)). Una región puede ser una ubicación en un bastidor y puede ser un destino de la ruta de una muestra.

Una zona 424 de almacenamiento intermedio está orientada en perpendicular a la orientación de los cajones 422 de salida. La zona 424 de almacenamiento intermedio puede estar detrás de los cajones 422 de salida en una zona que no es fácilmente accesible para un operario. La zona 424 de almacenamiento intermedio puede usarse por el sistema para almacenar una muestra que no puede procesarse debido a una falta de disponibilidad temporal de un procedimiento aguas abajo (por ejemplo, un analizador aguas abajo no está disponible). El almacenamiento 424 intermedio también puede usarse cuando los cajones 422 de salida están abiertos e inaccesibles para la unidad 426 de elemento de agarre si un destino de recipiente de muestras está lleno. En estos casos, las muestras se mueven al almacenamiento 424 intermedio hasta que se cierran los cajones 422 de salida o se vacía o reemplaza el bastidor de destino.

Una pista 428 es adyacente a la unidad de salida/clasificador y puede proporcionar recipientes de muestras (por ejemplo, tubos de muestras) para que los transporte la unidad 426 de elemento de agarre. La unidad 426 de elemento de agarre puede recuperar recipientes de muestras a partir de la pista 428 y transferirlos a la zona 424 de almacenamiento intermedio si los cajones 422 de salida están llenos y/o no están disponibles. Una vez que están disponibles, la unidad 426 de elemento de agarre puede transferir los recipientes de muestras desde la zona 424 de almacenamiento intermedio hasta los cajones 422.

Estas configuraciones dadas a conocer tienen ventajas, porque permiten una zona de almacenamiento temporal para recipientes de muestras en caso de que dispositivos o subsistemas aguas abajo no estén disponibles.

B. Flujo de trabajo de sistema de fase previa al análisis

Tal como se comentó anteriormente, la fase previa al análisis puede contener siete módulos. Las figuras 14(a)-(d) son partes de un diagrama de flujo que muestra un ejemplo ilustrativo del flujo de trabajo de sistema de fase previa al análisis, que se describe con referencia a las figuras 9-12.

1. Flujo de trabajo de módulo de entrada

Haciendo referencia a la figura 14(a), al comienzo de la fase previa al análisis, los bastidores 1806 que están llenos con tubos de muestras se cargan en cajones 216 en el módulo 202 de entrada, tal como se indica en la operación 1402. La prioridad de procesamiento para un tubo de muestras puede indicarse colocando el tubo de muestras en el cajón 1056 de STAT del módulo 202 de entrada o aplicando un marcador de tubos de muestras al tapón de tubo de muestras, detectable por una unidad de detección de presencia de tubo y bastidor que se describirá en más detalle a continuación. La prioridad de muestra se determina basándose en si un tubo de muestras de STAT está ubicado en el bastidor, tal como se indica en la operación 1404. Entonces, el sistema de fase previa al análisis selecciona tubos de muestras a partir del módulo 202 de entrada basándose en la prioridad de procesamiento, tal como se indica en la operación 1406. Si se detecta un tubo de muestras de STAT, el tubo de muestras de STAT será el primer tubo en levantarse mediante un elemento 228 de agarre de módulo de entrada, tal como se indica en la operación 1408. Si no se detecta ningún tubo de muestras de STAT, un tubo de muestras que no es un tubo de muestras de STAT se levanta mediante el elemento 228 de agarre de módulo de entrada, tal como se indica en la operación 1410. Se miden los niveles de los componentes constituyentes (por ejemplo, gel o concentrado de glóbulos rojos) de la muestra en el tubo de muestras, tal como se indica en la operación 1412. Los niveles de los componentes constituyentes de la muestra pueden medirse a medida que se levanta el tubo mediante el elemento 228 de agarre de módulo de entrada. El nivel de líquido puede determinarse a partir de una imagen en 2D captada del contenido del tubo, tal como se describe a continuación. En algunas configuraciones dadas a conocer, el nivel de líquido se determina usando una unidad de medición de absorción y transmisión, tal como se describe a continuación. Mientras el tubo está en el elemento 228 de agarre de módulo de entrada, se toma una imagen en 2D (por ejemplo, una fotografía) del tubo. Se determinan una o más de las características de código de barras, tubo y tapón analizando la imagen del tubo, tal como se indica en la operación 1414.

En algunas configuraciones dadas a conocer, todas las muestras tienen una prioridad asignada a las mismas o bien mediante información encontrada en el LIS (sistema de información de laboratorio) o bien basándose en el bastidor o la posición en que residen dentro de la entrada. Se seleccionan tubos de muestras a partir del módulo de entrada

en orden de prioridad. Si la prioridad asignada mediante el LIS y la prioridad asignada debido a la ubicación de la muestra en el módulo de entrada no concuerdan, se asigna a la muestra la prioridad más alta de las dos. Dentro de un nivel de prioridad, se seleccionan muestras por el momento de entrada en la entrada (es decir, primero en entrar, primero en salir, FIFO). Finalmente, dentro de un bastidor se seleccionan muestras en un orden establecido (por ejemplo, de izquierda a derecha y de atrás hacia delante). Las muestras de STAT tienen la prioridad más alta.

En la operación 1416 se deposita el tubo de muestras mediante el elemento 228 de agarre de módulo de entrada en la zona 204 de distribución. El código de barras del tubo de muestras puede orientarse mediante el elemento 228 de agarre de módulo de entrada de modo que pueda leerse más adelante. La orientación del código de barras puede realizarse antes del movimiento, durante el movimiento o después del movimiento de la muestra a la zona 204 de distribución.

2. Flujo de trabajo de zona de distribución

Mientras las muestras descansan en la zona 204 de distribución, pueden realizarse varios procedimientos para optimizar el funcionamiento del sistema dentro de la zona de distribución. Un elemento de planificación puede realizar algunos de estos procedimientos. Tal como se describió anteriormente, el elemento de planificación puede ser un procesador y/o software de control que planifica cada tubo de muestras para su procesamiento con el fin de organizar y optimizar el flujo de tubos de muestras a través del sistema de automatización de laboratorio. En general, el procesador puede generar un plan de pruebas (con una lista de procedimientos que van a realizarse en una muestra), y después planes de ruta para muestras basándose en la disponibilidad de unidades de procesamiento intermedio de distribución basándose en planes de ruta individuales y priorización para cada muestra. En algunas configuraciones dadas a conocer, la información de prueba y un plan de ruta pueden generarse por, y/o recuperarse a partir de, un elemento de planificación basándose en el tipo de pruebas necesarias y la urgencia asociada con la muestra. El elemento de planificación también puede tener en cuenta y usar información de muestra (por ejemplo, peso, color de tapón, centrifugación, STAT (tiempo de respuesta breve), etc.) para desarrollar información de prueba y el plan de ruta. En la patente estadounidense n.º 6.721.615 puede encontrarse un ejemplo de un elemento de planificación.

El elemento de planificación también puede determinar qué muestra de la pluralidad de muestras que descansan en la zona 204 de distribución es la siguiente muestra apropiada para comenzar el procesamiento. La muestra apropiada puede ser una que se selecciona a partir de una lista de muestras que residen en una zona de distribución. Puede ser la muestra con la prioridad más alta y/o la muestra que puede procesarse usando los recursos disponibles según su plan de ruta para maximizar la producción y/o TAT (tiempo de respuesta). Si una muestra requiere centrifugación, puede calcularse el peso del tubo basándose en las características de tubo y tapón, niveles de muestra y una estimación de densidad realizada dentro de la zona de distribución. En algunas configuraciones dadas a conocer, una base de datos accesible por un procesador central puede almacenar datos referentes a diversos tipos de recipientes de muestras. Los datos pueden comprender el peso de los recipientes (sin ninguna muestra en los mismos) así como sus dimensiones (por ejemplo, el diámetro interno y la altura). La base de datos también puede almacenar información referente a las densidades de diversos tipos de muestras. El peso de la muestra puede determinarse usando el nivel de líquido de la muestra en un recipiente de muestras y las dimensiones internas del recipiente de muestras. El peso del recipiente de muestras (sin una muestra) puede recuperarse a partir de la base de datos para determinar el peso total de la muestra y el recipiente de muestras.

Por tanto, algunas realizaciones de la invención se refieren a métodos. En una configuración dada a conocer, el método incluye recuperar un plan de pruebas para una muestra en un recipiente de muestras. El plan de pruebas puede incluir varios procedimientos (por ejemplo, centrifugar, tomar alícuotas, etc.) mediante los cuales debe procesarse la muestra. El método también puede incluir determinar una ruta óptima para la muestra en el recipiente de muestras a través de un sistema de automatización de laboratorio, en el que la ruta toma el plan de pruebas que se crea después de determinar características de la muestra o el recipiente de muestras (por ejemplo, peso, color de tapón, centrifugación, STAT (tiempo de respuesta breve)). En configuraciones dadas a conocer, una ruta optimizada puede incluir dos o más subsistemas específicos (por ejemplo, una centrífuga específica en una pluralidad de centrífugas), en un orden especificado, que pueden procesar la muestra. Después se procesa la muestra en el recipiente de muestras según la ruta optimizada. La ruta optimizada también puede determinarse basándose en realimentación (por ejemplo, si un subsistema está fuera de servicio, disponible, etc.) proporcionada por los diversos sistemas en cuanto al estado de esos subsistemas.

Con referencia a la figura 15 puede describirse un procedimiento para seleccionar una muestra apropiada. Tal como se muestra en el diagrama de flujo, la selección de la muestra apropiada puede ser de naturaleza algo dinámica y puede cambiar basándose en varios factores incluyendo la disponibilidad de diversos subconjuntos dentro del sistema así como la naturaleza de la muestra particular que va a procesarse.

En la etapa 1570, un procesador central puede generar una lista de todas las muestras que pueden planificarse. Una muestra puede planificarse si están disponibles instrucciones de trabajo relacionadas con la muestra. Después, se agrupa la lista de muestras en grupos de prioridad (etapa 1572). Por ejemplo, una lista de muestras puede contener

una primera muestra de STAT que tiene un tiempo de procesamiento de 10 minutos, una segunda muestra de STAT que tiene un tiempo de procesamiento de 20 minutos, una tercera muestra no de STAT que tiene un tiempo de procesamiento de 15 minutos y una cuarta muestra no de STAT que tiene un tiempo de procesamiento de 9 minutos. Las muestras pueden agruparse en dos grupos: STAT y no de STAT. Dentro de estos grupos, las muestras se clasifican según tiempo de demora creciente (el tiempo de demora puede denominarse alternativamente tiempo de envejecimiento, o el tiempo que ha estado la muestra en la zona de distribución) o el tiempo de procesamiento más corto a través del sistema de automatización de laboratorio (etapa 1574). Con referencia al ejemplo anterior, las muestras pueden clasificarse de la siguiente manera según el tiempo de procesamiento más corto. Para las muestras de STAT, la priorización será la primera muestra de STAT y la segunda muestra de STAT. Para las muestras no de STAT, la priorización será la cuarta muestra no de STAT y la tercera muestra no de STAT. Después se seleccionan los tres tubos no planificados principales (etapa 1576). Por ejemplo, en el ejemplo anteriormente indicado, los tubos seleccionados pueden comprender la primera muestra de STAT, la segunda muestra de STAT y la cuarta muestra no de STAT. Aunque en este ejemplo se seleccionan los tres tubos principales, en otros ejemplos pueden seleccionarse más o menos tubos de muestras.

Entonces, en la etapa 1578, se realiza una determinación de si hay alguna muestra más por planificar. Si no es así, entonces puede volver a clasificarse la lista con muestras planificadas según el tiempo de descarga (etapa 1584). Si es así, entonces se selecciona la siguiente muestra de prioridad más alta en la lista para su procesamiento (etapa 1586). Tal como se indicó anteriormente, una muestra de STAT siempre tiene una prioridad superior a una muestra no de STAT. En el ejemplo anterior, sólo está sin planificar la tercera muestra no de STAT.

Después, se determina el siguiente tiempo de descarga disponible (etapa 1588). El tiempo de descarga puede ser cuándo se moverá la muestra fuera de la zona de distribución. Después se determina una planificación preliminar para la muestra seleccionada (etapa 1590).

Después, se realiza una determinación sobre si el tiempo de descarga resultante de la muestra es mayor que un tiempo umbral predefinido (etapa 1592). Si la determinación es positiva, entonces el método avanza a la etapa 1582. En la etapa 1582, se descarta la planificación preliminar para la muestra seleccionada. En la etapa 1580, se marca la muestra seleccionada como que no debe planificarse hasta un tiempo umbral predefinido antes de su tiempo de descarga. Después, el método avanza a la etapa 1578.

Si el tiempo de descarga resultante de la muestra no es mayor que el tiempo umbral predefinido, entonces se solicita un soporte vacío en la ubicación de pista necesaria por la muestra seleccionada (etapa 1594). Si puede satisfacerse la solicitud de soporte (etapa 1602), entonces el sistema puede remitirse a la planificación preliminar para la muestra seleccionada (etapa 1606), y el método puede volver mediante bucle a la etapa 1578 para determinar si hay alguna muestra más por planificar.

Si no puede planificarse la solicitud de soporte, entonces se descarta la planificación preliminar para la muestra seleccionada (etapa 1600). Entonces puede retrasarse el tiempo de descarga mediante el tiempo de espera predefinido (etapa 1598). Después, se realiza una determinación sobre si el tiempo de descarga resultante de la muestra seleccionada es mayor que un tiempo umbral predefinido (etapa 1596). Si el tiempo de descarga resultante determinado no es mayor que el tiempo umbral predefinido, entonces el método avanza a la etapa 1590. Si el tiempo de descarga resultante determinado es mayor que el tiempo umbral predeterminado, entonces se marca la muestra seleccionada como que no debe planificarse hasta un tiempo de espera predefinido a partir del tiempo presente (etapa 1604). Después, el método puede avanzar a la etapa 1578.

En algunas configuraciones dadas a conocer, una muestra sólo se envía a una pista únicamente si están disponibles los recursos requeridos. Si la priorización es igual para todas las muestras, la primera muestra en la zona 204 de distribución se envía al sistema 220 de transporte (por ejemplo, pista).

Los sistemas convencionales pueden usar carriles de derivación para almacenamientos intermedios (por ejemplo, documento US 2012179405A1) o salto de cola (por ejemplo, documento US 2011112683A1) o almacenamientos intermedios de acceso aleatorio junto a la pista (por ejemplo, documento US 7.681.466B2). Realizaciones de la invención (por ejemplo, que pueden usar una zona de distribución, junto con la determinación de características de recipiente de muestras y de muestra en tiempo real) tienen ventajas con respecto a tales sistemas convencionales. Tales ventajas incluyen hardware reducido (por ejemplo, menos almacenamientos intermedios y colas). Además, realizaciones de la invención tienen un mejor acceso aleatorio a recipientes de muestras dado que no están restringidos por estar presentes en un almacenamiento intermedio o cola.

3. Tiempo de respuesta (TAT)

Los objetivos del LAS (sistema de automatización de laboratorio) pueden definirse de la siguiente manera:

- TAT: el tiempo de respuesta es un objetivo impulsado por muestra. Puede haber diferentes definiciones de tiempo de respuesta, cada una con diferentes requisitos:

- 5 ○ TAT_{ANTES DEL ANÁLISIS}: el TAT antes del análisis es la porción del TAT valorada para el LAS. Comienza cuando se reconoce una muestra por el LAS (es decir, el momento en el que se lee el código de barras por el LAS durante la entrada). El tiempo termina cuando se encamina una muestra hacia una bandeja de salida para muestras asignadas a analizadores independientes o cuando se encamina una muestra hacia el primer analizador en un flujo de trabajo para muestras asignadas a analizadores conectados.
- 10 ○ TAT_{LABORATORIO}: el TAT de laboratorio es el tiempo desde el momento en que se recibe por primera vez una muestra en el laboratorio hasta el momento en que están disponibles resultados validados.
- 10 El objetivo del LAS puede ser satisfacer TAT_{ANTES DEL ANÁLISIS} y no TAT_{LABORATORIO}, dado que TAT_{LABORATORIO} incluye tiempos de procesamiento en los que no puede influir el LAS o una capa de gestión de flujo de trabajo (WML).
- 15 Las muestras pueden tener diferentes requisitos de TAT. En general, una muestra con un requisito de TAT más corto dicta que la muestra tiene una prioridad superior en el orden de procesamiento. Las muestras que se originan a partir del departamento de urgencias de un hospital, por ejemplo, tienen la prioridad más alta. Estas muestras se denominan STATS. Otros departamentos de hospital dictan sus propios requisitos de TAT. Las muestras que se originan a partir de pacientes en el hospital pueden tener una prioridad superior con respecto a muestras que se recogieron fuera del hospital.
- 20 La producción puede ser un objetivo impulsado por sistema. Aunque cada subsistema en el LAS puede tener su propio valor de producción, "producción" puede referirse a la producción del sistema global y puede medirse como muestras procesadas por hora. La producción de sistema puede depender de las instrucciones de procesamiento de muestras a partir de la WML y cómo se distribuyen las mismas a lo largo del tiempo. La declaración de un valor de producción de sistema constante para un periodo de tiempo específico (por ejemplo, 1 hora) puede requerir que la distribución de muestras con diferentes requisitos de procesamiento sea constante para cualquier intervalo de tiempo dentro de ese periodo. Si no se mantiene esa suposición, entonces la producción de sistema es un valor que cambia dinámicamente que puede denominarse "producción instantánea". Entonces, "la producción" puede ser un valor promedio.
- 25 Los analizadores no sólo generan los resultados de prueba que impulsan la existencia de laboratorios clínicos, sino que también generan ingresos que determinan la viabilidad económica de los laboratorios clínicos. Los analizadores también son caros. Normalmente, el número de analizadores se basa en la carga de trabajo del laboratorio. El elemento de planificación puede maximizar el uso de este valioso recurso finito.
- 30 Con el fin de reflejar el encaminamiento y flujo de tubos real a través del hardware, los sitios pueden conectarse entre sí basándose en la conectividad del hardware de LAS. Dicho de otro modo, puede formarse una "red de sitio".
- 35 4. Satisfacer los requisitos de producción y de TAT
- 40 En configuraciones dadas a conocer, pueden lograrse objetivos de TAT, producción y uso de la siguiente manera. Antes de la instalación del sistema, puede analizarse el requisito de procesamiento de muestras específico del usuario y puede adaptarse la disposición del sistema para cumplir con los objetivos del usuario. Además, la zona de distribución (o almacenamiento intermedio) permite la optimización de la secuencia de procesamiento de muestras.
- 45 En configuraciones dadas a conocer, cuando un robot de entrada mueve una muestra desde un cajón de entrada hasta el almacenamiento intermedio de distribución, pueden identificarse las características de la muestra. Mientras la muestra está esperando en el almacenamiento intermedio de distribución, puede recibirse el plan de pruebas a partir de una WML (capa de gestión de flujo de trabajo) en una arquitectura de gestión. Pueden encontrarse más detalles de la arquitectura de gestión en la solicitud de patente estadounidense provisional n.º 61/723.736 (n.º de expediente del agente 87904-846356), presentada el mismo día que la presente solicitud. Mientras la muestra está esperando en el almacenamiento intermedio de distribución, puede recibirse el plan de ruta a partir de la WML. Una vez que se conoce el plan de ruta, el elemento de planificación puede incluir esta muestra en sus cálculos de planificación. Entonces, el elemento de planificación puede calcular la planificación de muestra según su prioridad. Esto significa que pueden procesarse muestras en un orden diferente del orden en el que se recogieron en el cajón de entrada. Lo mismo es cierto para muestras en cualquier otro almacenamiento intermedio de acceso aleatorio en el sistema, por ejemplo adaptadores de salida de centrífuga, almacenamientos intermedios de salida de RBU, almacenamiento.
- 50 Además, el elemento de planificación puede realizar reservas de tiempo para cada muestra usando sus tiempos de procesamiento individuales con el fin de garantizar que se usen recursos de sistema pero no se sobrecapacitan.
- 55 En algunas configuraciones dadas a conocer, el LAS usa colas delante de subsistemas en los que las estimaciones de tiempo de procesamiento tienden a ser imprecisas, por ejemplo analizadores.
- 60 El elemento de planificación siempre puede planificar que algunas muestras esperen en la cola, de tal manera que la cola ni se agotará ni rebosará. Esto puede mantener el sistema en funcionamiento en todo momento, lo cual puede

optimizar la producción así como el uso de analizador.

Para lograr los objetivos de TAT y de producción, es deseable mantener el tiempo breve a medida que un subsistema pasa a estar no disponible.

5 En algunas configuraciones dadas a conocer, el LAS puede diseñarse de tal manera que la mayor parte de las interacciones con el usuario pueden mantener el sistema totalmente operativo. Para las restantes pocas interacciones con el usuario que interrumpen un subsistema, puede informarse al usuario de que mantenga el tiempo de interacción breve.

10 Las propiedades generales para que tenga en cuenta un elemento de planificación durante los cálculos incluyen (1) la satisfacción del tiempo de respuesta (TAT), la maximización de la producción de muestras, la maximización del uso de analizador y la minimización de la interacción con el usuario.

15 5. Gestión de STAT

El elemento de planificación trata muestras de STAT con la prioridad más alta para cumplir los requisitos de TAT de STAT. Esto puede garantizarse de la siguiente manera. Cada muestra puede tener un peso, que se basa en el tiempo restante antes de que se viole el requisito de TAT de la muestra individual (es decir, basándose en su prioridad). Cuanto menor es el tiempo restante, mayor pasa a ser el peso. Con este enfoque, las muestras de STAT tendrán un peso superior, porque su requisito de TAT es más estricto. Sin embargo, si hay muestras de prioridad inferior que tuvieron que esperar durante mucho tiempo en el almacenamiento intermedio de distribución, su peso aumentará y puede eventualmente pasar a ser mayor que el peso de un STAT. Este algoritmo de envejecimiento garantiza que eventualmente también se procesarán las muestras de prioridad inferior. Además, el ordenamiento de las muestras desde la distribución se realiza usando heurística en colaboración con los pesos de muestras. Si es necesario, pueden volver a planificarse muestras de STAT en almacenamientos intermedios de acceso aleatorio (tales como adaptadores de salida de centrífuga) de tal manera que cumplan su requisito de TAT.

30 Puede haber dos aspectos diferentes en la planificación. Estos incluyen el detalle de planificación del sincronismo, y el detalle de control sobre una MCL (capa de control media). El detalle de planificación del sincronismo depende de la precisión del modelo de sincronismo usado para el sistema. Para obtener buenos resultados de planificación, la planificación del sincronismo puede ser tan detallada como el gráfico de red de sitio. El detalle de control sobre la MCL define cómo puede una PCL (capa de control de procedimiento) implementar el sincronismo planificado.

35 El análisis de diferentes enfoques de planificación mostró que el detalle de control de la PCL sobre la MCL es una cuestión a tener en cuenta. Un enfoque es controlar la MCL a un nivel muy bajo y detallado; es decir el sincronismo de cada movimiento de hardware se recomienda por el elemento de planificación. Otro enfoque es recomendar únicamente el momento en el que se envía una muestra al sistema y después dejar el sincronismo adicional a decisión de la MCL. El análisis de los diferentes enfoques de planificación mostró que el nivel de control de la PCL sobre la MCL es limitado, debido a ancho de banda de comunicación limitado y a tiempo de cálculo limitado.

40 Por tanto, el enfoque seleccionado es un elemento de planificación descentralizado predictivo; es decir, el elemento de planificación tiene un conocimiento de estado completo (real y previsto) del instrumento y los dispositivos conectados, pero controla la influencia únicamente en unas pocas ubicaciones, que se indican de manera genérica en la red de sitio. Tales ubicaciones son almacenamientos intermedios de acceso aleatorio, por ejemplo, almacenamiento intermedio de distribución, almacenamiento intermedio de salida de centrífuga y almacenamiento intermedio de salida de RBU. Tales ubicaciones también incluyen cualquier ubicación de transporte que fusiona una sección de pista de rampa de salida con la pista principal.

50 En una ubicación de este tipo, una muestra tiene que esperar hasta que se reciba un nuevo tramo de ruta. De esta manera, la PCL tiene un control suficiente sobre el sistema permitiéndole gestionar el flujo de trabajo de sistema para lograr el mejor TAT y producción máxima.

55 El elemento de planificación descentralizado predictivo puede caracterizarse como un algoritmo de planificación de lista. El algoritmo de planificación de lista puede tener las siguientes características. Debido al gran esfuerzo de cálculo, el algoritmo de elemento de planificación puede ejecutarse de manera cíclica (excepto si no hubo ningún cambio en el estado de sistema desde el último ciclo). El algoritmo también puede tener cuatro fases incluyendo una fase de borrado, una fase reactiva, una fase predictiva y una fase de prevención. En la fase de borrado, el algoritmo elimina todas las reservas de tiempo realizadas anteriormente para muestras en almacenamientos intermedios (por ejemplo almacenamiento intermedio de distribución). En la fase reactiva, la fase reactiva actualiza las reservas de tiempo de muestras restantes basándose en realimentación de sistema. En la fase predictiva, usando heurística, se determina el mejor orden y el mejor tiempo en el que se ponen las muestras en el sistema a partir de almacenamientos intermedios de muestras (por ejemplo almacenamiento intermedio de distribución) para satisfacer de la mejor manera los requisitos de TAT y de producción. La fase predictiva también realiza reservas de tiempo para cada muestra individual en cada elemento del gráfico de red de sitio (es decir, sistema de pistas, sitios, etc.). Esto explica instrucciones de procesamiento individuales de muestras. En la fase de prevención, el algoritmo usa

ubicaciones de control en la red de sitio (distintas de almacenamientos intermedios) para evitar acumulaciones de sistema o situaciones de punto muerto.

Haciendo de nuevo referencia al flujo de trabajo de la figura 14(a), el elemento de planificación planifica una planificación para el tubo de muestras, basándose en la prioridad de procesamiento de muestra, el nivel de líquido e información de análisis de características de código de barras, tubo y tapón, tal como se indica en la operación 1418. En la operación 1420, cuando el tubo de muestras es el siguiente tubo que va a transferirse, un elemento 218 de agarre de zona de distribución deposita el tubo de muestras en uno del adaptador 1002 de centrifuga, una zona 222 de error o en el sistema 220 de transporte.

6. Flujo de trabajo de centrifuga

Cuando el elemento de planificación selecciona una muestra para su centrifugación, el tubo puede cargarse mediante el elemento 218 de agarre de zona de distribución en el adaptador 1002 de centrifuga apropiado en la posición 1004 de carga de centrifuga para garantizar un rotor de centrifuga equilibrado. En la operación 1422, tal como se muestra en la figura 14(b), si se selecciona la muestra para su centrifugación, se transporta el tubo mediante el elemento 218 de agarre de zona de distribución desde la zona 204 de distribución hasta el adaptador 1002 de centrifuga, tal como se indica en la operación 1424.

En configuraciones dadas a conocer, el nivel de muestra de una muestra en un tubo de muestras puede determinarse tras tomar una imagen del tubo de muestras con un conjunto móvil que comprende una unidad de elemento de agarre y una cámara. Otras configuraciones dadas a conocer usan una absorción usando un dispositivo de medición de la transmisión que tiene múltiples fuentes de luz que tienen longitudes de onda que pueden pasar a través de etiquetas pero pueden verse afectadas o no por los medios de muestra. Tras pasar a través de las etiquetas y muestra, se detecta la luz con un(os) sensor(es) fotoeléctrico(s). Los diversos medios de muestra pueden bloquear nada, parte o la totalidad de la emisión de luz a partir de los LED. Como resultado, pueden determinarse y medirse las alturas de fases de muestras. A continuación se proporcionan más detalles referentes a esta configuración.

El peso del tubo de muestras puede calcularse mediante un dispositivo de análisis de imágenes mientras está moviéndose la muestra. El volumen de la muestra puede calcularse a partir de las alturas de fases acopladas con propiedades geométricas del tubo determinadas a partir de un análisis de la imagen captada por la cámara en el robot. El cálculo de peso comienza tras obtenerse la imagen y la información de fase. El peso de la muestra se calcula a partir de los volúmenes de fases de muestras y estimaciones de densidad para el contenido que están archivadas en una base de datos de software de sistema. Se combina el peso de muestra con el peso del recipiente de muestras que también se archivó previamente en una base de datos de software de sistema. Este peso combinado se usa por el software del sistema para determinar en qué posición de adaptador de centrifuga depositar el tubo de muestras para garantizar un rotor de centrifuga equilibrado. La cámara también puede tomar una imagen de un adaptador de centrifuga y puede determinar qué ubicaciones en el adaptador de centrifuga pueden llenarse de una manera que permita que la centrifuga esté equilibrada una vez llenados otros adaptadores de centrifuga. Por ejemplo, adaptadores de centrifuga que estarán situados opuestos entre sí en la centrifuga pueden cargarse cada uno con una pluralidad de tubos de muestras que de manera colectiva pesan lo mismo.

A medida que el ciclo de centrifuga está terminando para adaptadores ya cargados en la centrifuga 206-1 ó 206-2, los adaptadores 1002 de centrifuga recién cargados se mueven a la centrifuga 206-1 ó 206-2 apropiada. Los adaptadores descansan en una lanzadera de adaptador (por ejemplo, 224 ó 225) que se mueve desde la posición 1004 de carga de centrifuga, entre la unidad 700 de gestor y la unidad 804 de centrifuga, hasta la centrifuga 206-1 ó 206-2 apropiada, tal como se indica en la operación 1426. El adaptador puede cargarse mediante un elemento de agarre de robot, tal como el elemento 227 de agarre de adaptador de centrifuga, en un cubo de centrifuga, tal como se indica en la operación 1428. Se centrifuga la muestra, tal como se indica en la operación 1430. Un adaptador previamente vaciado puede moverse desde una lanzadera (por ejemplo, 224, 225) hasta una ubicación temporal para crear un espacio libre en la lanzadera. La ubicación temporal puede ser, por ejemplo, una zona de contención temporal de una zona de centrifuga, tal como se muestra en la figura 16 en la zona M, o una región de almacenamiento intermedio dedicada. El adaptador puede retirarse a partir de la centrifuga (por ejemplo, retirarse a partir de un cubo de centrifugación), tal como se indica en la operación 1432, y transferirse al espacio libre en la lanzadera, tal como se indica en la operación 1434. Cuando se han intercambiado todos los adaptadores y se mueve la lanzadera a la posición de descarga, puede retirarse un tubo de muestras a partir del adaptador mediante un elemento de agarre de robot, tal como el elemento 226 de agarre de tubo de centrifuga, tal como se indica en la operación 1436. El tubo de muestras puede colocarse mediante el elemento 226 de agarre de tubo de centrifuga en un soporte en el sistema 220 de transporte, tal como se indica en la operación 1438.

Los adaptadores 1002 de centrifuga que están cargados con tubos de muestras pueden intercambiarse con los adaptadores en la unidad 206-1 ó 206-2 de centrifuga mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrifuga. Entonces pueden retirarse los adaptadores centrifugados a partir de la unidad 206-1 ó 206-2 de centrifuga y colocarse en un espacio libre en la lanzadera tal como se indica en 1432. Por ejemplo, los adaptadores centrifugados pueden colocarse en puntos específicos en la lanzadera de modo que, cuando la lanzadera vuelve a

la unidad 700 de gestor, los tubos pueden descargarse mediante el elemento 226 de agarre de tubo de centrífuga a partir de los adaptadores y colocarse en el sistema 220 de transporte. Los adaptadores 1002 recién cargados a partir de la unidad 700 de gestor se colocan dentro de la centrífuga 206-1 ó 206-2. Después de haberse cargado el adaptador de centrífuga en el rotor de centrífuga, el rotor de centrífuga puede indexarse para permitir la carga de un adaptador de centrífuga no centrifugado posterior. Un adaptador del que se vaciaron previamente sus tubos de muestras puede moverse mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde un punto de descarga en la lanzadera hasta un punto libre en la lanzadera. Por ejemplo, para una lanzadera tal como la lanzadera ilustrativa de la figura 78, un primer extremo de la lanzadera 230 puede ser un punto de descarga y un segundo extremo 232 de la lanzadera puede ser un punto libre. El movimiento del adaptador hasta un punto libre en la lanzadera puede producirse simultáneamente con la indexación del rotor de centrífuga. Después pueden cargarse los adaptadores vacíos con nuevos tubos de muestras en la unidad 700 de gestor. El intercambio de adaptadores puede continuar hasta que se han intercambiado todos los adaptadores de un rotor de centrífuga, permitiendo que el adaptador que se colocó en una ubicación temporal se mueva hasta el último punto vacío en la lanzadera para adaptadores vaciados. Con referencia a la figura 16 se describen adicionalmente secuencias de intercambio de adaptadores de centrífuga ilustrativas.

La lanzadera puede volver a su posición inicial en la que pueden cargarse adaptadores con tubos de muestras mediante el elemento 218 de agarre de distribución y/o descargarse mediante el elemento 226 de agarre de tubo de centrífuga. Cuando se descargan muestras a partir de los adaptadores y se transfieren a un soporte en el transporte mediante el elemento de agarre de tubo de centrífuga, puede alinearse una etiqueta de código de barras en el tubo de muestras con el soporte y puede realizarse una medición de nivel de líquido para garantizar que pueden completarse las pruebas requeridas para la muestra. Por tanto, el elemento 226 de agarre de tubo de centrífuga puede tener una funcionalidad de detección de nivel de líquido tal como se describe con referencia al elemento 228 de agarre de módulo de entrada. Si está presente material de muestra insuficiente para un procesamiento adicional de la muestra, el tubo puede procesarse según procedimientos establecidos para condiciones de material de muestra insuficiente. Por ejemplo, el tubo de muestras puede procesarse según reglas predefinidas que dictan las pruebas que van a completarse o la muestra puede enviarse a un bastidor de muestra en cuestión (SIQ) en el módulo 214 de salida.

Mientras están intercambiándose adaptadores en la unidad 804 de centrífuga, el elemento de planificación puede dirigir tubos que no requieren centrifugación para que se muevan mediante el elemento 218 de agarre de zona de distribución desde la zona 204 de distribución hasta el sistema 220 de transporte, evitando la unidad 804 de centrifugación, tal como se indica en la operación 1440. Esto puede producirse en cualquier momento en el que el elemento de planificación determina que es mejor hacer avanzar un tubo desde la zona 204 de distribución hasta el sistema 220 de transporte. Esto depende de las prioridades y los requisitos de procesamiento de muestras en la zona de distribución y de la capacidad de procesamiento aguas abajo.

Mientras están intercambiándose adaptadores en la unidad 804 de centrífuga, el elemento de planificación puede dirigir tubos que no requieren centrifugación para que se muevan mediante el elemento 218 de agarre de zona de distribución desde la zona 204 de distribución hasta el sistema 220 de transporte, evitando la unidad 804 de centrifugación, tal como se indica en la operación 1440. Esto puede producirse en cualquier momento en el que el elemento de planificación determina que es mejor hacer avanzar un tubo desde la zona 204 de distribución hasta el sistema 220 de transporte. Esto depende de las prioridades y los requisitos de procesamiento de muestras en la zona de distribución y de la capacidad de procesamiento aguas abajo.

45 (a) Secuencia de intercambio de adaptador de centrífuga

La figura 16 representa una secuencia de intercambio de adaptador ilustrativa para una centrífuga según una primera configuración. Aunque se muestra un adaptador 1002 de centrífuga individual en la centrífuga 206, las posiciones B, E, H y K de la centrífuga 206 corresponden a cuatro cubos de centrífuga que pueden recibir adaptadores 1002 de centrífuga. En la figura 16 se muestra una centrífuga con cuatro cubos de centrífuga. Un adaptador de centrífuga previamente descargado (por ejemplo, el adaptador 1002 de centrífuga) se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la posición de lanzadera A hasta la zona de contención temporal M (702), tal como se muestra en 1604. Un adaptador de centrífuga descargado es un adaptador de centrífuga a partir del cual se han retirado todos los tubos de muestras. A continuación, un adaptador de centrífuga previamente centrifugado ("rotado") se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la zona B de la centrífuga 206 hasta el espacio libre en la posición de lanzadera A, tal como se indica en la operación 1606. Las posiciones de lanzadera A, J, G y D pueden denominarse de manera colectiva primera posición 1610 de lanzadera. En la operación 1606, el adaptador 1002 de centrífuga se retira a partir de un cubo 502 de centrífuga de la centrífuga 206. Después, un adaptador 1002 cargado con muestras que no se han centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la posición de lanzadera C hasta la zona B de la centrífuga, tal como se indica en la operación 1608. Las posiciones de lanzadera L, I, F y C pueden denominarse de manera colectiva segunda posición 1612 de lanzadera.

Posteriormente, un adaptador de centrífuga previamente vaciado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la posición de lanzadera D hasta la posición de lanzadera C. Un adaptador de

centrífuga previamente centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la zona E de la centrífuga 206 hasta el espacio libre en la posición de lanzadera D. Un adaptador cargado con muestras que no se han centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la lanzadera F hasta la zona E de la centrífuga 206.

5 La secuencia continúa con un adaptador de centrífuga previamente vaciado que se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la posición de lanzadera G hasta la posición de lanzadera F. Un adaptador de centrífuga previamente centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la zona H de centrífuga 206 hasta el espacio libre en la posición de lanzadera G. Un adaptador cargado con muestras que no se han centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la lanzadera I hasta la zona H de la centrífuga 1680.

15 A continuación, un adaptador de centrífuga previamente vaciado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la posición de lanzadera J hasta la posición de lanzadera I. Un adaptador de centrífuga previamente centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la zona K de centrífuga 206 hasta el espacio libre en la posición de lanzadera J. Un adaptador cargado con muestras que no se han centrifugado se mueve mediante el elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga desde la posición de lanzadera L hasta la zona K de la centrífuga 206 indicada en K. El adaptador que se mueve hasta la zona de contención temporal M se mueve hasta el espacio libre en la posición de lanzadera L, tal como se indica en la operación 1616.

De esta manera, se intercambian adaptadores centrifugados fuera de una centrífuga y se intercambian adaptadores no centrifugados al interior de la centrífuga.

25 El elemento de planificación determina el orden en el que se retiran muestras a partir de los adaptadores y se retiran muestras no centrifugadas a partir de la zona de distribución. Las muestras de prioridad alta (STAT) pueden retirarse en primer lugar. Si un procedimiento aguas abajo tal como tomar alícuotas en la unidad 212 de elemento de toma de alícuotas no puede gestionar el flujo de muestras y el siguiente ciclo de centrífuga está listo para comenzar, las muestras pueden retirarse a partir de los adaptadores y colocarse en un almacenamiento intermedio en la parte trasera de la centrífuga 206. En algunas configuraciones dadas a conocer, las muestras de prioridad más baja se retiran en primer lugar para permitir más tiempo para que avancen las muestras de prioridad superior. El elemento de planificación puede hacer avanzar muestras a partir del almacenamiento intermedio cuando pasan a estar disponibles procedimientos aguas abajo y según prioridades establecidas. Si una muestra requiere otro ciclo de centrifugación, la muestra puede permanecer en el adaptador para volver a centrifugarse.

35 (b) Secuencia de carga de adaptador de centrífuga

La figura 17 representa una secuencia de carga de adaptador ilustrativa para una centrífuga. Con el fin de evitar el desequilibrio del rotor de centrífuga, pueden cargarse adaptadores 1002 de centrífuga de una manera que proporciona un rotor de centrífuga equilibrado. El peso de cada tubo de muestras puede medirse y/o estimarse a partir del producto de volumen de muestra medido multiplicado por una densidad conocida para el material de muestra. En algunas configuraciones dadas a conocer, pueden determinarse pesos de tubos de muestras mediante una o más balanzas (por ejemplo, una balanza ubicada en la zona de distribución o una balanza de una pista de transportador que mide pesos de tubos de muestras a medida que se soportan los tubos de muestras mediante una pista de transportador).

La centrífuga puede cargarse según la siguiente secuencia. Un primer tubo de muestras con una prioridad de centrifugación más alta puede identificarse mediante el elemento de planificación en la zona 204 de distribución. El adaptador A1 (1708) puede cargarse con el primer tubo de muestras a partir de la zona 204 de distribución en una posición más próxima a la posición central del adaptador A1 (1708). Un segundo tubo de muestras con peso comparable al primer tubo de muestras puede seleccionarse mediante el elemento de planificación a partir de la zona 204 de distribución y cargarse en una posición de A3 (1712) que es la misma posición ocupada por el primer tubo de muestras en A1 (1708). Un tubo de muestras con la segunda prioridad de centrifugación más alta se identifica mediante el elemento de planificación en la zona 204 de distribución para ser el tercer tubo de muestras. El tercer tubo de muestras se carga en una posición en el adaptador A2 (1710) que es la más próxima al centro de A2 (1710). Un cuarto tubo de muestras con un peso comparable al tercer tubo de muestras puede seleccionarse mediante el elemento de planificación a partir de la zona 204 de distribución y cargarse en una posición de A4 (1714) que es la misma posición ocupada por el tercer tubo de muestras en A2 (1710). El procedimiento continúa con el llenado de posiciones abiertas en los adaptadores A1-A4 (1708-1714) con un primer tubo de muestras, un segundo tubo de muestras, un tercer tubo de muestras y un cuarto tubo de muestras, tal como se describió anteriormente, para llenar las posiciones indicadas en verde (1700), después las posiciones indicadas en amarillo (1702), después las posiciones indicadas en azul (1704) y después las posiciones indicadas en rojo (1706), hasta que se llenan todos los adaptadores. En algunas configuraciones dadas a conocer, si un ciclo de centrífuga está aproximándose a completarse (por ejemplo, dentro del plazo de 30 segundos de completarse), la carga de adaptadores puede detenerse antes de que se llenen todos los adaptadores y la centrífuga puede cargarse con adaptadores que no se han llenado hasta completarse.

5 En algunas configuraciones dadas a conocer, un tubo de muestras sólo se carga en un adaptador si su peso está disponible. El peso de tubo de muestras puede determinarse, por ejemplo, basándose en una detección de nivel de líquido realizada por el elemento 228 de agarre de módulo de entrada sometida a referencia cruzada con una tabla almacenada en una memoria del LIS. Si el peso de un tubo de muestras no está disponible, no puede realizarse la centrifugación para el tubo de muestras. Por ejemplo, el tubo de muestras puede colocarse en un bastidor de error en vez de cargarse en un adaptador.

10 En una configuración alternativa dada a conocer, pueden cargarse tubos de muestras en adaptadores según un orden de prioridad. Los tubos de muestras pueden cargarse según el orden descrito anteriormente con referencia a la figura 17. Para evitar el desequilibrio, un tubo de muestras de prioridad inferior puede cargarse en lugar de un tubo de muestras de prioridad superior si el tubo de prioridad superior provocará desequilibrio. Por ejemplo, si un primer tubo (por ejemplo, de prioridad más alta) es pesado y los tubos segundo y tercero (por ejemplo, siguientes en orden de prioridad) tienen un peso igual al primer tubo, pueden cargarse los tubos segundo y tercero para oponerse a la fuerza del primer tubo.

15 En algunas configuraciones dadas a conocer, puede emitirse una solicitud de centrifugación inmediata mediante el elemento de planificación, en cuyo caso pueden centrifugarse adaptadores que no están completamente llenos. Por ejemplo, si un tubo de muestras cargado es un tubo de STAT o si caduca el tiempo de llenado de adaptador para una centrífuga, puede centrifugarse el adaptador de manera inmediata.

20 La figura 18 muestra un rotor 1890 de centrífuga ilustrativo configurado para recibir cuatro adaptadores 1894 de centrífuga. Los adaptadores 1894 de centrífuga pueden cargarse en cubos 1892 de centrífuga de la centrífuga. Los adaptadores de centrífuga están configurados para recibir uno o más tubos 1896 de muestras.

25 7. Destaponamiento, índice de suero y toma de alícuotas

30 Haciendo de nuevo referencia a las figuras 14(a)-14(e), el elemento de planificación determina los tubos apropiados para seleccionar a partir de la zona 204 de distribución y los adaptadores 1002 de centrífuga que están descargándose en el sistema 220 de transporte para garantizar el flujo apropiado de muestras aguas abajo. Los adaptadores de centrífuga pueden descargarse para garantizar que el siguiente ciclo de centrífuga puede comenzar a tiempo. Esto depende de la disponibilidad de procedimiento aguas abajo.

35 Cuando las muestras se cargan en el sistema 220 de transporte, el elemento 218 de agarre de zona de distribución alinea el código de barras del tubo con el soporte usado para soportar el tubo en el sistema 220 de transporte. La orientación de soporte se mantiene en el sistema de transporte, simplificando el procedimiento de lectura de código de barras en procedimientos aguas abajo.

40 Una vez que el tubo está en el soporte en el sistema 220 de transportador, la destaponadora 710 puede retirar el tapón en el tubo de muestras si la muestra requiere destaponarse, tal como se indica en las operaciones 1446 y 1448. Las muestras que se han destaponado pueden haber sometido a medición sus índices de suero en la unidad 210 de índices de suero si se requiere un índice de suero para la muestra, tal como se indica en las operaciones 1450 y 1452.

45 En determinadas circunstancias, puede necesitarse dividir muestras en más de un tubo de muestras. Estos tubos de muestras pueden salir del sistema 220 de transporte de la fase previa al análisis y entrar en la unidad 212 de elemento de toma de alícuotas en la cola 1104 de tubos primarios si se requiere la toma de alícuotas, tal como se indica en las operaciones 1454 y 1456. Las muestras se dividen en tubos secundarios bajo la dirección del sistema de planificación. Antes de realizarse la toma de alícuotas mediante el robot 302 de pipeteado, se proporcionan tubos secundarios vacíos mediante el elemento 318 de elevación de tubos secundarios al interior de soportes en la cola 1106 de tubos secundarios, tal como se indica en la operación 1458. Parte de la muestra se transfiere desde un tubo 304 primario al interior de un tubo 306 secundario mediante el robot 302 de pipeteado, tal como se indica en la operación 1460. Entonces, los tubos primario y nuevo secundario salen de la unidad 212 de elemento de toma de alícuotas y vuelven a entrar en el sistema 220 de transporte, tal como se indica en la operación 1462.

55 8. Flujo de trabajo de salida

60 Una vez realizada la centrifugación, destaponamiento o toma de alícuotas necesarios, y una vez que la muestra está lista para analizarse, el tubo de muestras puede continuar hasta la fase analítica a lo largo del sistema 220 de transporte si se requiere un análisis adicional, tal como se indica en las operaciones 1464 y 1466, o puede moverse mediante un elemento 404 de agarre de salida/clasificador hasta bastidores de salida ubicados en los cajones de la unidad 214 de salida/clasificador, tal como se indica en la operación 1468.

65 Se reconocerá que puede usarse una pluralidad de elementos de agarre para las funciones descritas como que se realizan por cualquier elemento de agarre individual. La funcionalidad descrita para cada elemento de agarre puede combinarse y realizarse mediante uno o más elementos de agarre.

IV. Brazos robóticos y elementos de agarre

5 Tal como se comentó anteriormente, puede usarse un brazo robótico para mover un tubo de muestras o cualquier otro objeto (por ejemplo un adaptador de centrífuga) a partir de muchas ubicaciones diferentes dentro del sistema de laboratorio (por ejemplo, robot 228 de entrada, robot 218 de distribución, robot 226 de centrífuga, robot 710 de destaponadora, robot 302 de elemento de toma de alícuotas, robot 404 de salida/clasificador, robot 504 de retaponadora, elemento de elevación de tubos secundarios, etc.).

10 La arquitectura de brazo robótico puede diferir en cuanto a la complejidad dependiendo de la tarea dada. La figura 19 representa un ejemplo de un robot 1970 cartesiano o de pórtico con tres direcciones que pueden moverse de manera independiente x, y y z. El eje de las x puede definirse mediante un raíl 1972 de eje de las x y el eje de las y puede definirse mediante un raíl 1974 de eje de las y. El eje de las z puede definirse mediante una orientación de un
 15 brazo 1976 robótico que se extiende en la dirección z. El robot 1970 de pórtico comprende un brazo 1976 robótico y una unidad 1980 de elemento de agarre operativa y físicamente acoplada al brazo 1976 robótico. Brazos robóticos más complejos pueden incluir, por ejemplo, el brazo de robot de ensamblaje de cumplimiento selectivo (SCARA) o el brazo robótico articulado con múltiples brazos unidos. La unidad 1980 de elemento de agarre comprende un alojamiento 1980 de elemento de agarre y dedos 1984 de elemento de agarre que se extienden hacia abajo desde el alojamiento 1986 de elemento de agarre. Los dedos 1984 de elemento de agarre pueden moverse hacia dentro unos
 20 hacia otros para agarrar un tubo 1982 de muestras y hacia fuera para liberar un tubo 1982 de muestras.

25 El brazo robótico que incluye la unidad de elemento de agarre puede emplearse adicionalmente para la identificación y para la determinación de características físicas del objeto movido. Por tanto, el brazo robótico puede estar equipado con unos medios de identificación y determinación apropiados (por ejemplo, una cámara, un lector de código de barras o una unidad de medición de absorción y transmisión). A continuación se describen en más detalle las unidades de identificación de tubo, detección de nivel y detección de presencia de tubo.

30 La siguiente descripción de una unidad de manipulación de tubos, un elemento de agarre de cubo de centrífuga, un dispositivo de identificación de tubo, un dispositivo de detección de nivel de muestra, dispositivo de detección de presencia de tubo o bastidor y una combinación de estas funciones en un brazo de robot individual se comentarán a la luz del brazo robótico de pórtico representado en la figura 19.

A. Unidades de manipulación de tubos

35 Los brazos robóticos según realizaciones de la invención pueden emplear una unidad de elemento de agarre para agarrar y transportar tubos de muestras hasta ubicaciones deseadas. Las figuras 20(a)-20(c) representan varias unidades de elemento de agarre diferentes para agarrar y transportar tubos de muestras hasta ubicaciones deseadas.

40 La figura 20(a) representa un ejemplo para una unidad 2001 de elemento de agarre exterior para tubos de muestras que comprende un alojamiento 2001(a) de elemento de agarre que comprende dos o más dedos 2002 móviles que se extienden hacia abajo y que comprenden estructuras 2002(a) de contacto que sobresalen hacia dentro. Las estructuras 2002(a) de contacto que sobresalen hacia dentro agarran un tubo 1982 de muestras mediante un
 45 movimiento hacia la pared exterior del tubo 1982.

La figura 20(b) representa un ejemplo para una unidad 2003 de elemento de agarre interior que comprende un alojamiento 2003(a) de elemento de agarre que comprende dos o más dedos 2004 que se extienden hacia abajo desde el alojamiento 2003(a) de elemento de agarre. En esta configuración, los dos o más dedos 2004 se mueven
 50 hacia fuera hacia la pared interior de un tubo 1982 de muestras.

En la figura 20(c) se representa otra configuración de una unidad 2005 de elemento de agarre interior. La unidad 2005 de elemento de agarre emplea un elemento 2006 de anillo flexible que se extiende radialmente desde un soporte 2007 lineal (que se extiende hacia abajo desde el alojamiento 2005(a) de elemento de agarre) para agarrar una superficie interior de un tubo 1982 de muestras. El elemento 2006 de anillo flexible (por ejemplo, junta tórica de silicio) se comprime moviendo el segmento 2008 de émbolo inferior del soporte 2007 lineal hacia arriba.
 55

B. Detección de nivel de muestra

60 En configuraciones dadas a conocer, una unidad de cámara y herramienta de análisis pueden usar la imagen en 2D captada por el sistema para determinar un volumen de muestra y nivel de muestra para la muestra en el tubo de muestras.

En la figura 21 se representan una unidad (o conjunto) de detección de nivel de muestra y un tubo de muestras. La unidad de detección de nivel de muestra incluye un recinto 2100. Una unidad 2102 de cámara está albergada en el recinto 2100, que tiene pocas reflexiones ópticas, y si es posible ninguna. La unidad 2102 de cámara puede alinearse con, y centrarse en, el tubo 2106 de muestras que contiene el líquido corporal. Una fuente 2104 de
 65

iluminación puede proporcionar luz al tubo 2106 de muestras de modo que la unidad 2102 de cámara puede tomar una imagen del tubo 2106 de muestras.

La unidad 2102 de cámara puede ser una cámara de instantáneas, una cámara de imágenes a color, una cámara de vídeo, una cámara espectral o similar. Puede usarse una cámara de imágenes a color, por ejemplo una cámara de vídeo 3CCD. Los ajustes de la cámara a color, tales como enfoque, balance de blancos, ajustes de diafragma, relleno, pueden establecerse previamente de manera permanente o ser ajustables. Por ejemplo, pueden ajustarse con la ayuda de software de evaluación de imágenes, tal como cuando los datos notificados por el software de evaluación de imágenes al software de control tienen una calidad reducida con referencia a datos de referencia almacenados. Puede usarse un algoritmo para calcular el nivel y/o volumen de muestra usando datos conocidos, tales como el tipo de tubo de muestras usado, el tipo de muestra, etc.

Tal como se muestra en la figura 21, la unidad 2102 de cámara puede inclinarse para optimizar su visión del tubo 2106 de muestras. La información de tubo 2106 de muestras puede grabarse con comparativamente pocas reflexiones ópticas con la ayuda de esta medida.

Por encima y en el centro con respecto a la posición de análisis del tubo de muestras está dispuesta una unidad 2108 de elemento de agarre que se controla mediante un ordenador. La unidad 2108 de elemento de agarre agarra el tubo 2106 de muestras ubicado en un bastidor de la sección de entrada y lo levanta a la posición de análisis. La unidad 2108 de elemento de agarre puede comprender un alojamiento 2110 de elemento de agarre. La unidad 2108 de elemento de agarre también puede tener una pluralidad de dedos 2112 de elemento de agarre que pueden usarse para agarrar el tubo 2106 de muestras.

Como alternativa al dispositivo de detección de nivel de líquido que usa una unidad de cámara, la detección de nivel de líquido también puede lograrse mediante el uso de otro tipo de dispositivo de adquisición de imágenes tal como un dispositivo que tiene diodos de láser con una longitud de onda definida y algoritmos de análisis para evaluar los espectros de absorción. Puede enfocarse un haz de diodo de láser en secciones del tubo de muestras, y puede medirse una medición de absorción y transmisión de diferentes longitudes de onda del haz enfocado. Entonces el algoritmo de análisis puede usar las medidas para proporcionar el nivel y volumen de líquido.

La figura 22 representa un ejemplo de detección de nivel de muestra usando el análisis de curvas de absorción y transmisión a longitudes de onda diferenciadas. En casos en los que se proporcionan muestras de sangre con el recipiente de tubo de muestras, el sistema puede que pueda adicionalmente detectar los distintos niveles de suero, plasma o torta de sangre en el nivel de líquido total.

En la figura 22, se representa una porción de un sistema de interrogación de muestras de fluido que puede hacerse funcionar de manera general en 2256. Una primera fuente 2258 de radiación (con una segunda fuente 2272 de radiación apagada) está dispuesta para aplicar una primera radiación que tiene una primera longitud de onda característica (por ejemplo, 980 nm) a un combinador 2260 de haces, que dirige la primera radiación 2262 emitida hacia una ubicación en el tubo 2200 de muestras. La primera radiación 2264 transmitida se detecta mediante un detector, tal como la disposición 2266 de amplificador y fotodiodo ilustrada. Entonces, una señal 2268, correspondiente a la intensidad de la primera radiación 2264 transmitida, puede almacenarse y/o manipularse en una estructura de comparación, tal como un circuito 2270 integrado programable, o un ordenador. La segunda fuente 2272 de radiación (con la primera fuente 2258 de radiación apagada) está dispuesta para aplicar una segunda radiación que tiene una segunda longitud de onda característica (por ejemplo, 1050 nm) al combinador 2260 de haces en una posición ligeramente desplazada con respecto a la primera radiación 2262 emitida, que dirige la segunda radiación 2274 emitida en paralelo al trayecto de haz de la primera radiación 2262 emitida hacia una ubicación ligeramente diferente en el tubo 2200 de muestras. La segunda radiación 2276 transmitida se detecta mediante el mismo detector, tal como la disposición 2266 de amplificador y fotodiodo ilustrada. Entonces, una señal 2268, correspondiente a la intensidad de la segunda radiación 2276 transmitida, puede almacenarse y/o manipularse en una estructura de comparación, tal como el circuito 2270 integrado programable, o un ordenador.

La figura 22 representa además un tubo de muestras que está midiéndose y analizándose usando el procedimiento de longitud de onda. Tal como se muestra, el suero 2215 y el gel 2217 son en gran medida transparentes a la luz visible mientras que los glóbulos 2219 rojos son sustancialmente opacos. Además, el gel 2217 es transparente a la luz infrarroja mientras que los glóbulos 2219 rojos y el suero 2215 son sustancialmente opacos. Por consiguiente, cuando el tubo 2200 de muestras tiene gel 2217 para separar el suero 2215 y los glóbulos 2219 rojos, es posible usar simplemente luz infrarroja para "ver a través de" diferentes secciones. La lectura con luz infrarroja es fuerte cuando el haz de luz infrarroja pasa a través del aire 2213, disminuye cuando el haz de luz infrarroja se dirige hacia el suero, es relativamente fuerte cuando se dirige hacia el gel 2217, y disminuye de nuevo cuando se dirige hacia los glóbulos 2219 rojos. Este análisis realizado mediante la herramienta de análisis permite la medición del nivel/volumen de muestra de la muestra.

La unidad de detección de nivel de líquido puede combinarse con cualquiera de los brazos robóticos descritos anteriormente con o sin una unidad de identificación de tubo, y con o sin una unidad de detección de presencia de tubo o bastidor. Pueden encontrarse más detalles referentes a unidades de identificación de tubo y a unidades de

detección de presencia de tubo o bastidor en las solicitudes de patente estadounidense provisionales n.^{os} 61/556.667, 61/616.994 y 61/680.066.

5 C. Robot de combinación con elemento de agarre, unidad de identificación de tubo, unidad de detección de presencia de tubo o bastidor y unidad de detección de nivel de líquido

10 Puede usarse un robot de combinación con elemento de agarre, unidad de identificación de tubo, unidad de detección de presencia de tubo o bastidor y unidad de detección de nivel de líquido por el sistema de automatización de laboratorio. El robot de combinación usa las características del elemento de agarre robot descritas anteriormente y una cámara de la unidad de identificación de tubo, una cámara de la unidad de detección de presencia de tubo o bastidor y diodos de láser para la detección de nivel de muestra descrita anteriormente.

15 La figura 23 representa un dibujo esquemático de un ejemplo del robot (o conjunto) de combinación. El robot 2302 de combinación puede incluir un elemento 2304 de agarre robótico para agarrar tubos de muestras, dispuesto en un recinto 2301. El elemento 2304 de agarre robótico puede comprender un alojamiento 2304(a) de elemento de agarre con dedos 2304(b) de elemento de agarre que se extienden hacia abajo y que agarran un tubo 2312 de muestras. El robot 2302 de combinación puede usar una cámara 2306 para adquirir imágenes para realizar la detección de tubo y/o detección de nivel de muestra. El robot 2302 de combinación también puede usar un emisor 2308 y un receptor 2309 para realizar la detección de nivel/volumen de muestra mediante diodo de láser. El robot 2312 de combinación
20 también puede usar una cámara 2310 de detección de presencia de tubo o bastidor para adquirir una serie de imágenes durante el movimiento en x-y del elemento de agarre para realizar la detección de presencia de tubo y bastidor y la identificación de tubo y bastidor. Se describen sistemas y métodos de detección de presencia de tubo y bastidor y de identificación de tubo y bastidor en más detalle en la solicitud de patente estadounidense provisional n.^o 61/556.667, presentada el 7 de noviembre de 2011, la solicitud de patente estadounidense provisional n.^o 61/616.994, presentada el 28 de marzo de 2012, y la solicitud de patente estadounidense provisional n.^o 61/680.066, presentada el 6 de agosto de 2012.

30 La figura 24 muestra un diagrama de bloques de alto nivel de algunos componentes en un sistema de identificación de tubo de muestras y bastidor según una configuración dada a conocer. La figura 24 muestra un dispositivo 1842 de adquisición de imágenes acoplado a un dispositivo 1848 de análisis de imágenes. El dispositivo 1848 de análisis de imágenes también puede estar acoplado a una unidad 248 de elemento de agarre y puede proporcionar instrucciones a la misma. La unidad 248 de elemento de agarre puede sujetar entonces un tubo de muestras específico.

35 Los dispositivos de adquisición de imágenes adecuados pueden incluir cámaras, así como detectores tales como los descritos con referencia a la figura 22.

40 Aunque las instrucciones proporcionadas por el dispositivo 1848 de análisis de imágenes se proporcionan a una unidad 248 de elemento de agarre en este ejemplo, las realizaciones de la invención no se limitan a lo mismo. Por ejemplo, realizaciones de la invención pueden proporcionar instrucciones a un controlador central en el sistema de automatización de laboratorio para informar a otros instrumentos o subsistemas aguas debajo de que se ha identificado un tubo particular y/o de que el tubo de muestras tiene un peso particular. Por ejemplo, una vez que se ha identificado un tubo de muestras particular en un bastidor de muestras, un elemento de planificación en un controlador central sabrá dónde está ese tubo de muestras particular en el sistema y puede planificar por adelantado cualquier procesamiento posterior. Por tanto, las instrucciones y/o los datos de análisis proporcionados por el dispositivo 1848 de análisis de imágenes pueden proporcionarse a cualquier instrumento o subsistema aguas abajo adecuado.

50 La figura 25 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo 1848 de análisis de imágenes según una configuración dada a conocer. Puede incluir una interfaz 1848(b) de entrada de datos para recibir datos a partir de uno o más dispositivos de adquisición de imágenes (por ejemplo, la cámara 1842), y un procesador 1848(a) acoplado a la interfaz 1848(b) de entrada. El procesador 1848(a) también puede estar acoplado a una interfaz 1848(c) de salida de datos que proporciona datos a dispositivos adecuados que pueden manipular y/o transportar un tubo 1848(c) de muestras. El procesador 1848(a) puede estar acoplado además a una memoria 1848(d) que puede comprender un módulo 1848(d)-1 de identificación de tubos de muestras, un módulo 1848(d)-2 de determinación de nivel de líquido, un módulo 1848(d)-3 de cálculo de peso de tubo, una base 1848(d)-4 de datos de tubos de muestras y un módulo 1848(d)-5 de instrucciones. El módulo 1848(d)-1 de identificación de tubos de muestras puede comprender código informático, ejecutable por el procesador 1848(a), para determinar la identidad de un tubo de muestras. Un tubo de muestras puede identificarse, por ejemplo, mediante un código de barras en el tubo de muestras, un color de tapón, una forma de tubo, etc. El módulo 1848(d)-2 de determinación de nivel de líquido puede comprender código informático, ejecutable por el procesador 1848(a) para determinar un nivel de líquido de una muestra en un tubo de muestras. El módulo 1848(d)-3 de cálculo de peso de tubo puede comprender código informático, ejecutable por el procesador 1848(a) para calcular el peso de un tubo de muestras. La base 1848(d)-4 de datos de tubos de muestras puede proporcionar información referente a tubos de muestras. El módulo 1808(d)-5 de instrucciones de tubo de muestras puede comprender código, ejecutable por el procesador 1808(a) para proporcionar instrucciones a un dispositivo externo mediante la interfaz 1808(c) de salida de datos. Las instrucciones

que se proporcionan pueden incluir instrucciones para una unidad de elemento de agarre, que hacen que la unidad de elemento de agarre transporte el tubo de muestras hasta una ubicación particular o un subsistema particular después de identificar el tubo de muestras. Obsérvese que cualquiera de los módulos de software anteriormente descritos puede funcionar independientemente o en conjunto. Por ejemplo, el módulo 1848(d)-1 de identificación de tubos de muestras puede funcionar con el módulo 1848(d)-2 de nivel de líquido y el módulo 1848(d)-3 de cálculo de peso de tubo de muestras para identificar el tubo de muestras particular y para calcular un peso del tubo de muestras.

La base 1848(d)-4 de datos de tubos de muestras puede comprender cualquier tipo adecuado de información referente a tubos de muestras. Puede incluir, por ejemplo, información de tubo de muestras que correlaciona muestras con características, marcadores o etiquetas de tubo de muestras en un tubo de muestras. La base 1848(d)-4 de datos de tubos de muestras también puede incluir información referente a diferentes tipos de tubos de muestras y sus volúmenes y pesos correspondientes (sin una muestra en el mismo). Esta información, junto con información sobre el nivel de una muestra si un tubo, puede usarse para calcular el peso de un tubo de muestras.

En métodos según configuraciones dadas a conocer, al menos una cámara adquiere al menos una imagen del bastidor con tubos de muestras que comprenden muestras. El método comprende además analizar, mediante el dispositivo de análisis de imágenes, la al menos una imagen para identificar características de los tubos de muestras y/o bastidor. Si los tubos de muestras comprenden diferentes muestras, entonces estas muestras pueden estar en diferentes tubos de muestras con diferentes características, y las muestras pueden procesarse de manera diferente, después de haberse identificado. Por ejemplo, después de recibir instrucciones a partir del dispositivo de análisis, puede enviarse un primer tubo de muestras con una primera característica y una primera muestra a una unidad de almacenamiento mediante un elemento de agarre (acoplado a un brazo robótico) que puede moverse en tres direcciones (X, Y y Z), mientras que puede enviarse un segundo tubo de muestras con una segunda característica y una segunda muestra a una centrífuga, antes de analizarse.

El procesador 1808(a) puede comprender cualquier procesador de datos adecuado para procesar datos. Por ejemplo, el procesador puede comprender uno o más microprocesadores que funcionan de manera independiente o en conjunto para hacer que funcionen diversos componentes del sistema.

La memoria 1808(d) puede comprender cualquier tipo adecuado de dispositivo de memoria, en cualquier combinación adecuada. La memoria 1808(d) puede comprender uno o más dispositivos de memoria volátil no volátil, que funcionan usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos eléctrica, magnética y/u óptica adecuada.

V. Unidad de detección de presencia de tubo o bastidor

El sistema automatizado de laboratorio puede usar un aparato de detección de presencia de tubo o bastidor para detectar la presencia de un tubo de muestras o bastidor y sus características. Pueden usarse herramientas de análisis o un dispositivo de análisis de imágenes para analizar o procesar una o más imágenes adquiridas mediante una o más cámaras y determinar objetos en el campo de visión de las cámaras. El dispositivo de análisis de imágenes puede determinar la presencia y características de cada bastidor y de cada tubo de muestras en el bastidor e identificar cada tubo de muestras en el bastidor usando las características determinadas.

Las realizaciones de la invención que se refieren a los sistemas y métodos de identificación de tubo o bastidor pueden usarse en cualquier parte adecuada del sistema anteriormente descrito. Por ejemplo, pueden usarse en el módulo 202 de entrada, módulo 214 de salida anteriormente descritos o cualquier otra parte del sistema que use bastidores y tubos.

En realizaciones de la invención, tal como se indicó anteriormente, puede usarse un “dispositivo de adquisición de imágenes” para captar imágenes tales como imágenes en 2D de recipientes de muestras o elementos de contención de recipientes de muestras. Los ejemplos de dispositivos de adquisición de imágenes comprenden cámaras así como detectores que pueden detectar cualquier tipo adecuado de energía electromagnética.

En realizaciones de la invención, las “características de recipiente de muestras” pueden comprender cualquier característica adecuada sobre un recipiente de muestras. Tales características pueden estar relacionadas con una característica física de un recipiente tal como un cuerpo de tubo y/o tapón de tubo. Los ejemplos de características de tubo de muestras incluyen color de tapón, forma de tapón, etiquetas y marcadores.

En realizaciones de la invención, las “características de elemento de contención de recipiente de muestras” pueden comprender cualquier característica adecuada de un elemento de contención de muestras. Un elemento de contención de recipiente de muestras puede incluir varios rebajes para contener una matriz de recipientes de muestras. Las características de elementos de contención de recipiente de muestras pueden comprender cualquier característica adecuada incluyendo al menos una de un tamaño, forma o color, así como etiquetas y/o marcadores que están asociados con (por ejemplo, sobre) los elementos de contención de recipiente de muestras.

A. Identificación de tubo de muestras o bastidor

Otras realizaciones de la invención se refieren a la detección de tubo de muestras y bastidor. La figura 26 muestra un diagrama de bloques de alto nivel de algunos componentes en un sistema de identificación de tubo de muestras y bastidor según una realización de la invención. La figura 26 muestra una cámara 1802 acoplada a un dispositivo 1808 de análisis de imágenes. El dispositivo 1808 de análisis de imágenes también puede estar acoplado a un elemento 228 de agarre y puede proporcionar instrucciones al mismo. El elemento 228 de agarre puede sujetar entonces un tubo de muestras específico en un bastidor 1806 con tubos de muestras.

Aunque las instrucciones proporcionadas por el dispositivo de análisis de imágenes se proporcionan a un elemento 228 de agarre en este ejemplo, las realizaciones de la invención no se limitan a lo mismo. Por ejemplo, realizaciones de la invención pueden proporcionar instrucciones a un controlador central en el sistema de automatización de laboratorio para informar a otros instrumentos o subsistemas aguas debajo de que se ha identificado un tubo y/o bastidor particular. Por ejemplo, una vez que se ha identificado un tubo de muestras particular en un bastidor de muestras, un elemento de planificación en un controlador central sabrá dónde está ese tubo de muestras particular en el sistema y puede planificar por adelantado cualquier procesamiento posterior. Por tanto, las instrucciones y/o los datos de análisis proporcionados por el dispositivo 1808 de análisis de imágenes pueden proporcionarse a cualquier instrumento o subsistema aguas abajo adecuado.

La figura 27 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo 1808 de análisis de imágenes. Puede incluir una interfaz 1808(b) de entrada de datos para recibir datos a partir de la una o más cámaras (por ejemplo, la cámara 1802), y un procesador 1808(a) acoplado a la interfaz 1808(b) de entrada. El procesador 1808(a) también puede estar acoplado a una interfaz 1808(c) de salida de datos que proporciona datos a dispositivos adecuados que pueden manipular y/o transportar un tubo de muestras. El procesador 1808(a) central puede estar acoplado además a una memoria 1808(d) que puede comprender un módulo 1808(d)-1 de determinación de forma, un módulo 1808(d)-2 de determinación de color, un módulo 1808(d)-3 de determinación de marcador y etiqueta, un módulo 1808(d)-4 de detección de presencia de tubo y un módulo 1808(d)-5 de instrucciones. El módulo 1808(d)-1 de determinación de forma puede comprender código informático, ejecutable por el procesador 1808(a), para determinar la forma de un tubo de muestras o bastidor. El módulo 1808(d)-2 de determinación de color puede comprender código informático, ejecutable por el procesador 1808(a) para determinar un color de un tapón de tubo de muestras o bastidor. El módulo 1808(d)-3 de determinación de marcador y etiqueta puede comprender código informático, ejecutable por el procesador 1808(a) para determinar marcador o etiqueta asociado con un tapón, cuerpo de tubo o bastidor. El módulo 1808(d)-4 de detección de presencia de tubo puede comprender código, ejecutable por el procesador, para determinar la ausencia o presencia de un tubo de muestras en una ubicación de bastidor particular dentro de un bastidor. El módulo 1808(d)-5 de instrucciones de tubo de muestras puede comprender código, ejecutable por el procesador 1808(a) para proporcionar instrucciones a un dispositivo externo mediante la interfaz 1808(c) de salida de datos. Las instrucciones que se proporcionan pueden incluir instrucciones para una unidad de elemento de agarre, que hacen que la unidad de elemento de agarre localice y agarre un tubo o tubos de muestras particulares en uno o más bastidores. Obsérvese que cualquiera de los módulos de software anteriormente descritos puede funcionar independientemente o en conjunto. Por ejemplo, el módulo 1808(d)-1 de determinación de forma puede funcionar con el módulo 1808(d)-2 de determinación de color para identificar tanto la forma de un tapón particular así como su color, con el fin de identificar el tubo de muestras asociado con el tapón.

En métodos según configuraciones dadas a conocer, al menos una cámara adquiere al menos una imagen del bastidor con tubos de muestras que comprenden muestras. El método comprende además analizar, mediante el dispositivo de análisis de imágenes, la al menos una imagen para identificar características de los tubos de muestras y/o bastidor. Si los tubos de muestras comprenden diferentes muestras, entonces estas muestras pueden estar en diferentes tubos de muestras con diferentes características, y las muestras pueden procesarse de manera diferente, después de haberse identificado. Por ejemplo, después de recibir instrucciones a partir del dispositivo de análisis, puede enviarse un primer tubo de muestras con una primera característica y una primera muestra a una unidad de almacenamiento mediante un elemento de agarre (acoplado a un brazo robótico) que puede moverse en tres direcciones (X, Y y Z), mientras que puede enviarse un segundo tubo de muestras con una segunda característica y una segunda muestra a una centrífuga, antes de analizarse.

El procesador 1808(a) puede comprender cualquier procesador de datos adecuado para procesar datos. Por ejemplo, el procesador puede comprender uno o más microprocesadores que funcionan de manera independiente o en conjunto para hacer que funcionen diversos componentes del sistema.

La memoria 1808(d) puede comprender cualquier tipo adecuado de dispositivo de memoria, en cualquier combinación adecuada. La memoria 1808(d) puede comprender uno o más dispositivos de memoria volátil o no volátil, que funcionan usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos eléctrica, magnética y/u óptica adecuada.

La figura 28(a) muestra un sistema 1800 que comprende una unidad de cámara (por ejemplo, exploradores en línea o matrices en 2D) que comprende una cámara 1802 y elementos 1804 de iluminación (por ejemplo, luces). La cámara 1802 adquiere una imagen en 2D para un objeto objetivo que puede usarse en el sistema de automatización de laboratorio para detectar la presencia de, e identificar, el objeto objetivo. La cámara 1802 y los elementos 1804

de iluminación pueden ser móviles o estacionarios y pueden estar montados en un armazón (no mostrado) en un módulo de procesamiento por encima de bastidores con tubos de muestras. En este ejemplo, los objetos objetivo son múltiples tubos 1806(a) de muestras que se proporcionan en un bastidor 1806(b) de 6x6. La imagen en 2D puede procesarse entonces adicionalmente mediante software de análisis de imágenes en el dispositivo de análisis de imágenes y puede detectar la presencia y obtener características del objeto objetivo (por ejemplo, tubos de muestras o bastidores), tales como indicadores de tapón de tubo, marcadores de bastidor, etiquetas de código de barras circulares, color y forma de tapón o bastidor, etc. La imagen en 2D también puede analizarse para determinar la presencia o ausencia de un tubo de muestras en diversas ubicaciones de tubo de muestras en el bastidor 1806. Analizando las características de tubo y analizando la presencia de los tubos de muestras en un bastidor, un elemento de agarre u otro dispositivo de transporte sabe qué muestras seleccionar para su procesamiento adicional, y también sabe si pueden colocarse muestras adicionales o no en el bastidor para su procesamiento adicional.

La figura 28(b) representa otra configuración de un sistema para la detección y el análisis de bastidores o tubos de muestras. La unidad 1808 de cámara (por ejemplo, exploradores en línea o matrices en 2D) comprende una pluralidad de cámaras 1810(a), 1810(b), 1810(c) y elementos 1812 de iluminación para adquirir una o más imágenes en 2D de los objetos objetivo que pueden usarse en el sistema de automatización de laboratorio para detectar la presencia de, e identificar, los objetos objetivo. La unidad 1808 de cámara que comprende la pluralidad de cámaras 1810(a), 1810(b), 1810(c) está dispuesta encima de una unidad 202 de entrada orientada hacia la zona de entrada que incluye los objetos objetivo. En este ejemplo, los objetos objetivo comprenden tubos de muestras que se proporcionan en bastidores 1806 proporcionados en una pluralidad de cajones 216 paralelos de la unidad 202 de entrada. Tal como se muestra, la pluralidad de cámaras 1810(a), 1810(b), 1810(c) puede captar diferentes imágenes 1820(a), 1820(b), 1820(c). Las imágenes 1820(a), 1820(b) y 1820(c) adyacentes pueden solaparse de modo que puede juntarse una imagen más grande si se desea.

Las imágenes en 2D obtenidas mediante la pluralidad de cámaras 1810(a), 1810(b), 1810(c) pueden procesarse entonces adicionalmente mediante software de análisis de imágenes para detectar la presencia y obtener rasgos característicos de los objetos objetivo (por ejemplo, tubos de muestras y bastidores), tal como indicadores de tapón de tubo, marcadores de bastidor, etiquetas de código de barras circulares, color y forma de tapón o bastidor, etc. O bien puede adquirirse una serie de imágenes mediante la unidad 1808 de cámara durante el movimiento de los cajones 216, o bien puede realizarse una imagen general de la zona de entrada en un estado cerrado para los cajones 216.

La figura 28(c) representa otra configuración de una unidad de cámara para la detección y el análisis de bastidores o tubos de muestras. Una unidad 1814 de cámara (por ejemplo, exploradores en línea o matrices en 2D) que tiene una cámara 1816 y elementos 1818 de iluminación para adquirir imágenes en 2D para objetos objetivo puede usarse en el sistema de automatización de laboratorio para detectar la presencia de, e identificar, los objetos objetivo.

La unidad 1814 de cámara está acoplada a un extremo inferior de un elemento 228 de agarre orientado hacia la zona de entrada. El elemento 228 de agarre comprende un cuerpo 228(a) de elemento de agarre y dedos 228(b) de elemento de agarre, que pueden agarrar un tubo 1840 de muestras. El elemento 228 de agarre también puede estar unido a un pórtico 1817 en X-Y de modo que el elemento 228 de agarre puede moverse en una dirección X, Y o Z. Se adquiere una serie de imágenes mediante la cámara 1816 durante el movimiento del elemento 228 de agarre de entrada.

En este ejemplo, los objetos objetivo son uno o más tubos de muestras que se proporcionan en uno o más bastidores 1806 proporcionados en los cajones 216 de la unidad 202 de entrada. La imagen en 2D puede procesarse entonces adicionalmente mediante software de análisis de imágenes para obtener rasgos característicos del objeto objetivo (por ejemplo, tubos de muestras y bastidores), tales como indicadores de tapón de tubo, marcadores de bastidor, etiquetas de código de barras circulares, color y forma de tapón o bastidor, etc.

Cuando la unidad 1814 de cámara toma una serie de imágenes, las imágenes pueden juntarse mediante la herramienta de análisis para generar una imagen general. Dentro de esta imagen general, pueden detectarse objetos individuales mediante análisis de imágenes realizado por la herramienta de análisis. Por ejemplo, usando análisis de imágenes pueden detectarse objetos individuales tales como marcadores en los bastidores de contención o un tapón o cierre de un tubo de muestras ubicado en un bastidor de contención.

La configuración dada a conocer en la figura 28(c) tiene ventajas. Por ejemplo, usando esta configuración, puede tomarse una imagen de un bastidor de tubos de muestras con muestras, y puede analizarse la imagen, y puede indicarse al elemento de agarre que seleccione el tubo de muestras apropiado a partir del bastidor de tubos de muestras y/o coloque un tubo en una ubicación de tubo de muestras libre en el bastidor. El elemento de agarre y su brazo robótico y procesa información mientras se mueve, dando de ese modo como resultado un procedimiento muy eficiente.

La figura 29 representa una imagen de solapamiento de ejemplo de una imagen original y la imagen analizada destacada de la identificación de tubos de muestras en un bastidor de muestras basándose en una imagen en vista desde arriba. Las posibles posiciones detectadas para un tubo de muestras se destacan con círculos 2902, mientras

que un tubo de muestras detectado se indica mediante una cruz 2904. Software de reconocimiento de forma puede reconocer contornos de posibles ubicaciones para tubos de muestras mediante reconocimiento de formas particulares para los rebajes que pueden recibir los tubos de muestras. En algunos casos, los rebajes en el bastidor pueden tener color para ayudar en el reconocimiento de los rebajes vacíos. Otras ubicaciones de bastidor con tubos de muestras cubren los rebajes vacíos y por tanto puede considerarse que están llenas con tubos de muestras. Puede formarse un mapa de círculos y cruces tal como se muestra en la figura 6, y esto puede solaparse sobre una imagen en vista en planta desde arriba del bastidor con los tubos. En algunos casos, las características particulares del bastidor y las ubicaciones para la colocación de tubos de muestras (por ejemplo, rebajes) pueden mapearse previamente y almacenarse en una memoria en el sistema. Por tanto, realizaciones de la invención pueden determinar la presencia y/o ausencia de un tubo de muestras en una ubicación de bastidor particular en un bastidor.

La herramienta de análisis según una configuración dada a conocer también puede obtener detalles tales como color de tapón, forma de tapón, marcadores o etiquetas en el tapón para un tubo de muestras individual en un bastidor de contención, etc. Los detalles obtenidos pueden usarse entonces para optimizar las etapas de procedimiento posteriores para el sistema automatizado de laboratorio.

B. Marcador de tubos de muestras

1. Indicador de muestra urgente

El sistema de automatización de laboratorio puede usar un dispositivo indicador de estado de muestra, que puede proporcionar una manera sencilla de marcar un tubo de muestras como tubo de emergencia o urgente que requiere un análisis inmediato, sin la aplicación de material adicional en el tubo de muestras. Actualmente, pueden marcarse tubos de muestras con etiquetas autoadherentes (por ejemplo, etiquetas de color que indican urgencia), adhesivos "urgentes", de simplemente usando una nota escrita a mano que indica urgencia en etiquetas ya existentes. El mecanismo de indicador de muestra urgente de la presente tecnología puede indicar urgencia o estado de la muestra sin necesidad de etiquetar o escribir a mano la indicación.

El dispositivo indicador de estado de muestra incluye un elemento manualmente móvil del tapón de tubo de muestras, en el que el elemento móvil puede moverse a al menos una primera posición y una segunda posición. Cuando se mueve el elemento móvil a una primera posición, una ventana puede visualizar un primer estado del tubo de muestras (por ejemplo, normal o no urgente). Cuando se mueve el elemento móvil a una segunda posición, la ventana puede visualizar un segundo estado del tubo de muestras (por ejemplo, una marca que indica un estado urgente). El indicador o marcador puede leerse por operarios así como por un sistema automatizado. El indicador o marcador puede ser un color, caracteres, números, iconos, etc., particulares.

Por ejemplo, en cuanto se recogen tubos con diferentes prioridades en un bastidor de múltiples tubos, las etiquetas convencionales pueden cubrirse por el propio bastidor de por tubos contiguos, haciendo por tanto difícil reconocer tales etiquetas o adhesivos como marca de emergencia para procedimientos automatizados. En situaciones convencionales, normalmente debe realizarse una clasificación previa. El indicador de muestra urgente de la presente tecnología puede proporcionar el marcador visual en la parte superior del tubo de modo que los tubos urgentes pueden reconocerse inmediatamente por usuarios así como por un procedimiento automatizado mediante procesamiento de imágenes. Esto permite que el usuario mezcle muestras de emergencia junto con muestras de prioridad inferior en un bastidor o bolsa para su transporte. Pasa a ser poco probable que no se detecten muestras de emergencia y puede no requerirse una clasificación previa adicional.

Los indicadores en configuraciones dadas a conocer pueden ser indicadores de estado. Los ejemplos de estados de tubo particulares incluyen, pero no se limitan a, la prioridad particular asociada con un tubo (por ejemplo, urgente, no urgente, STAT, etc.), el procesamiento particular deseado para un tubo (por ejemplo, centrifugar, tomar alícuotas, etc.), etc.

En una configuración dada a conocer, los marcadores no se limitan a marcas de emergencia o priorización, y alternativamente pueden permitir varias marcas predefinidas visuales, tales como material de contenido de recipiente, aditivos, reactivos, etc., sin la necesidad de partes diferentes. El elemento móvil puede moverse (por ejemplo, un primer sentido o segundo sentido) a una determinada posición de modo que la ventana visualiza un indicador particular.

En una configuración dada a conocer, las posiciones a las que puede moverse el elemento móvil pueden tener una función de enclavamiento mecánico o un dispositivo de limitación para conmutar entre dos o más posiciones. Esto previene que la parte móvil se mueva accidentalmente a una posición incorrecta.

La figura 30 muestra una vista de un tubo 3002 de muestras que comprende un cuerpo 3004 de tubo de muestras y un tapón 3000 en el cuerpo de tubo de muestras. Una muestra tal como una muestra biológica puede estar presente en el tubo 3002 de muestras. El cuerpo 3004 de tubo de muestras puede comprender un material transparente o translúcido que comprende plástico o vidrio. El tapón 3000 de muestra también puede comprender un material tal como plástico.

Las figuras 31(a)-31(b) representan un ejemplo de un tapón 3000 que tiene un elemento móvil que expone o no expone un indicador de muestra urgente.

5 En la figura 31(a), el tapón 3000 comprende un cuerpo 3000(a) de tapón cilíndrico y un elemento 3000(b) móvil en una región superior del cuerpo 3000(a) de tapón cilíndrico. El elemento 3000(b) móvil puede rotar de modo que una ventana 3000(b)-1 expone un indicador 3004 no urgente. El indicador 3004 no urgente puede ser un color tal como verde para indicar que la muestra tiene que procesarse de una manera no urgente. Asas 3000(b)-2 en forma de protuberancias pueden estar presentes en el elemento 3000(b) móvil para permitir que un ser humano, un elemento de agarre u otro elemento mueva el elemento 3000(b) móvil cambiando el estado del tubo de muestra. Aunque se describen asas en detalle, las realizaciones de la invención pueden incluir otros tipos de características de manipulación tales como orificios.

15 En la figura 31(b), el elemento 3000(b) móvil se hace rotar a una posición de emergencia o urgente para exponer un indicador 3005 de muestra urgente. El indicador 3005 de muestra urgente puede ser rojo para indicar que el tubo de muestras tiene que procesarse lo antes posible.

Aunque los indicadores en las figuras 31(a) y 31(b) son no urgente 3004 y urgente 3005, se entiende que el tapón 3000 de tubo de muestras mostrado en las figuras 31(a) y 31(b) puede tener otros tipos de indicadores. Por ejemplo, los indicadores pueden indicar que una muestra tiene que procesarse mediante una máquina particular, mediante un procedimiento particular, en un orden particular, etc.

El tapón 3000 y su indicación de estado de tubo de muestras pueden visualizarse por las unidades de cámara mostradas en las figuras 28(a)-28(c) y pueden identificarse y procesarse tal como se describió anteriormente.

25 2. Indicador de centrifugación

El sistema de automatización de laboratorio puede usar un dispositivo indicador de estado de centrifugación, que puede indicar si se ha centrifugado una muestra. Generalmente, la mayor parte de los tubos de muestras en un laboratorio requieren centrifugación dado que sólo se usa su suero para el análisis. Cuando un tubo de muestras está en reposo durante un periodo de tiempo prolongado, hay sedimentación de la muestra de modo que visualmente parece que la muestra se ha centrifugado. Adicionalmente, puede resultar menos evidente que una muestra previamente centrifugada realmente se centrifugó si se agita la muestra (por ejemplo, durante el transporte). Si se mezclan tubos de muestras que han estado en reposo durante un periodo de tiempo y tubos de muestras previamente centrifugados, un usuario puede no ser capaz de distinguir qué tubos de muestras ya se centrifugaron realmente. Además, puede ser difícil para un usuario determinar visualmente la calidad de la centrifugación (por ejemplo, si el tiempo de centrifugación y la fuerza (minutos*g) fueron suficientes o no).

El dispositivo indicador de estado de centrifugación de la presente tecnología proporciona una manera de visualizar el estado de centrifugación de un tubo de muestras. El estado de centrifugación puede leerse por usuarios o por un dispositivo de automatización de laboratorio de manera independiente del aspecto real de la sangre u otra muestra en el tubo de muestras. El indicador de centrifugación previene el error de usuario que puede dar como resultado resultados de prueba incorrectos. El indicador de centrifugación proporciona una marca visual que cambia su aspecto durante la centrifugación según el tiempo y la fuerza de centrifugación, pero mantiene su estado en condiciones de transporte de tubo normales.

El marcador visual del indicador de centrifugación puede estar en la parte superior del tubo de muestras de modo que puede reconocerse inmediatamente por usuarios así como mediante un procedimiento automatizado mediante procesamiento de imágenes. Permite mezclar muestras previamente centrifugadas con muestras no centrifugadas en un bastidor y evita la clasificación previa manual de muestras antes de la entrada en automatización. En una configuración dada a conocer, el indicador de centrifuga puede formar parte del tapón de tubo de muestras para cubrir el tubo de muestras.

Adicionalmente, puede determinarse automáticamente la calidad de centrifugación y procedimientos posteriores en el sistema de automatización de laboratorio pueden controlarse según el resultado. En la figura 32(a) se muestra una configuración de un indicador de centrifugación. El indicador de centrifugación representado incluye un recipiente pequeño (que puede estar en forma de un alojamiento de tapón) con una parte superior transparente que contiene un gel 3202 de color (por ejemplo, blanco) y partículas 3204 de una densidad diferente (por ejemplo, superior) y con un color diferente (por ejemplo, azul). Usando el ejemplo de gel 3202 blanco y partículas 3204 azules, el aspecto inicial del recipiente puede ser azul claro cuando los dos componentes están inicialmente mezclados, o el aspecto puede ser azul en el caso en el que las partículas están en la parte superior del gel 3206. Durante la centrifugación, las partículas azules se mueven a la parte inferior del recipiente debido a la densidad superior, y el aspecto de la parte superior cambia a blanco debido a la falta de partículas 3210. La combinación de los materiales elegidos proporciona la posibilidad de obtener diferentes aspectos según la fuerza y el tiempo de centrifugación aplicados. Adicionalmente, puede usarse más de un tipo de partículas para obtener una resolución más fina del tiempo y la fuerza de centrifugación aplicados.

En una configuración, el indicador de centrifugación es un cilindro transparente que se presiona sobre un dispositivo sensible a la presión (por ejemplo, película indicadora de presión) que cambia su aspecto según la fuerza de centrifugación aplicada. La figura 32(b) representa un ejemplo de este tipo de indicador de centrifugación. El indicador de centrifugación incluye el dispositivo 3212 sensible a la presión (por ejemplo, lámina) en un cilindro 3214 transparente, que puede comprender un material transparente tal como un gel transparente. El cilindro 3214 transparente permite visualizar el dispositivo 3212 sensible a la presión. Cuando la muestra 3216 no está centrifugada, el dispositivo 3212 sensible a la presión puede tener un aspecto transparente. Durante la centrifugación 3218, el dispositivo 3212 sensible a la presión en el indicador de centrifugación puede tener un aspecto de un color particular. Una vez que el tubo 3220 de muestras se ha centrifugado, el dispositivo 3212 sensible a la presión en el indicador de centrifugación puede tener otro aspecto de otro color particular. Un ejemplo de un dispositivo 3212 sensible a la presión puede ser la película Prescale™ de Fujifilm™.

La figura 33(a) muestra una vista en sección transversal lateral de un tapón con un dispositivo 3336 sensible a la presión en forma de una lámina. El tapón se muestra en un estado no centrifugado. Tal como se muestra, el tapón puede incluir un cuerpo con una porción 3338 de rosca de tapón cilíndrica y una porción 3338 superior de tapón cilíndrica separadas por una porción 3340 horizontal circular perpendicular. Un dispositivo 3336 sensible a la presión está en la porción 3340 horizontal. Una pluralidad de postes 3332 transparentes pueden estar en el dispositivo 3336 sensible a la presión, y las superficies superiores de los postes 3332 pueden estar cubiertas con una cubierta 3330 ópticamente transparente (por ejemplo, compuesta por plástico transparente).

La figura 33(b) muestra una vista en planta desde arriba del tapón en la figura 33(a). En las figuras 33(a) y 33(b), números de referencia iguales designan elementos iguales. Tal como se muestra, el dispositivo 3336 sensible a la presión puede tener un primer color cuando no se aplica ninguna presión al mismo.

En las figuras 34(a) y 34(b) se muestra el mismo tapón. Sin embargo, este tapón se muestra después de la centrifugación. Tal como se muestra, los postes 3332 aplicados hacia abajo presionan sobre el dispositivo 3336 sensible a la presión provocando un cambio de color en el dispositivo 3336 sensible a la presión en zonas bajo los postes 3332. Cuando se observa desde la parte superior en la figura 34(b), se muestra un patrón diferenciado de tres puntos (de un segundo color) contra un fondo de un color diferente (por ejemplo, el primer color). Este patrón puede observarse mediante una cámara que mira hacia abajo sobre el tapón, y un dispositivo de análisis acoplado a la cámara puede determinar que el tubo de muestras con el tapón contiene una muestra centrifugada (tal como se describió anteriormente con respecto a las figuras 28(a)-28(c)).

3. Código de barras

El sistema de automatización de laboratorio puede usar un dispositivo de identificación de código de barras para identificar muestras. Pueden aplicarse códigos de barras a recipientes de muestras. Por ejemplo, puede aplicarse un código de barras circular en la parte superior de un tapón de tubo de muestras. Un código de barras circular puede proporcionar una manera fácil y rápida de identificar los tubos de muestras antes de que se manipulen por el elemento de agarre de entrada por primera vez.

VI. Armazón y concepto de modularidad

Un uso continuo y por tanto rentable de un sistema de transporte depende del tiempo de actividad del sistema. Por ejemplo, la falta de disponibilidad temporal de subconjuntos dentro del sistema debido a fallo, mantenimiento, servicio planificado, etc., puede provocar una parada completa de todo el sistema. Por tanto, con el fin de evitar o minimizar el tiempo de inactividad de un sistema de transporte de este tipo, el sistema puede estar diseñado o formado por módulos de procesamiento independientes individuales conectados a una unidad de transporte principal que sigue funcionando aunque uno o más módulos puedan no estar disponibles.

La presente tecnología usa armazones o módulos para diferentes componentes del sistema de automatización de laboratorio. Tal como se comentó anteriormente, una realización puede incluir una unidad de gestor, una unidad de centrífuga, una unidad de elemento de toma de alícuotas, una unidad de salida/clasificador y una unidad de almacenamiento. Los módulos de procesamiento individuales pueden controlarse independientemente mediante controladores locales pero pueden permanecer en comunicación continua con una unidad de controlador central para el sistema de automatización de laboratorio completo. Esto puede garantizar una planificación optimizada de etapas de procesamiento para objetos individuales y permitir la recuperación de condiciones de error en los sistemas provocadas por una falta de disponibilidad imprevista de un módulo de procesamiento individual.

Los módulos de procesamiento pueden representar estaciones de procesamiento diseñadas para llevar a cabo procedimientos en los objetos individuales, transportados por la unidad de transporte principal. Los módulos pueden o bien actuar directamente sobre la unidad de transporte principal o bien usar una unidad de transporte de módulo de procesamiento correspondiente que puede dirigir objetos individuales desde la unidad de transporte principal a través de aberturas entre las unidades de transporte hasta la estación de procesamiento y de vuelta hasta la unidad de transporte principal.

Adicionalmente, los módulos de procesamiento pueden recibirse y guiarse mediante armazones, firmemente conectados a la unidad de transporte principal para transportar una muestra. Los armazones pueden formar parte de la unidad de transporte principal y pueden actuar como soporte para la unidad de transporte principal en caso de que la unidad de procesamiento se separe del sistema.

Con el fin de permitir la unión y separación mecánicas de módulos de procesamiento en el armazón de soporte o unidad de transporte principal, los módulos de procesamiento pueden moverse en ruedas y guiarse en o hasta los armazones por medio de raíles de guiado. Adicionalmente, pueden proporcionarse medios de ajuste del posicionamiento, o bien en los armazones de soporte o bien con los módulos de procesamiento individuales. Por ejemplo, para permitir la conexión electrónica para suministro de potencia y/o comunicación entre controladores locales y centrales, puede proporcionarse una conexión enchufable entre el módulo de procesamiento y la unidad de transporte principal/armazón.

La figura 35 representa un ejemplo de una vista desde arriba de un sistema de transporte de objetos que muestra un sistema de transporte principal y varias estaciones de procesamiento dispuestas como unidades o módulos en el sistema de automatización de laboratorio. Los módulos 3504 de procesamiento pueden unirse de manera eléctrica y/o con comunicación a la unidad 220 de transporte principal en aberturas de conexión entre las unidades 3502 de transporte. Los módulos 3506 son móviles, permitiendo que un módulo o bien se retire o bien se una a la unidad 220 de transporte principal. Cualquiera de los módulos anteriormente descritos (por ejemplo, módulo de centrifuga, módulo de elemento de toma de alicuotas, etc.) puede usarse en las configuraciones mostradas en la figura 35, así como las figuras 36-37.

Para cada módulo de procesamiento, puede proporcionarse una unidad de controlador local para monitorizar el estado y la funcionalidad del módulo. Una unidad de controlador central del sistema de automatización de laboratorio puede planificar el transporte de tubos de muestras a cada módulo basándose en la disponibilidad de los procedimientos de las estaciones de procesamiento individuales que tienen que llevarse a cabo en un objeto individual. Medios de sensor dentro del armazón o la unidad de transporte principal pueden detectar la presencia o ausencia de una unidad de procesamiento.

La figura 36 representa una vista lateral para los módulos 3504 de procesamiento unidos 3602 y separados 3604 a la unidad 220 de transporte principal. Cuando el módulo 3504 de procesamiento está unido 3602, puede unirse mediante un armazón 3606. El módulo 3504 de procesamiento también puede separarse 3604 del armazón 3606 cuando no está usándose en el sistema de automatización de laboratorio. Cuando el módulo 3504 de procesamiento está separado del sistema de transporte de objetos, la unidad de transporte principal permanece soportada y formando parte del armazón para la unidad de transporte de objetos.

La figura 37 representa una vista lateral de un módulo de procesamiento con una unidad de transporte adicional. La unidad de transporte adicional puede unirse a, y separarse de, la unidad de transporte principal junto con el módulo de procesamiento. Cuando el módulo 3504 de procesamiento está unido 3602, el módulo 3504 de procesamiento junto con la unidad 3702 de transporte de módulo adicional puede unirse a la unidad 220 de transporte principal mediante el armazón 3606. El módulo 3504 de procesamiento junto con la unidad 3702 de transporte de módulo también puede separarse 3604 del armazón 3606 y por tanto la unidad 220 de transporte principal cuando no está usándose por el sistema de automatización de laboratorio. Cuando el módulo 3504 de procesamiento está separado de la unidad 220 de transporte principal, la unidad 220 de transporte principal permanece soportada y formando parte del armazón para la unidad de transporte de objetos, y la unidad 2602 de transporte de módulo se separa automáticamente con el módulo 3504 de procesamiento.

En el caso de un mantenimiento planificado o un fallo imprevisto de un módulo de procesamiento individual, el controlador local correspondiente puede enviar una señal al controlador principal y solicitar la aprobación para separar el módulo de procesamiento a partir del sistema. Además, el usuario o el controlador central puede inicializar el procedimiento de separación para un módulo de procesamiento individual.

En una configuración para separar un módulo de procesamiento, el controlador central, si se solicita, puede detener la planificación de muestras para la unidad de procesamiento particular. En este punto, el controlador central puede volver a planificar todos los objetos que requieren el módulo de procesamiento no disponible a otro módulo de procesamiento equivalente si el otro módulo de procesamiento equivalente está disponible. Alternativamente, en vez de eso, el controlador central puede volver a planificar todos los objetos que requieren el módulo de procesamiento no disponible a una posición de error.

Si el controlador central vuelve a planificar todos los objetos que requieren el módulo de procesamiento no disponible a otro módulo de procesamiento equivalente, el controlador central puede indicar al usuario, por ejemplo, mediante interfaz gráfica u otros medios de notificación similares, que separe el módulo. En el caso de un fallo imprevisto, puede notificarse al usuario que el usuario debe o bien arreglar el problema y reiniciar el módulo o bien realizar mantenimiento de usuario.

En una configuración dada a conocer, si el módulo que no está disponible es un módulo de procesamiento que es crítico para el sistema de automatización de laboratorio, el controlador central puede detener la unidad 220 de transporte principal de modo que puede abordarse el módulo de procesamiento crítico.

5 VII. Transporte de muestras

El sistema de automatización de laboratorio puede tener uno o más medios de transporte de tubos de muestras desde una ubicación dentro del sistema hasta otra ubicación. A continuación se describirán en más detalle tres tipos de sistemas de transporte de laboratorio (sistema de transporte de disco, sistema de transporte de transportador y sistema de transporte magnético).

15 Cuando un tubo de muestras se lleva desde una ubicación hasta otra mediante un sistema de transporte particular, el tubo de muestras puede colocarse en un soporte y después transportarse. Estos soportes también pueden usarse para posiciones de tubo fijas dentro del sistema de automatización de laboratorio. Los tubos de muestras pueden tener una variedad de tipos y tamaños de tubo, y puede ser necesario que el sistema de automatización de laboratorio pueda manipular estas diferentes geometrías de tubo de muestras. Esto puede requerir un soporte que pueda aceptar diferentes geometrías de tubo y fijarlas de manera adecuada dentro del soporte para su procesamiento automático. Los soportes de muestras usados hasta ahora carecen normalmente de la capacidad de fijar todas las geometrías de tubo en el soporte de manera adecuada y normalmente bloquean la porción inferior del tubo de muestras frente a la exploración de código de barras. El soporte de la presente tecnología puede permitir llevar tubos de muestras de una variedad de geometrías usando una fuerza de inserción de tubo baja. Una fuerza de inserción baja puede ayudar a conservar la calidad de la muestra dado que menos fuerza dará como resultado menos sacudidas/vibraciones y por tanto menos probabilidad de que vuelvan a mezclarse muestras durante la carga de soporte. Cuando el soporte se carga con un tubo de muestras, el tubo de muestras se captura, se centra y se sujeta verticalmente mediante superficies paralelas al eje central del tubo mediante elementos de inserción cargados por resorte, permitiendo una ubicación repetible de los tubos de muestras con el soporte de muestras. El diseño de soporte permite además vistas del lado del tubo de modo que es posible la identificación de tubos de muestras mediante exploración de código de barras. La capacidad de leer un código de barras en un tubo que se ha colocado demasiado bajo con respecto al tapón del tubo ahorrará tiempo que de lo contrario podría haberse empleado en tener que explorar manualmente el código de barras, proporcionando tiempos de respuesta más rápidos y más sistemáticos.

35 En una configuración dada a conocer, el soporte de muestras de la presente tecnología tiene tres mordazas que están cargadas por resorte hacia el centro del soporte. Tal como se muestra en las figuras 38(a)-(e), el tubo 3804 se inserta de manera central en las mordazas 3802, y la fuerza de resorte se dirige hacia el centro del conjunto de resorte y tubo 3804. La inserción de tubo de muestras con fuerza baja se debe al hecho de que las mordazas 3802 rotan de vuelta a medida que está insertándose el tubo 3804 (figura 38(a), (b) y (c)). La fuerza de resorte se acopla a las mordazas 3802, capturando la geometría de tubo. A medida que se produce esto, el tubo 3804 se centra y se sujeta en vertical a medida que se cargan por resorte las mordazas 3802 de tal manera que se fuerzan hacia el centro del tubo 3804. La superficie interior de la mordaza 3802 está en forma de "V" para capturar el lado cilíndrico del tubo de muestras 3804 (figura 38(d) y (e)). El soporte sujeta el tubo 3804 de tal manera que el lado del tubo 3804 es visible desde arriba hasta abajo para explorar la etiqueta de identificación de muestra con un explorador de código de barras.

45 La figura 38 representa un ejemplo de las mordazas 3802 del soporte. La orientación de las tres mordazas 3802 representadas en la figura 39 proporcionan visibilidad del código de barras del tubo. En el ejemplo de la figura 39, las dos mordazas inferiores están colocadas con una separación de 140°. Esto puede permitir una mejor visibilidad del código de barras que, por ejemplo, tres ángulos de 120°. Sin embargo, puede usarse cualquier ángulo. La "fuerza lateral" resultante en las dos mordazas inferiores, en combinación con la forma 3806 de "V" de las mordazas 3802, ayuda a sujetar el tubo firmemente en su sitio.

A. Sistema de transporte de disco

55 El sistema de transporte de disco es un vehículo guiado de manera autónoma para transportar un tubo de muestras individual. Los sistemas de transporte accionados por cadena o por cinta actuales sólo pueden controlar la velocidad de los segmentos de pista completos. Aunque sea posible tener cadenas de velocidad diferente o incluso ajustable, puede ser difícil mover cada pista individual con su propia velocidad. Dicho de otro modo, el sistema de transporte de disco con la velocidad más baja o la aceleración/desaceleración más baja dictará el segmento completo. Los sistemas de transporte de disco descritos en el presente documento pueden entenderse adicionalmente con referencia a la solicitud de patente estadounidense provisional n.º 61/486.126, presentada el 13 de mayo de 2011 y titulada "System and Method Including Laboratory Product Transport Element" y la solicitud de PCT n.º PCT/US2012/037585. Se describen otros sistemas automatizados en la solicitud de patente estadounidense no provisional n.º 11/555.619 presentada el 1 de noviembre de 2006 y titulada "Automated Sample Processing System".

65 El sistema de transporte de disco de la presente tecnología proporciona un sistema de transporte que es una unidad de transporte de muestras autopropulsada. Los sistemas de transporte de disco pueden mover muestras usando los

parámetros de movimiento necesarios y pueden hacerlo independientemente unos de otros. Los sistemas de transporte de disco mejoran la eficiencia maximizando la producción, incluso con estados variados para diferentes tubos de muestras (por ejemplo, normal frente a urgente), sin la necesidad de sacrificar o poner en peligro la calidad de muestra de muestras sensibles, ya que cada muestra puede transportarse con la máxima velocidad.

5 Adicionalmente, el sistema de transporte de disco puede gestionarse por el controlador central o un controlador de intersección local.

La figura 40 muestra una vista parcial en perspectiva de una variante de una disposición de trayecto de transferencia de un sistema de transporte de laboratorio que usa el sistema de transporte de disco. Puede verse un trayecto 4010 de transferencia, en particular, con limitación 4012 lateral y una banda 4013 horizontal plana. En este ejemplo, la limitación 4012 lateral puede estar en forma de una pared levantada que puede definir al menos parcialmente el trayecto 4010 de transferencia. En esta configuración dada a conocer, hay dos paredes levantadas en lados laterales opuestos de la banda 4013 horizontal plana, y las paredes y la banda 4013 pueden definir el trayecto 4010 de transferencia. Tales paredes pueden tener cualquier altura adecuada dependiendo de la altura del elemento de transporte de productos de laboratorio y la muestra que está transportándose en el mismo, normalmente una altura de no más de aproximadamente 20 mm. Además, la banda 4013 puede tener cualquier dimensión lateral adecuada.

Los trayectos de transferencia según ejemplos de la tecnología también pueden tener una o más bifurcaciones que pueden conducir a otras zonas. Por ejemplo, el trayecto 4010 de transferencia en la figura 40 puede tener una bifurcación 4016 lateral que conduce a una estación de procesamiento de separación, estación de almacenamiento intermedio o alguna otra estación.

El sistema de transporte de laboratorio puede usar cualquier número o tipo de dispositivos adecuados, que pueden ayudar a guiar o mover los elementos de transporte de productos de laboratorio. Tal como se muestra en la figura 40, pueden disponerse conductores 4014 de inducción por debajo del trayecto 4010 de transferencia. Los conductores 4014 de inducción pueden estar eléctricamente acoplados a una fuente de tensión de alta frecuencia (no mostrada), de modo que se les puede suministrar alta frecuencia, con el fin de generar un campo alterno electromagnético de alta frecuencia.

Los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio que transportan recipientes 4050 de muestras (por ejemplo, tubos de muestras) pueden moverse en el trayecto 4010 de transferencia. Sin embargo, los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio pueden transferirse a una pista 4018 de procesamiento de una manera definida en una fila, con el fin de poder llevar a cabo, por ejemplo, investigaciones ópticas del material de muestra contenido en los recipientes 4050 de muestras.

Pueden proporcionarse conductores 4014 eléctricos a lo largo de los trayectos particularmente probables de los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio. Sin embargo, dado que los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio pueden moverse de manera independiente, no están limitados a la geometría estipulada por los conductores 4014. Su movimiento no depende de los conductores 4014, siempre que el campo electromagnético de alta frecuencia generado con los conductores 4014 en la ubicación del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio sea suficiente para una transmisión de energía correspondiente o el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio tenga un acumulador 4044 de energía para la realización de puente.

Los recipientes 4050 de muestras pueden tener cualquier forma o configuración adecuada. En algunas configuraciones dadas a conocer, los recipientes 4050 de muestras pueden estar en forma de tubos. En algunos casos, puede haber cubiertas 4052 sobre los recipientes de muestras, mientras que otros recipientes de muestras no tienen una cubierta sobre los mismos y se transportan abiertos.

La figura 41 muestra una vista en perspectiva lateral de un elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio según un ejemplo de la tecnología. El elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio comprende un alojamiento 4031 de elemento de transporte de productos de laboratorio, que puede tener un rebaje 4033 cilíndrico formado en la parte superior del alojamiento 4031, que también puede ser cilíndrico. Un recipiente 4050 de muestras con una cubierta 4052 sobre el mismo puede recibirse en el rebaje 4033 cilíndrico. Una hendidura 4031 puede estar formada en el lado del alojamiento 4031. La hendidura 4031 puede permitir la investigación óptica del material de muestra contenido en el recipiente 4050 de muestras, y puede extenderse conjuntamente con el rebaje 4033. En otras configuraciones dadas a conocer, no se necesita que la hendidura 4031 se extienda conjuntamente con el rebaje 4033 y puede estar formada de manera independiente del rebaje 4033. Además, en otras configuraciones dadas a conocer, la hendidura 4031 puede ser una abertura que tiene alguna otra forma (por ejemplo, un círculo).

En este ejemplo, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio tiene una sección transversal horizontal redonda y tiene una tira 4034 de caucho, que sirve como protección de impacto contra las limitaciones 4012 del trayecto 4010 de transferencia u otros elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio.

La figura 42 muestra una sección lateral del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio en la dirección de observación III mostrada en la figura 41. Los números de referencia 4036 designan motores eléctricos que accionan ruedas de caucho o ruedas 4038 con neumático de caucho. Se proporcionan dos ruedas 4038 opuestas,

que se accionan individualmente mediante un motor 4036 eléctrico cada una. Las ruedas 4030 pueden ser ejemplos de dispositivos de movimiento.

En la figura 42 se muestra un reborde 4035, que puede actuar conjuntamente, por ejemplo, en canales de trayecto de transferencia configurados más estrechamente con protuberancias laterales opcionalmente presentes de las limitaciones 4012 del trayecto 4010 de transferencia, con el fin de sujetar el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio hacia abajo, cuando tiene que tirarse del recipiente 4050 de muestras hacia arriba a partir del rebaje 4033. El uso del reborde 4035 ilustrado en la figura 42 puede describirse en más detalle en la sección "posicionamiento fino y levantamiento". En algunas configuraciones dadas a conocer, el elemento de transporte de productos de laboratorio (no mostrado en las figuras) puede tener un elemento de tipo anclaje. El elemento de tipo anclaje se engancha en una pieza de acoplamiento correspondiente del trayecto de transferencia tras entrar en una estación de procesamiento, con el fin de sujetar el elemento de transporte de productos de laboratorio durante su estancia en la estación de procesamiento.

El elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio también puede comprender sensores 4037 de distancia. En la figura 42, los sensores 4037 de distancia pueden incluir cuatro sensores de distancia que están dispuestos detrás de la tira 4034 de caucho formando ángulos unos con respecto a otros. Una configuración preferida es tener todos los sensores orientados hacia delante y con una relación angular entre sí de entre 10° y 30°, una configuración más preferida es de 20°.

La figura 43 muestra una vista en perspectiva desde abajo del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio según un ejemplo de la tecnología. La bobina 4040 de inducción sirve para recibir energía electromagnética a partir de los campos de alta frecuencia, que pueden generarse a partir de los conductores 4014 eléctricos por detrás del trayecto de transferencia.

En algunas configuraciones dadas a conocer, es posible que se proporcionen una o más ruedas de soporte, además de las ruedas 4038 de caucho accionadas, de modo que el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio rueda sobre varias ruedas. Sin embargo, en otras configuraciones dadas a conocer, no se proporciona ninguna rueda adicional, de modo que el elemento de transporte de productos de laboratorio, durante el movimiento, puede disponerse arrastrándose sobre un lado. Esto puede facilitar el desplazamiento curvo o la rotación alrededor de su propio eje.

En otro ejemplo de la tecnología (no mostrado), el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio está soportado sobre una bola que puede rotar en todas las direcciones, que está dispuesta desviada con respecto a las dos ruedas 4038 accionadas, con el fin de evitar el arrastre sobre el trayecto de transferencia. Una bola de este tipo también puede usarse para la detección de posición, como en un ratón informático.

En la configuración mostrada en la figura 43, el número de referencia 4042 designa un detector de posición que determina el movimiento del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, como en un ratón informático que usa luz de láser. Entonces, se ilumina la superficie recorrida mediante una fuente de luz incorporada y se captan las reflexiones con un sensor óptico, con el fin de determinar el movimiento del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio a partir de las mismas con algoritmos de procesamiento de imágenes correspondientes. El detector 4042 de posición puede incluir una cámara de CCD y software correspondiente, un láser como en un ratón de láser, o una bola y un sensor como en un ratón de tipo bola.

La figura 44 muestra el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio sin protección lateral externa. Es decir, puede retirarse un alojamiento para mostrar los elementos internos del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Tal como se muestra en la figura 44, el elemento de transporte de productos de laboratorio puede incluir baterías 4044. Las baterías 4044 pueden servir para almacenar energía con el fin de accionar el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, cuando la energía generada por el campo de alta frecuencia de los conductores 4014 eléctricos, mostrados en la figura 40, y transferida a la bobina 4040 de inducción, tal como se observa en la figura 43, puede ser demasiado limitada, o estar deshabilitada, para accionar el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Este puede ser el caso, por ejemplo, en curvas o zonas de paso.

El elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio también comprende una unidad de control (no mostrada), por ejemplo, un microprocesador correspondiente que recibe señales a partir de receptores de señales (tampoco mostrados). Los receptores de señales pueden incluir receptores de luz infrarroja que actúan conjuntamente con transmisores de luz infrarroja externos, con el fin de recibir las señales de control. Otros ejemplos de receptores de señales pueden incluir sensores de radio.

Sin embargo, también pueden recibirse señales de control mediante la bobina 4040 de inducción, tal como se observa en la figura 43, cuando se suministran señales correspondientes a los conductores 4014 eléctricos, tal como se observa en la figura 40. Tales señales de control pueden distinguirse del campo de alta frecuencia que proporciona energía mediante una modulación de frecuencia o amplitud correspondiente.

Los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio también pueden tener opcionalmente transmisores de señales, no mostrados, con el fin de producir información y señales. Esto permite, por ejemplo, la localización precisa de elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio seleccionados individuales. Los transmisores de señales pueden transmitir señales usando cualquier frecuencia adecuada y cualquier protocolo de comunicaciones adecuado.

Los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio también pueden tener varios sensores, con los que es posible el reconocimiento de posición y el posicionamiento fino en estaciones de procesamiento, reconocimiento de la limitación de trayecto de desplazamiento u otros elementos de transporte de productos de laboratorio, o intercambio de información. Por ejemplo, pueden proporcionarse códigos de barras claramente identificables en el trayecto 4010 de transferencia mostrado en la figura 40, o bien en una limitación 4012 lateral o bien en una banda 4013 horizontal plana. Los códigos de barras pueden explorarse mediante un elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio con uno o más sensores configurados como exploradores, con el fin de reconocer la posición precisa de una bifurcación o la posición precisa de una estación de procesamiento. En la figura 45 se muestra un ejemplo por medio de un recorte de un trayecto 4010 de transferencia. Un código 4060 de barras está situado en una bifurcación 4016, que puede reconocerse e identificarse mediante exploradores correspondientes de un elemento de transporte de productos de laboratorio. De esta manera, el elemento de transporte de productos de laboratorio obtiene información referente a su posición. Pueden proporcionarse varios de tales códigos en el trayecto 4010 de transferencia, que identifican claramente las bifurcaciones, pistas de procesamiento, estaciones de procesamiento o similares.

Otras posibilidades de tales características de orientación incluyen códigos en 2D, códigos a color, películas de reflexión, sistemas de transpondedor o transmisores de luz infrarroja. Pueden incorporarse sensores adecuados que pueden detectar tales características de orientación en los elementos de transporte de productos de laboratorio.

El elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio puede tener una unidad de visualización. Puede visualizar información sobre qué trayecto debe tomar el elemento de transporte de productos de laboratorio, qué producto de laboratorio está transportándose o si está presente un defecto. Además, los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio, con transmisores y receptores de señales o con unidades de visualización y registro, también pueden intercambiar información entre sí o bien directamente mediante transmisores de comunicación internos o bien mediante un procesador central.

En el interior del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, puede proporcionarse una memoria de datos permanente, protegida frente a falta de corriente, en la que pueden introducirse datos sobre el producto de laboratorio transportado o datos sobre el trayecto que está recorriéndose.

El diámetro del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio representado en las figuras es de aproximadamente 6 cm a una altura de aproximadamente 5,5 cm. Las ruedas 4038 sobresalen aproximadamente 1 mm hacia abajo desde el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Los elementos de transporte de productos de laboratorio y las características de los mismos pueden tener otras dimensiones adecuadas en otros ejemplos de la tecnología.

El elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio según un ejemplo de la tecnología también puede tener un dispositivo de calentamiento (no mostrado). El dispositivo de calentamiento puede mantener una muestra a una temperatura definida durante el transporte o puede llevar a cabo un tratamiento a temperatura definida de la muestra transportada durante el transporte. Un dispositivo de calentamiento de este tipo puede incluir, por ejemplo, alambres de resistencia que se proporcionan en una disposición apropiada.

Un sistema de transporte de laboratorio según un ejemplo de la tecnología de la variante representada puede usarse, por ejemplo, de la siguiente manera:

Se insertan recipientes 4050 de muestras en los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio en una estación de carga usando un sistema de elemento de agarre estacionario u otro sistema de transporte de recipiente. Se estipula un objetivo para el elemento de transporte de productos de laboratorio mediante su receptor de señales. La geometría del trayecto 4010 de transferencia real puede codificarse e introducirse en una memoria del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. La unidad de control del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio puede identificar el objetivo estipulado usando datos sobre la geometría de trayecto de transferencia introducida en la memoria y puede establecer de manera independiente un trayecto ideal hasta este objetivo. Las ubicaciones de características de orientación, por ejemplo, el código 4060 de barras, también se introducen en la memoria, de modo que el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio puede orientarse durante su desplazamiento a lo largo de un trayecto, y para comprobar su posición actual o corregirla si es necesario.

Tras inducirse una señal de inicio en el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio se mueve sobre el trayecto predefinido establecido en su memoria. Si pasa por un código 4060 de barras, en el que tiene que realizarse un cambio de dirección, se usa el código 4060 de barras registrado con el explorador como señal por la unidad de control, con el fin de realizar un cambio de dirección

en la dirección deseada.

5 Si el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, por ejemplo, alcanza una ubicación, en la que se recomienda un cambio de dirección, uno de los motores 4036 de accionamiento se detiene o se ralentiza, de modo que la rueda 4038 correspondiente se detiene o rota más lentamente. De esta manera, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio se desplaza a lo largo de una curva.

10 Si el elemento de transporte de productos de laboratorio alcanza su destino (por ejemplo, una estación de descarga) en el que un robot de laboratorio programado de manera correspondiente está destinado a retirar el recipiente 4050 de muestras transportado a partir del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, los motores 4036 se detienen. Con el fin de evitar que el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio se levante del trayecto de transferencia cuando se retira el recipiente de muestras a partir del rebaje 33 del elemento de transporte de laboratorio, las limitaciones 4012 laterales del trayecto 4010 de transferencia pueden tener protuberancias orientadas hacia dentro que actúan conjuntamente con el reborde 4035 en el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Las protuberancias laterales orientadas hacia dentro pueden evitar que el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio se levante hacia arriba si hay fricción entre el recipiente de muestras y el rebaje 4033 del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio.

20 En algunas configuraciones dadas a conocer, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio lleva el recipiente 4050 de muestras a una estación de procesamiento o investigación, con el fin de llevar a cabo una investigación física, química o biológica en la muestra. En el caso de una investigación óptica, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio alcanza una fuente de luz en el lado con el recipiente 4050 de muestras. Una fuente de luz puede iluminar la zona inferior del recipiente 4050 de muestras a través de la hendidura 4032 y luz emitida desde la muestra puede detectarse mediante un detector dispuesto opuesto a la misma. El detector o los sistemas electrónicos asociados con el detector pueden determinar las características de absorción o fluorescencia de la muestra. Con el fin de que la hendidura 4032 se disponga de manera precisamente opuesta a la fuente de luz dispuesta de manera correspondiente, el elemento de transporte de productos de laboratorio puede alinearse en consecuencia. Esto puede lograrse accionando las ruedas 4038 de caucho para rotar en sentidos opuestos. Por consiguiente, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio rota alrededor de su propio eje, hasta que la hendidura está dispuesta opuesta a la fuente de luz correspondiente para la investigación. La hendidura también puede usarse para establecer el nivel de llenado en el recipiente 4050 de muestras o para leer un código de barras opcionalmente proporcionado en la zona inferior del tubo de muestras, que contiene información sobre el producto transportado.

35 El elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio también puede llevar el recipiente de muestras a una o más estaciones de procesamiento. Las estaciones de procesamiento adecuadas incluyen las estaciones descritas anteriormente, tales como una estación de toma de alícuotas, una estación para cerrar o abrir de los recipientes de muestras, estaciones para llevar a cabo investigaciones ópticas, y similares. Debe observarse que el sistema de transporte de laboratorio puede contener sistemas de transporte activos que interactúan con el elemento 4030 de transporte de laboratorio, por ejemplo, mediante el movimiento de un recipiente de muestras desde el elemento 4030 de transporte de laboratorio sobre un sistema de transporte activo (por ejemplo, una cinta transportadora) usando un dispositivo de elemento de agarre, no mostrado.

45 Alternativa o adicionalmente, también es posible configurar elementos de transporte de productos de laboratorio de modo que pueden controlarse mediante controles externos. Con este fin, puede usarse una unidad de control, y configurarse para convertir señales de control en tiempo real en señales de accionamiento usadas por los motores 4036 eléctricos. De esta manera, es posible intervenir en el procedimiento de laboratorio automatizado desde el exterior y desviar o clasificar elementos de transporte de productos de laboratorio.

50 También es posible estipular completamente el trayecto del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, por ejemplo, mediante una interfaz de programa inalámbrico. El programa correspondiente puede introducirse en la memoria de datos del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Los datos de programa pueden incluir información sobre qué características de orientación (por ejemplo, código 4060 de barras) proporcionadas en la limitación 4012 del trayecto 4010 de transferencia, está destinado a usar el elemento de transporte de productos de laboratorio para cambiar su dirección. De esta manera, el trayecto completo del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio, con los recipientes 4050 de muestras correspondientes, se establece y se programa en el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio.

60 Si un elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio es defectuoso o pasa a no ser operativo, puede retirarse por un usuario a partir del trayecto 4010 de transferencia y puede sustituirse opcionalmente por un nuevo elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Si esto sucede, la alteración en el sistema es ventajosamente breve y localizada. Además, aunque no sea posible una intervención, el sistema no se bloquea. Los demás elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio pueden moverse alrededor del elemento de transporte de productos de laboratorio no operativo. Mediante señales de control correspondientes a partir de un procesador central, o mediante programación de los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio individual, puede hacerse que los demás elementos de transporte de productos de laboratorio se comuniquen con

otros de tales elementos 4030. Por ejemplo, los elementos de transporte de productos de laboratorio pueden tener sensores correspondientes que pueden detectar la presencia de un elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio defectuoso o estacionario y, mediante programación del procesador de control interno, moverse alrededor del mismo.

5 Cuando están en el trayecto de transporte, los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio individuales también pueden comunicarse entre sí mediante transmisores y receptores de señales ópticas. Esta comunicación puede realizarse directamente y no se necesita que se realice mediante un sitio de comunicación proporcionado de manera central del sistema de transporte de laboratorio. De esta manera, un elemento de
10 transporte de productos de laboratorio con una muestra particularmente sensible puede informar a otros elementos de transporte de productos de laboratorio de que tiene prioridad.

15 La energía necesaria para mover el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio puede obtenerse a partir del campo electromagnético mediante la bobina 4040 de inducción, que se genera mediante una tensión de alta frecuencia aplicada a los conductores 4014 eléctricos. No se necesita que el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio siga con precisión los conductores 4014 eléctricos. Sólo se necesita que la interacción tenga una duración suficiente de modo que pueda recogerse energía suficiente a partir del campo electromagnético con el fin de accionar los motores 4036 de accionamiento, que accionan las ruedas 4038. Cuando esto no es
20 posible, el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio puede tener acumuladores 4044 de energía, que suministran potencia a los motores 4036 de accionamiento en tales ubicaciones del trayecto 4010 de transferencia, en las que el campo electromagnético de los conductores 4014 eléctricos no es suficiente. Por otro lado, en zonas rectas, en las que el elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio puede moverse cerca de los conductores 4014 eléctricos, puede usarse energía en exceso procedente del campo electromagnético con el fin de cargar los acumuladores 4044 de energía.

25 Otros ejemplos de la tecnología pueden tener elementos fotosensibles en la parte inferior del elemento 4030 de transporte de productos de laboratorio. Los elementos fotosensibles pueden iluminarse mediante bandas de luz dispuestas en el trayecto de transferencia. Los elementos fotosensibles pueden usarse para proporcionar potencia de accionamiento eléctrica.

30 También es posible que los elementos 4030 de transporte de productos de laboratorio obtengan su potencia de accionamiento completamente a partir de los acumuladores 4044 de energía. Los acumuladores 4044 de energía pueden cargarse en estaciones de carga correspondientes, que pueden estar en estaciones de procesamiento.

35 B. Sistema de transporte de transportador

El sistema de transporte de transportador es un sistema de transporte para soportes de tubos individuales, tales como sistemas de transporte de disco, basándose en tecnología de cinta transportadora. El sistema de transporte de transportador emplea un controlador de módulo local para cada módulo en funcionamiento del sistema de
40 transporte, que aumenta la velocidad de las decisiones de transporte y hace que la línea de cinta transportadora sea más eficiente. Los módulos en funcionamiento del sistema de transporte de transportador pueden incluir, pero no se limitan a, módulos de motor, de desviación y de fusión. Los módulos de motor, de desviación y de fusión están integrados en la línea de cinta transportadora para un aumento de la eficiencia.

45 La figura 46 representa unos pocos ejemplos de las funciones de desviación y de fusión del sistema de transporte de transportador. La función de desviación y de fusión puede controlarse mediante un controlador de sistema de transporte de transportador que trabaja en comunicación con el controlador principal para el sistema de automatización de laboratorio. El sistema de transporte de transportador puede desviar tubos de muestras desde una línea 4602 hasta una línea 4604 paralela adyacente. Los tubos de muestras pueden desviarse cuando el controlador de sistema de transporte de transportador indica a un brazo 4606 de desviación que se mueva a una posición de modo que los tubos de muestras pueden desviarse a una línea de transporte paralela.
50

Tal como se muestra en la figura 46, el sistema de transporte de transportador también puede fusionar dos líneas 4610 de transporte que son paralelas entre sí. Esta función permite, por ejemplo, fusionar tubos de muestras del segundo transportador 4612 con tubos de muestras procedentes de la primera línea 4614 de transportador coordinando el sincronismo para tubos procedentes de cada una de estas líneas, garantizando que los tubos de cada línea no chocan entre sí y/o se atascan en la línea.
55

El sistema de transporte de transportador también puede desviar tubos de muestras procedentes de una primera línea 4616 de transporte a una segunda línea 4618 de transporte que es perpendicular a la primera línea de transporte. Tal como se muestra en 4620, los tubos de muestras procedentes del transportador 4616 pueden desviarse 90° hasta el transportador 4618.
60

Tal como se muestra en la figura 46, también es posible que el sistema de transporte de transportador pueda fusionar tubos de muestras en una primera línea 4622 de transporte a partir de una segunda línea 4624 de transporte perpendicular. Tal como se muestra en 4626, el primer transportador 4622 es perpendicular al segundo
65

transportador 4624. Los tubos de muestras procedentes del segundo transportador 4624 pueden fusionarse en el primer transportador 4622 aunque el primer transportador 4622 tenga tubos de muestras que ya están desplazándose por la primera línea de transportador. La función de fusión a 90° coordina el momento para tubos que proceden de cada una de estas líneas, garantizando que los tubos de cada línea no se chocan entre sí y/o se atascan en la línea.

La figura 47 representa unos pocos ejemplos de funciones de transferencia (en paralelo, 90°, 180°) proporcionadas por el sistema de transporte de transportador. La función 4702 de transferencia en paralelo permite transferir tubos de muestras en una primera cinta transportadora a una segunda cinta transportadora que es paralela a la primera cinta transportadora. La función 4704 de transferencia a 90° permite transferir tubos de muestras en una primera cinta transportadora a una segunda cinta transportadora que es perpendicular a la primera cinta transportadora. La función 4706 de transferencia a 180° permite transferir tubos de muestras en una primera cinta transportadora a una segunda cinta transportadora que es paralela a la primera cinta transportadora pero que se mueve en el sentido opuesto.

La figura 48 representa unos pocos ejemplos de funciones de desviación y de fusión acopladas. En el ejemplo de la función 4802 de desviación/fusión a 90°, pueden desviarse 90° tubos de muestras desde un primer transportador hasta un segundo transportador en un punto de unión particular. Pueden desviarse tubos de muestras desde un tercer transportador sobre el primer transportador después de ese punto de unión particular. En el ejemplo de la función 4804 de desviación/fusión a 180°, pueden desviarse 180° tubos de muestras desde un primer transportador sobre un segundo transportador y fusionarse con los tubos de muestras que ya están desplazándose por el segundo transportador. De manera similar, pueden desviarse 180° tubos de muestras desde un segundo transportador sobre un primer transportador y fusionarse con los tubos de muestras que ya están desplazándose por el primer transportador.

La figura 49 representa unos pocos ejemplos de funciones de parada y funciones de ubicación proporcionadas por el sistema de transporte de transportador. Las funciones incluyen una unidad 4902 de parada, una unidad 4904 de parada fuera de línea, una unidad 4906 de ubicación y una unidad 4908 de ubicación fuera de línea. La unidad 4902 de parada puede estar en forma de una barra u otra obstrucción que impide que un disco (mostrado mediante el círculo) se desplace por un carril. La unidad 4904 de parada fuera de línea puede estar en forma de un semicírculo y puede recibir un disco para permitir que otros discos pasen por un carril adyacente. La unidad de ubicación puede incluir una estructura en forma de V que puede recibir un disco. Una barra u otra obstrucción puede garantizar que el disco permanece en la estructura en forma de V. La estructura en forma de V está en el carril e impide que otros discos pasen a través del carril. La unidad 4908 de ubicación fuera de línea está en forma de una estructura en forma de V, pero es adyacente al carril, de modo que pueden pasar discos en el carril, aunque esté presente un disco en la estructura en forma de V.

Tal como se comentó anteriormente, los módulos (por ejemplo, de desviación, de fusión, motores, etc.) se controlan mediante un controlador de módulo local, tal como se describe con referencia al sistema de manipulación de discos FlexLink® X45E descrito en <http://www.flexlink.com/en/offering/conveyor-systems/pallet-and-puck-handling/x45e.jsp> y en la solicitud de patente estadounidense n.º 12/725.807, presentada el 17 de marzo de 2010 y en la publicación de patente PCT n.º WO/2011/028166, presentada el 31 de agosto de 2010. Cada controlador de módulo local puede comunicarse con un control de línea mediante un bus de campo externo. Adicionalmente, cada controlador de módulo local puede tener la capacidad de entrada de sensor (por ejemplo, un lector de RFID, sensor de IR, etc.). Cada controlador de módulo local controla un motor correspondiente. Los controladores de módulos locales pueden hacer que los motores realicen las funciones de los módulos. Por ejemplo, si el controlador de módulo local controla la función de desviación, el controlador de módulo local puede hacer que un motor mueva un brazo de desviación a una posición particular de modo que puede realizarse la función de desviación.

50 C. Sistema de transporte magnético

El sistema de transporte magnético es un sistema de transporte para soportes de tubos individuales, tales como sistemas de transporte de disco, basado en tecnología de motor síncrono lineal (LSM) tal como se describe con referencia al sistema de transportador MagneMover™ LITE descrito en <http://www.magnemotion.com/industrial-automation/magmoverlite.cfm> y en la solicitud de patente estadounidense n.º 08/961.632, presentada el 31 de octubre de 1997; la solicitud de patente estadounidense n.º 11/490.516, presentada el 19 de julio de 2006; y la solicitud de patente estadounidense n.º 11/770.701, presentada el 8 de junio de 2007. Los soportes de tubos de muestras pueden accionarse individualmente mediante LSM a lo largo de una disposición de pista y proporcionarse a estaciones y/o módulos de procesamiento. Los tubos de muestras en los soportes pueden desplazarse por la pista. Pueden encerrarse bobinas eléctricas en la pista, y armazones encima de la pista ayudan a guiar el soporte a lo largo de la pista.

Tal como se describió anteriormente, soportes tales como sistemas de transporte de disco pueden tener una matriz de imanes en su parte inferior. Los imanes en los soportes pueden usarse para guiar los soportes a lo largo de la pista.

Las funciones de parada o ubicación pueden controlarse mediante el LSM. Por ejemplo, soportes de tubos individuales pueden pararse mediante control directo del LSM. Adicionalmente, las funciones de desviación y de fusión del sistema de transporte pueden controlarse mediante conmutadores electromagnéticos y/o conmutadores mecánicos. Esto permite que las estaciones/módulos de procesamiento estén ubicados en la pista principal o en zonas de apartado.

El software de control de línea puede gestionar el movimiento de cada tubo individual controlando la fuerza magnética de una bobina eléctrica cerca del soporte. Los soportes pueden identificarse mediante identificadores tales como etiquetas de RFID. Estos identificadores ayudan a gestionar el movimiento de cada soporte.

D. Amortiguación magnética para sistemas de transporte de muestras

Los sistemas de transporte de muestras pueden hacerse funcionar a bajas velocidades para evitar la posibilidad de que se produzcan impactos de soportes de muestras. Pueden producirse impactos entre soportes de muestras cuando un primer soporte de muestras se encuentra con un obstáculo y los soportes de muestras que siguen al primer soporte de muestras colisionan a medida que forman una cola detrás del obstáculo. También puede producirse un impacto cuando un soporte de muestras se encuentra con un brazo de desviación en una pista. Estos impactos pueden provocar que el contenido de un tubo de muestras salpique fuera de un soporte de muestras. Los impactos también pueden afectar a la calidad de muestra haciendo que las fases de fluido separadas mediante centrifugación vuelvan a mezclarse.

Introducir imanes en los soportes de muestras, de tal manera que un imán de un primer soporte de muestras repele al imán de un soporte de muestras adyacente, puede prevenir los efectos adversos que pueden producirse cuando soportes de muestras colisionan entre sí. Como resultado, los soportes de muestras pueden desplazarse a velocidades aumentadas con poco o ningún impacto adverso sobre la calidad de muestra.

En algunas configuraciones dadas a conocer, pueden acoplarse uno o más elementos magnéticos a una compuerta de dirección. Una compuerta de dirección puede usarse para mover un soporte de muestras desde una pista hasta otra pista. Las compuertas de dirección existentes pueden hacer que un soporte de muestras se ralentice debido a la fricción entre el soporte de muestras y la compuerta. Cuando un imán está acoplado a una compuerta de dirección, el imán puede repeler un imán de soporte de muestras en un soporte de muestras de tal manera que no hay ningún contacto entre el soporte de muestras y la compuerta de dirección. De esta manera, puede aumentarse la velocidad a la que los soportes de muestras pueden atravesar las compuertas de dirección.

Los imanes usados en soportes de muestras y compuertas de dirección pueden realizarse de cualquier material o dispositivo que produce un campo magnético, tales como imanes metálicos, imanes de cerámica o electroimanes.

Pueden usarse compuertas de dirección para guiar soportes de muestras que se desplazan a lo largo de un sistema de transportador. Por ejemplo, una compuerta de dirección puede ser un brazo de desviación usado para desviar un soporte de muestras desde una pista hasta una pista adyacente. En algunas configuraciones dadas a conocer, una compuerta de dirección puede hacerse funcionar bajo el control de uno o más procesadores. Por ejemplo, un controlador del sistema de transporte de transportador puede estar acoplado con comunicación a un controlador principal para el sistema de automatización de laboratorio. El controlador de sistema de transporte de transportador puede hacer funcionar la compuerta de dirección en respuesta a comandos recibidos a partir del controlador principal con el fin de desviar soportes de muestras a un destino de pista de transportador o soporte de muestras deseado. La figura 46 representa ejemplos ilustrativos de funciones de desviación y de fusión que pueden usarse en un sistema de transporte de transportador.

La figura 50 muestra un sistema de transporte de transportador de la técnica anterior en el que están transportándose recipientes 5002, 5004 y 5006 de muestras mediante soportes 5008, 5010 y 5012 de muestras, respectivamente, a lo largo de la pista 5014 de transportador. En el sistema de la técnica anterior ilustrativo, el soporte 5008 de muestras se ha desplazado a lo largo de la pista 5014 de transportador hasta que el soporte de muestras encontró el obstáculo 5016. El soporte 5010 de muestras, que estaba desplazándose por detrás del soporte 5008 de muestras, ha colisionado con el soporte 5008 de muestras después de que el soporte 5008 de muestras se detuviera por el obstáculo 5016. El soporte 5012 de muestras ha colisionado igualmente con el soporte 5010 de muestras. Tales colisiones pueden provocar que el material de muestra salpique fuera del soporte de muestras. Si el material de muestra se ha separado en fases (por ejemplo, sangre separada para dar sus partes componentes mediante centrifugación), las colisiones pueden alterar las fases, provocando que el material de muestra separado vuelva a combinarse. El sistema de transporte de la técnica anterior debe hacerse funcionar a una velocidad suficientemente baja como para prevenir el derrame y la alteración de las muestras.

En diversas configuraciones de un sistema de transporte de muestras mejorado que usa amortiguación magnética, se acoplan imanes a soportes de muestras. Por ejemplo, puede integrarse un imán de anillo en, o fijarse de otro modo a, un soporte de muestras. Cuando un soporte de muestras que tiene un imán de anillo se encuentra con otro soporte de muestras que tiene un imán de anillo, los imanes de anillo respectivos se repelen uno a otro de tal manera que los soportes de muestras respectivos desaceleran. De esta manera, pueden prevenirse o amortiguarse

las colisiones.

La figura 51 muestra soportes de muestras ilustrativos de un sistema de transporte de muestras con componentes de amortiguación magnética. Un primer imán 5102 de soporte de muestras, un segundo imán 5104 de soporte de muestras y un tercer imán 5106 de soporte de muestras, están acoplados a un primer soporte 5108 de muestras, un segundo soporte 5110 de muestras y un tercer soporte 5112 de muestras, respectivamente. Un recipiente de muestras (tal como los recipientes 5002-5006 de muestras descritos con referencia a la figura 50) puede insertarse en cada soporte de muestras.

Los imanes 5102-5106 de soporte de muestras pueden ser imanes en forma de anillo. En algunas configuraciones dadas a conocer, el imán de anillo puede estar acoplado a la base del soporte de muestras (por ejemplo, por debajo de la porción del recipiente de muestras que recibe el recipiente de muestras). El imán de anillo puede estar montado de tal manera que el exterior del imán de anillo está a nivel con la superficie externa del soporte de muestras. El imán de anillo puede magnetizarse radialmente de tal manera que un primer polo del imán es la superficie exterior del anillo y un segundo polo del imán es la superficie interior del anillo. Preferiblemente, el polo de la superficie exterior de cada imán de anillo de soporte de muestras se hace coincidir de tal manera que los imanes de soporte de muestras se repelen unos a otros. Por tanto, si la superficie exterior del primer imán de soporte de muestras es un polo norte, la superficie exterior del segundo imán de soporte de muestras y el tercer imán de soporte de muestras también se magnetizan de tal manera que la superficie exterior de los imanes de anillo es un polo norte.

En la figura 51, el primer imán 5102 de soporte de muestras repele al segundo imán 5104 de soporte de muestras, provocando que se mantenga un espacio entre los soportes 5108 y 5110 de muestras. De manera similar, el segundo imán 5104 de soporte de muestras repele al tercer imán 5106 de soporte de muestras, provocando que se mantenga un espacio entre los soportes 5110 y 5112 de muestras. De esta manera, se previenen colisiones entre soportes de muestras adyacentes mediante el efecto de repulsión de los campos magnéticos respectivos de los imanes acoplados a los soportes de muestras.

En algunas configuraciones dadas a conocer, un imán de brazo de desviación está acoplado a un brazo de desviación de tal manera que el imán de brazo de desviación repele al imán de soporte de muestras de cualquier soporte de muestras que se aproxima al brazo de desviación.

La figura 52 es una vista desde arriba de un brazo de desviación ilustrativo con un imán de brazo de desviación. Uno o más imanes 5202 de brazo de desviación pueden acoplarse al brazo 5204 de desviación. En algunas configuraciones dadas a conocer, el brazo 5204 de desviación se fabrica a partir de un material que se magnetiza de tal manera que no es necesario acoplar un componente 5202 magnético independiente al brazo 5204 de desviación. Se inserta el recipiente 5206 de muestras en el soporte 5208 de muestras que tiene un imán 5210 de soporte de muestras. El soporte 5208 de muestras se transporta mediante la primera pista 5212 de transportador hacia el brazo 5204 de desviación.

El imán 5202 de brazo de desviación puede magnetizarse de tal manera que el polo del imán 5202 de brazo de desviación que está orientado hacia el soporte 5208 de muestras es el mismo que el polo de la superficie exterior del imán 5210 de soporte de muestras. Por ejemplo, si el imán 5202 de brazo de desviación tiene un polo norte orientado hacia el imán 5210 de soporte de muestras, la superficie exterior del imán 5210 de soporte de muestras puede magnetizarse de tal manera que la superficie exterior del imán de anillo es un polo norte. De esta manera, cuando el soporte 5208 de muestras se aproxima al brazo 5204 de desviación, el imán 5202 de brazo de desviación repele al imán 5210 de soporte de muestras, de tal manera que se reduce o se evita un impacto entre el brazo 5204 de desviación y el soporte 5208 de muestras. Cuando el brazo 5204 de desviación está en una primera posición de tal manera que el brazo 5204 de desviación se extiende a través de la primera pista 5212 de transportador, el recipiente 5208 de muestras se impulsa mediante la primera pista 5212 de transportador y el brazo 5204 de desviación sobre la segunda pista 5214 de transportador. Cuando el brazo 5204 de desviación está en una segunda posición (no mostrada) de tal manera que el brazo 5204 de desviación no se extiende a través de la primera pista 5212 de transportador, el recipiente 5208 de muestras continuará a lo largo de la primera pista 5212 de transportador sin desviarse.

La figura 53 es un diagrama de un primer imán de anillo asociado con un primer soporte de muestras (no mostrado) y un segundo imán de anillo asociado con un segundo soporte de muestras (no mostrado). El primer imán 5302 de anillo puede magnetizarse radialmente de tal manera que un primer polo del imán está en la superficie 5304 exterior del anillo y un segundo polo del imán está en la superficie 5306 interior del anillo. El segundo imán 5308 de anillo puede magnetizarse radialmente de tal manera que un primer polo del imán está en la superficie 5310 exterior del anillo y un segundo polo del imán está en la superficie 5312 interior del anillo. Dado que el primer imán de anillo y el segundo imán de anillo tienen el mismo polo en la superficie exterior de los anillos (tal como el polo norte, tal como se muestra en la figura 53), el primer imán de anillo repele al segundo imán de anillo. Siempre que la fuerza que acciona el primer soporte de muestras hacia el segundo soporte de muestras (o viceversa) sea menor que la fuerza del campo magnético, se impide que el primer soporte de muestras entre en contacto con el segundo soporte de muestras.

El campo magnético del primer imán de anillo, el segundo imán de anillo y/o el brazo de desviación puede estar en el intervalo de 150-300 Gauss tal como se mide a una distancia de 10 milímetros desde la superficie exterior del imán, tal como 200-260 Gauss tal como se mide a una distancia de 10 milímetros desde la superficie exterior del imán, por ejemplo, 242 Gauss tal como se mide a una distancia de 10 milímetros desde la superficie exterior del imán.

La figura 54 es un diagrama de uno o más imanes de brazo de desviación asociados con un brazo de desviación y un imán de anillo asociado con un soporte de muestras. El brazo 5402 de desviación puede estar acoplado de manera pivotante al sistema de transportador de tal manera que pivota alrededor de un punto 5414 de pivote. El brazo 5402 de desviación puede incluir uno o más imanes, tales como un primer imán 5410 de brazo de desviación y un segundo imán 5412 de brazo de desviación. Ventajosamente, en un brazo de desviación con dos imanes, el primer imán 5410 de brazo de desviación puede repeler a imanes de soporte de muestras de soportes de muestras que se aproximan a la primera cara 5404 del brazo de desviación y el segundo imán 5412 de brazo de desviación puede repeler a imanes de soporte de muestras de soportes de muestras que se aproximan a la segunda cara 5406 del brazo de desviación. Por ejemplo, en la figura 46, los soportes de muestras transportados mediante la pista 4622 de transportador pueden aproximarse a una primera cara del brazo 4606 de desviación y los soportes de muestras transportados mediante la pista 4624 de transportador pueden aproximarse a una segunda cara del brazo 4606 de desviación.

El primer imán 5410 de brazo de desviación y el segundo imán 5412 de brazo de desviación pueden acoplarse al brazo 5402 de desviación mediante una variedad de medios conocidos en la técnica. Por ejemplo, los imanes 5410, 5412 de brazo de desviación pueden acoplarse a la superficie del brazo 5402 de desviación con adhesivo. En algunas configuraciones dadas a conocer, el imán 5410 de brazo de desviación y el segundo imán 5412 de brazo de desviación pueden incorporarse dentro del brazo 5402 de desviación. En otras configuraciones dadas a conocer, el imán 5410 de brazo de desviación y el segundo imán 5412 de brazo de desviación pueden acoplarse a una primera cara y una segunda cara del brazo 5402 de desviación, respectivamente. La primera cara del brazo 5402 de desviación puede ser una cara con la que entran en contacto los soportes de muestras y la segunda cara del brazo 5402 de desviación puede ser opuesta a la primera cara.

Preferiblemente, el polo en la superficie exterior del brazo 5402 de desviación que estará orientado hacia el soporte de muestras es el mismo que el polo en la superficie exterior del imán 5408 de soporte de muestras. Por ejemplo, si el primer imán 5410 de brazo de desviación tiene un polo norte orientado hacia el imán 5408 de soporte de muestras, tal como se muestra en la figura 54, la superficie exterior del imán 5408 de soporte de muestras se magnetiza preferiblemente de tal manera que la superficie 5414 exterior del imán 5408 de anillo es un polo norte y la superficie 5416 interior del imán 5408 de anillo es un polo sur. De esta manera, cuando el soporte 5408 de muestras se aproxima al brazo 5402 de desviación, el imán del brazo 5402 de desviación repele al imán 5408 de soporte de muestras, de tal manera que se reduce o se evita la fricción entre el brazo 5402 de desviación y el soporte 5408 de muestras.

En algunas configuraciones dadas a conocer, el brazo 5402 de desviación tiene un único imán que puede magnetizarse axialmente de tal manera que un primer polo está en una primera superficie 5404 del brazo 5402 de desviación que está orientada hacia el imán 708 de anillo y un segundo polo está en una segunda superficie 5406 del brazo 5402 de desviación.

Dado que las colisiones entre soportes de muestras pueden prevenirse o evitarse incorporando imanes en los soportes de muestras, los soportes de muestras pueden transportarse a altas velocidades de pista con un riesgo reducido de alterar la muestra. En algunas configuraciones dadas a conocer, incorporar imanes de soporte de muestras e imanes de brazo de desviación en un sistema de transporte de muestras permite transportar muestras a velocidades de 100 mm/s a 200 mm/s, tal como de 130 mm/s a 170 mm/s, por ejemplo, 150 mm/s.

La figura 55 muestra un diagrama de flujo ilustrativo de amortiguación magnética en un sistema de transporte de transportador. En la operación 5502, un dispositivo de transportador tal como una pista de transportador transporta una pluralidad de soportes de muestras. Si un primer soporte de muestras se encuentra con una obstrucción, tal como se indica en 5504, un segundo soporte de muestras se transporta hacia el primer soporte de muestras, tal como se indica en la operación 5506. El primer imán de soporte de muestras acoplado al primer soporte de muestras repele al segundo imán de soporte de muestras acoplado al segundo soporte de muestras de tal manera que el segundo soporte de muestras no colisiona con el primer soporte de muestras, tal como se indica en la operación 5508. Si un primer soporte de muestras se encuentra con un brazo de desviación, tal como se indica en 5510, un imán de brazo de desviación del brazo de desviación repele a un primer imán de soporte de muestras del primer soporte de muestras de tal manera que el primer soporte de muestras no colisiona con el brazo de desviación, tal como se indica en la operación 5512.

E. Módulo de toma de alícuotas para sistemas de transporte de muestras

Tal como se comentó anteriormente, el módulo de elemento de toma de alícuotas se usa en la preparación de

- alícuotas de muestra a partir de tubos primarios al interior de secundarios en un sistema de automatización de laboratorio. Durante el procedimiento de toma de alícuotas para la preparación de alícuotas de muestra, se proporciona un tubo de muestras primario que contiene una muestra de fluido en una posición de aspiración. Se proporciona un tubo de muestras secundario vacío en una posición de dispensación. Se usa un pipeteador, que puede estar unido a un brazo robótico móvil, para aspirar un volumen de alícuota de la muestra de fluido. Después se transfiere el volumen aspirado a la posición de dispensación mediante el uso del brazo robótico, y se dispensa el volumen aspirado en el tubo secundario vacío. Este procedimiento puede repetirse para tubos secundarios vacíos adicionales si se necesitan más alícuotas de muestra.
- El módulo de elemento de toma de alícuotas de la presente tecnología permite poner en cola tubos secundarios ubicados antes de los tubos primarios, con respecto a la dirección de movimiento de la unidad de manipulación de recipientes de muestras de sistema de automatización de laboratorio. Es decir, los tubos secundarios pueden salir del módulo de elemento de toma de alícuotas en cuanto se dispensa la muestra de fluido en el tubo secundario, sin tener que esperar a que se complete la toma de alícuotas de esa muestra para tubos secundarios adicionales.
- La configuración del módulo de elemento de toma de alícuotas es ventajosa ya que los tubos secundarios pueden liberarse a partir de la posición de dispensación inmediatamente después de la etapa de dispensación y pueden transferirse directamente a las posiciones objetivo designadas en el sistema de automatización de laboratorio, mientras que pueden producirse alícuotas adicionales. Adicionalmente, puede generarse de manera consecutiva cualquier número de tubos de muestras secundarios a partir del tubo primario proporcionado. Esto reduce el tiempo de respuesta de una muestra en el sistema de automatización de laboratorio y genera una carga homogénea y optimizada del sistema de transporte y las etapas de procedimiento posteriores.
- La figura 56 muestra un diagrama de flujo que puede ilustrar un método de hacer funcionar un módulo de alícuotas según una configuración dada a conocer. Se entiende que las realizaciones de la invención no se limitan a las etapas específicas mostradas en la figura 56 o se limitan a ningún orden de etapas particular. Además, un medio legible por ordenador en un ordenador puede comprender código, ejecutable por un procesador en el ordenador para ejecutar cualquiera de las etapas en la figura 56 o descritas en esta solicitud.
- En la etapa 5670, se transporta un tubo primario a una posición de aspiración en el módulo de elemento de toma de alícuotas. En algunas configuraciones dadas a conocer, se transporta el tubo primario hasta la posición de aspiración en un primer disco. El tubo primario puede transportarse hasta la posición de aspiración usando cualquier sistema de transporte adecuado incluyendo discos sobre pistas, discos magnéticos, unidades de elemento de agarre, etc.
- En la etapa 5672, antes o después de transportarse el tubo primario hasta la posición de aspiración, se carga un tubo de muestras secundario en un segundo disco. Después se transporta el disco con el tubo de muestras secundario hasta una posición de dispensación en el módulo de elemento de toma de alícuotas (etapa 5674).
- En la etapa 5676, se aspira mediante un pipeteador un volumen de alícuota de una muestra en un tubo primario ubicado en una posición de aspiración. Se dispensa el volumen de alícuota de la muestra en el tubo de muestras secundario ubicado en una posición de dispensación en el módulo de elemento de toma de alícuotas (etapa 5678).
- Entonces, en la etapa 5680, el tubo de muestras secundario en el segundo disco sale del módulo de elemento de toma de alícuotas antes de que el tubo de muestras primario salga del módulo de elemento de toma de alícuotas.
- Pueden tomarse alícuotas de muestra adicionales a partir del tubo primario y dispensarse en otros tubos secundarios de una manera similar a las etapas 5672 a 5684.
- Una configuración dada a conocer se refiere a un módulo de elemento de toma de alícuotas que comprende una pista que comprende una pluralidad de bucles que comprenden un primer bucle configurado para transportar un recipiente de muestras secundario y un segundo bucle configurado para transportar un recipiente de muestras primario, y un pipeteador configurado para aspirar un primer volumen de alícuota de una muestra en el recipiente de muestras primario ubicado en una posición de aspiración y dispensar el primer volumen de alícuota de la muestra en el recipiente de muestras secundario ubicado en una posición de dispensación. El módulo de elemento de toma de alícuotas está configurado para hacer que el recipiente de muestras secundario salga del módulo de elemento de toma de alícuotas antes que el recipiente de muestras primario.
- En una configuración dada a conocer, un módulo de elemento de toma de alícuotas puede usar un sistema de transporte magnético. La figura 57 representa un ejemplo de un flujo de trabajo para un módulo de elemento de toma de alícuotas usando el sistema de transporte magnético.
- El módulo de elemento de toma de alícuotas mostrado en la figura 57 comprende una pista 5716 que incluye un primer bucle 5716(a), un segundo bucle 5716(b) y una porción 5716(c) de pista común que está incluida en los bucles 5716(a), 5716(b) tanto primero como segundo. El sistema de pista puede comprender elementos magnéticos que interactúan con elementos magnéticos en varios discos. Los discos pueden moverse a velocidades en el

intervalo de hasta 2 metros por segundo, lo cual es más rápido que los transportadores convencionales. Tales pistas están comercialmente disponibles con el nombre comercial Magnemotion™.

La figura 57 muestra varios discos en el módulo de elemento de toma de alícuotas. Incluyen discos 5702 vacíos, discos con tubos 5704 primarios y discos con tubos 5706 secundarios. También se muestra un disco con un tubo 5708 secundario llenado con una alícuota apropiada de una muestra a partir de un tubo primario. Tal como se muestra, los diversos discos pueden desplazarse en el sentido de las agujas del reloj alrededor de los bucles 5716(a), 5716(b) y pueden salir del módulo de elemento de toma de alícuotas mediante una pista 5711 lineal. En otras configuraciones dadas a conocer, los discos pueden moverse en un sentido contrario a las agujas del reloj.

En un método a modo de ejemplo de hacer funcionar el módulo de toma de alícuotas, se identifica un tubo 5704 primario mediante el sistema en la pista principal para tomar alícuotas y se dirige al punto de aspiración del elemento de toma de alícuotas (A) próximo al segundo bucle 5716(b), adyacente a la fusión de los bucles 5716(a), 5716(b). Los discos 5702 vacíos se envían mediante el sistema detrás del tubo primario al punto de carga del elemento de toma de alícuotas para tubos secundarios (B), próximo al bucle 5716(a). Se etiqueta un tubo secundario y se carga en el disco 5706 vacío en el punto de carga del elemento de toma de alícuotas para tubos secundarios (B) y se dirige al punto de dispensación (C). Después se aspira la muestra a partir del tubo 5704 primario en (A) y se dispensa en el tubo secundario en el disco 5706 en el punto (C), próximo al primer bucle 5716(a). Lectores de códigos de barras (no mostrados) en los puntos (A) y (C) verifican la asociación correcta leyendo códigos de barras en el tubo de muestras en los puntos (A) y (C). Cuando se completa el tubo 5708 secundario, se libera a su siguiente destino entrando en la pista 5711 lineal y el siguiente tubo secundario se mueve al punto de dispensación (C).

Entonces puede completarse el procedimiento para cualquier número de tubos secundarios adicionales si el sistema dirige adicionalmente discos vacíos al módulo de elemento de toma de alícuotas. Cuando se termina el último tubo secundario, se liberan tanto el último tubo secundario como el tubo primario a sus siguientes destinos según el elemento de planificación, y se mueven los siguientes tubos secundarios y primarios a los puntos de dispensación (C) y de aspiración (A), respectivamente. Entonces puede completarse el procedimiento para los siguientes tubos secundarios y primarios.

La configuración de pista en bucle tiene varias ventajas. Incluye la capacidad de alimentar discos de manera continua y eficiente a puntos de aspiración y de dispensación en un módulo de elemento de toma de alícuotas, dando así como resultado un procesamiento más rápido.

Otra configuración dada a conocer se refiere a un sistema que comprende un módulo de elemento de toma de alícuotas que comprende una primera pista, una segunda pista, una pista de transporte, un dispositivo de compuerta rotatorio próximo a la pista de transporte y la primera pista o la segunda pista, y un pipeteador configurado para aspirar un primer volumen de alícuota de una muestra en el recipiente de muestras primario ubicado en una posición de aspiración próxima a la primera pista y dispensar el primer volumen de alícuota de la muestra en el recipiente de muestras secundario ubicado en una posición de dispensación próxima a la segunda pista.

En otra configuración dada a conocer, se usa un módulo de elemento de toma de alícuotas con un sistema de transporte de transportador, tal como se describió anteriormente. La figura 58 representa un ejemplo de un flujo de trabajo para un módulo de elemento de toma de alícuotas usando el sistema de transporte de transportador. El módulo de elemento de toma de alícuotas comprende un transportador 5788 que puede transportar discos con tubos 5722 primarios así como discos con tubos 5728 secundarios con alícuotas de muestra. El sistema también puede comprender un carril o transportador con discos 5724 vacíos.

Pueden estar presentes varias pistas circulares en el módulo de elemento de toma de alícuotas. Tales pistas pueden comprender una primera pista 5725 circular para transportar discos con tubos de muestras primarios y una segunda pista 5727 circular para discos 5724 que están vacíos, discos con tubos 5726 secundarios vacíos y discos con tubos 5728 secundarios con alícuotas de muestra. Aunque las pistas 5725 y 5727 son circulares en la figura 58, pueden usarse pistas con cualquier otra configuración. En algunos casos, las pistas pueden estar en forma de bucles sin fin (por ejemplo, círculos, óvalos, etc.).

En la zona de la primera pista 5725 circular, puede estar presente un lector 5723 de código de barras para leer un código de barras en un tubo de muestras en un punto de aspiración (A), adyacente a la pista 5725. También puede estar presente un manipulador 5784 de discos en el punto de aspiración A para controlar el movimiento de un disco en el punto de aspiración (A).

En la zona de la segunda pista 5727 circular, pueden estar presentes un primer lector 5768 de código de barras y un manipulador 5766 de discos para leer un código de barras en un tubo secundario en un punto de carga (B) (adyacente a la pista 5727) para tubos secundarios. También en la zona de la segunda pista 5727 circular, pueden estar presentes un segundo lector 5729 de código de barras y un segundo manipulador 5774 de discos en un punto de dispensación (C), adyacente a la pista 5727. Los manipuladores 5723, 5766, 5774 de discos pueden estar en forma de estructuras angulares pivotantes que permiten que un disco se pare o pase de modo que puede realizarse una operación en un tubo de muestras en el disco (por ejemplo, aspiración o dispensación, o lectura de un código de

barras en el tubo de muestras).

Las diversas pistas mostradas en la figura 58 pueden usar cualquier tecnología de transporte adecuada incluyendo un sistema de transportador comercializado con la marca comercial FlexLink™. Los sistemas de transportador se basan en un transportador de cadena de plástico multiflexible, de ajuste estrecho, que proporciona una capacidad de desplazamiento recta, horizontal y vertical.

Un primer dispositivo 5730 de compuerta rotatorio puede ser adyacente a la pista 5788 lineal y la primera pista 5725 circular. El primer dispositivo 5730 de compuerta rotatorio puede tener una forma generalmente de medialuna, de modo que una superficie 5730(a) cóncava del mismo puede recibir un borde circular de un disco. El primer dispositivo 5730 de compuerta rotatorio puede recibir un disco a partir de la pista 5788 lineal y puede dirigirlo hasta la primera pista 5725 circular. El primer dispositivo 5730 de compuerta rotatorio también puede recibir un disco a partir de la primera pista 5725 circular y puede dirigirlo hasta la pista 5788 lineal. El segundo dispositivo 5732 de compuerta rotatorio también puede tener una superficie 5732(a) cóncava y puede funcionar de una manera similar, permitiendo que transiten discos desde la segunda pista 5727 circular hasta la pista 5788 lineal, o viceversa.

Los dispositivos de compuerta rotatorios según configuraciones dadas a conocer tienen varias ventajas. En comparación con un elemento de agarre, por ejemplo, los dispositivos de compuerta rotatorios son menos complejos y ocupan menos espacio. Además, los dispositivos de compuerta rotatorios en forma generalmente de medialuna pueden estructurarse de manera que actúan conjuntamente con los discos, de modo que se enganchan de manera temporal y fija con los discos a medida que se transportan desde una pista hasta otra.

En funcionamiento, se identifica un tubo 5722 primario mediante el sistema en la pista 5758 principal para tomar alícuotas y se dirige al punto de aspiración del elemento de toma de alícuotas (A), que puede estar próximo a la primera pista 5725 circular. El primer dispositivo 5730 de compuerta rotatorio puede recibir un disco con un tubo 5722 primario, rotar y dirigirlo a la primera pista 5725 circular. Se envían discos 5724 vacíos mediante el sistema a lo largo de la pista 5788 principal detrás del disco con el tubo primario hasta el punto de carga del elemento de toma de alícuotas para tubos secundarios (B), que puede estar próximo a la segunda pista 5727 circular. Puede enviarse un número ilimitado de discos vacíos para cualquier tubo primario. Se etiqueta un tubo secundario y se carga en el disco 5726 vacío en el punto de carga del elemento de toma de alícuotas para tubos secundarios (B) y se dirige al punto de dispensación (C) próximo a la segunda pista 5727 circular. Se aspira la muestra a partir del tubo primario en el punto (A) y se dispensa en el tubo secundario en el punto (C). Lectores 5723, 5729 de códigos de barras en los puntos (A) y (C) verifican la asociación correcta. Cuando se completa la toma de alícuotas de la muestra en el tubo 5728 secundario, se libera a su siguiente destino y se mueve el siguiente tubo secundario al punto de dispensación (C). El segundo dispositivo 5732 de compuerta rotatorio puede recibir el disco con el tubo 5728 secundario con la alícuota de muestra a partir de la segunda pista 5727 circular y puede hacerlo transitar hasta la pista 5758 lineal, mediante la cual sale de la unidad de toma de alícuotas.

Entonces puede completarse el procedimiento para cualquier número de tubos secundarios adicionales si el sistema dirige adicionalmente discos vacíos al módulo de elemento de toma de alícuotas. Cuando se termina el último tubo secundario, se liberan tanto el último tubo secundario como el tubo primario a sus siguientes destinos y se mueven los siguientes tubos secundarios y primarios a los puntos de dispensación (C) y de aspiración (A), respectivamente. Entonces puede completarse el procedimiento para los siguientes tubos secundarios y primarios.

La figura 58(b) muestra otra configuración. El módulo de elemento de toma de alícuotas en la figura 58(b) comprende un carril 4582 de transporte lineal. Al igual que en la configuración dada a conocer en la figura 58(b), el sistema comprende pistas 4572, 4575 circulares primera y segunda.

Varios recipientes de muestras primarios en los discos 4570 pueden estar en la primera pista 4572 circular, y varios recipientes de muestras secundarios en los discos 4576 pueden estar en la segunda pista 4575 circular. Los discos pueden moverse en un sentido de las agujas del reloj alrededor de las pistas.

Un primer dispositivo 4580 de compuerta rotatorio en forma de una barra es adyacente a la primera pista 4572 circular, y puede dirigir discos entre el carril 4582 de transporte lineal y la primera pista 4572 circular. El primer dispositivo 4580 de compuerta rotatorio puede incluir una primera posición 4580(a), una segunda posición 4580(b) y una tercera posición 4580(c). Las posiciones 4580(a), 4580(c) primera y tercera pueden ser posiciones de desviación. Para mover el disco 4570 desde la primera pista 4572 circular hasta el carril 4582 de transporte lineal, se sujeta el disco 4570 mediante un manipulador de discos (no mostrado) mientras se mueve el dispositivo 4580 de compuerta rotatorio a su primera posición 4580(a). Se libera el disco 4570 a partir del manipulador de discos y se mueve mediante la primera pista 4572 circular hasta el carril 4582 de transporte lineal, desviándose mediante el dispositivo 4580 de compuerta rotatorio en su primera posición 4580(a). Para transferir un disco 4570 desde el carril 4582 de transporte lineal hasta la primera pista 4572 circular, se mueve el dispositivo 4580 de compuerta rotatorio a su tercera posición 4580(c) antes de que llegue un disco 4570 a la posición de desviación. En cuanto el disco 4570 llega a la posición de desviación, se desvía el disco 4570 mediante el dispositivo 4580 de compuerta rotatorio en su tercera posición 4580(c) desde el carril 4582 de transporte lineal hasta la primera pista 4572 circular. Un segundo dispositivo 4585 de compuerta rotatorio está posicionado adyacente a la segunda pista 4575 circular, y puede

funcionar de una manera similar al primer dispositivo 4580 de compuerta rotatorio.

Como en el ejemplo mostrado en la figura 58(a), el sistema en la figura 58(a) incluye un punto (A) en el que tiene lugar la aspiración, un punto (B) en el que tiene lugar la carga de recipientes de muestras secundarios en discos, y un punto (C) en el que tiene lugar la dispensación de una alícuota de muestra desde el recipiente de muestras primario hasta el recipiente de muestras secundario. La figura 58(b) también muestra un pipeteador 4567 que puede moverse entre el punto de aspiración (A) y el punto de dispensación (C).

Otra configuración dada a conocer se refiere a un sistema que comprende un módulo de elemento de toma de alícuotas que comprende un pipeteador configurado para aspirar un primer volumen de alícuota de una muestra en el recipiente de muestras primario en un primer disco que puede moverse de manera independiente ubicado en una posición de aspiración y dispensar el primer volumen de alícuota de la muestra en el recipiente de muestras secundario en un segundo disco que puede moverse de manera independiente ubicado en una posición de dispensación. El módulo de elemento de toma de alícuotas está configurado para hacer que el recipiente de muestras secundario salga del módulo de elemento de toma de alícuotas antes que el recipiente de muestras primario.

La figura 59 muestra otro módulo de toma de alícuotas según una configuración dada a conocer. Hay tres carriles 5792, 5794, 5796 lineales y paralelos, formados mediante dos paredes paralelas, que forman parte de la estación de toma de alícuotas. Un carril 5790 de transporte principal es perpendicular a los tres carriles 5792, 5794, 5796. Una región 5798 abierta en el extremo de los tres carriles permite que pasen discos entre los tres carriles 5792, 5794, 5796, y eventualmente salgan del módulo de elemento de toma de alícuotas.

En funcionamiento, se identifica un tubo 5742 primario mediante el sistema en la pista principal para tomar alícuotas y se dirige al punto de aspiración del elemento de toma de alícuotas (A), próximo a la pista 5794. Se envían discos 5744 vacíos mediante el sistema detrás del tubo primario hasta el punto de carga del elemento de toma de alícuotas para tubos secundarios (B), próximo a la pista 5792. Puede enviarse una cantidad ilimitada para cualquier tubo primario. Se etiqueta un tubo secundario y se carga en el disco 5746 vacío en el punto de carga del elemento de toma de alícuotas para tubos secundarios (B) y se dirige al punto de dispensación (C), próximo a la pista 5792, en la entrada de la región 5798 abierta. Se aspira la muestra a partir del tubo primario en (A) y se dispensa en el tubo secundario en el punto (C). Lectores de códigos de barras en los puntos (A) y (C) verifican la asociación correcta. Cuando se completa un tubo 5748 secundario, se libera a su siguiente destino y el siguiente tubo secundario se mueve al punto de dispensación (C).

Entonces puede completarse el procedimiento para cualquier número de tubos secundarios adicionales si el sistema dirige adicionalmente discos vacíos al módulo de elemento de toma de alícuotas. Cuando se termina el último tubo secundario, se libran tanto el último tubo secundario como el tubo primario a sus siguientes destinos y se mueven los siguientes tubos secundarios y primarios a los puntos de dispensación (C) y de aspiración (A), respectivamente. Entonces puede completarse el procedimiento para los siguientes tubos secundarios y primarios.

Los discos que se usan en la configuración dada a conocer en la figura 59 pueden moverse independientemente unos de otros, y cada uno puede contener su propio procesador, memoria e interfaces de comunicación. En algunas configuraciones dadas a conocer, los discos pueden comunicarse con un sistema de control central usando un mecanismo de comunicación inalámbrico. Pueden encontrarse más detalles referentes a este tipo de sistema de transporte y otros sistemas de transporte adecuados en las solicitudes de patente estadounidense provisionales n.ºs 61/556.667, 61/616.994, 61/486.126 y la solicitud de PCT n.º PCT/US2012/037585. A continuación también se proporcionan más detalles referentes a un sistema de transporte de disco adecuado. En algunos casos, los discos pueden denominarse de manera genérica "elementos de transporte de productos de laboratorio".

El sistema de transporte de disco es un vehículo guiado de manera autónoma para transportar un tubo de muestras individual. Los sistemas de transporte accionados por cadena o por cinta actuales sólo pueden controlar la velocidad de los segmentos de pista completos. Aunque sea posible tener cadenas con velocidad diferente o incluso ajustable, puede ser difícil mover cada pista individual con su propia velocidad. Dicho de otro modo, el sistema de transporte de disco con la velocidad más baja o la aceleración/desaceleración más baja dictará el segmento completo.

El sistema de transporte de disco de la presente tecnología proporciona un sistema de transporte que es una unidad de transporte de muestras autopropulsada. Los sistemas de transporte de disco pueden mover muestras usando los parámetros de movimiento necesarios y pueden hacerlo independientemente unos de otros. Los sistemas de transporte de disco mejoran la eficiencia maximizando la producción, incluso con estados variados para diferentes tubos de muestras (por ejemplo, normal frente a urgente), sin la necesidad de sacrificar o poner en peligro la calidad de muestra de muestras sensibles, ya que cada muestra puede transportarse con la velocidad máxima. Adicionalmente, el sistema de transporte de disco puede gestionarse mediante el controlador central o un controlador de intersección local.

VIII. Caracterización de tubos de muestras sin contacto

Las características físicas de un recipiente de muestras pueden determinarse usando uno o más sensores que están fijos con respecto a un sistema de transporte de muestras. Por ejemplo, puede ser deseable determinar características físicas de un recipiente de muestras a medida que el recipiente de muestras se transporta entre estaciones de un sistema de análisis de laboratorio. Es posible que un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto pueda determinar diversas características físicas de un recipiente de muestras sin contacto entre los dispositivos de sensor y el recipiente de muestras. En comparación con un sistema de caracterización de recipiente de muestras que recoge una muestra o requiere de otro modo contacto con el recipiente de muestras para determinar características del recipiente de muestras, un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto puede obtener información sobre el recipiente de muestras de una manera relativamente eficiente en el tiempo, permitiendo un procesamiento de muestras rápido. Adicionalmente, el sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto puede determinar características de un recipiente de muestras sin alterar la posición del recipiente. Esto puede ser beneficioso para sistemas en los que la posición de recipientes de muestras en una cola está relacionada con el orden en el que está planificado que se procesen los recipientes de muestras.

Pueden determinarse características físicas tales como diámetro de recipiente de muestras y longitud de recipiente de muestras mediante el sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto. También puede determinarse el color de un tapón para un recipiente de muestras. En algunas configuraciones dadas a conocer, pueden realizarse determinaciones de nivel de líquido mediante un sistema de caracterización de muestras sin contacto.

Un recipiente de muestras puede transportarse mediante un sistema de transporte tal como un sistema de transporte de transportador, un sistema de transporte de disco autopropulsado, un sistema de transporte magnético u otro sistema de transporte. Un sistema de transporte de transportador puede incluir un transportador, tal como una pista o cinta transportadora, para transportar muestras.

El recipiente de muestras puede ser un tubo de muestras usado para contener muestras de sangre u otros fluidos para análisis de laboratorio. Pueden insertarse uno o más recipientes de muestras en un soporte de muestras para transportarse mediante un sistema de transporte de transportador u otro sistema de transporte. Por ejemplo, un soporte de muestras colocado en una cinta transportadora puede soportarse mediante el movimiento de la cinta.

La figura 60 es una vista desde arriba ilustrativa de un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto. Se muestra un soporte 6002 de muestras en un transportador 6004. El mismo soporte 6002 puede estar configurado para contener uno o más recipientes 6012 de muestras. Uno o más sensores, tales como sensor 6006 de diámetro de recipiente de muestras, sensor 6008 de color de tapón y sensor 6010 de altura de recipiente de muestras están fijados con respecto al transportador 6004. Por ejemplo, los sensores 6006-6010 pueden estar acoplados a una estructura de soporte o pared lateral del transportador 6004. El transportador 6004 puede ser una cinta transportadora, pista de transportador u otra superficie para transportar muestras. En otras configuraciones dadas a conocer, los sensores 6006-6010 pueden estar ubicados en una posición fija y los recipientes de muestras se transportan manualmente a los sensores o se ubican de otro modo en el alcance del sensor sin un transportador.

En algunas configuraciones dadas a conocer, los sensores 6006, 6008 y 6010 pueden determinar características físicas asociadas con el recipiente 6002 de muestras a medida que se mueve el recipiente 6002 de muestras mediante la cinta 6004 transportadora. En configuraciones alternativas dadas a conocer, la cinta 204 transportadora está configurada para pararse cuando el tubo 6012 de muestras está en una posición en la que los sensores 6006, 6008 y 6010 pueden determinar características físicas del tubo 6002 de muestras.

La figura 61 muestra un soporte de muestras ilustrativo con recortes para permitir el acceso óptico al recipiente de muestras. Un soporte 6100 de muestras usado para transportar un recipiente 6106 de muestras puede tener una o más hendiduras 6102 para permitir que el recipiente 6106 de muestras sea visible para el sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto. Las hendiduras 6102 pueden tener una orientación vertical para permitir determinar la longitud del recipiente 6106 de muestras mientras el recipiente de muestras se sujeta erguido dentro del soporte 6100 de muestras.

Las figuras 62(a)-62(c) muestran vistas laterales ilustrativas de los sensores de recipiente de muestras representados en la figura 60. La figura 62(a) muestra el sensor 6006 de diámetro de recipiente de muestras. El sensor 6006 de diámetro de recipiente de muestras puede tener un detector de luz que está orientado horizontalmente (tal como se indica mediante las líneas discontinuas que se originan en el sensor 6006 de diámetro). El detector de luz del sensor 6206 de diámetro puede ser una matriz óptica lineal que tiene una pluralidad de fotodiodos (es decir, píxeles) dispuestos horizontalmente. Por ejemplo, puede usarse una matriz lineal que tiene 5-1000 píxeles, tal como 50-300 píxeles, por ejemplo, 100 píxeles. En una configuración a modo de ejemplo dada a conocer, puede usarse una matriz lineal TAOS TSL3301-LP. Cada fotodiodo puede producir una fotocorriente proporcional a una cantidad de luz incidente en el fotodiodo. El diámetro del recipiente 6012 de muestras puede determinarse basándose en la salida de la matriz óptica lineal del sensor 6006 de diámetro. Por ejemplo, si el recipiente 6012 de muestras está ubicado entre una fuente de luz y la matriz óptica lineal, un número de fotodiodos en los que incide una cantidad relativamente baja de luz (por ejemplo, un número de fotodiodos que producen una fotocorriente por debajo de un nivel umbral) puede corresponder al diámetro del recipiente de muestras.

La figura 62(b) muestra el sensor 6008 de color de tapón de recipiente de muestras. El sensor 208 de color de tapón de recipiente de muestras puede comprender uno o más sensores de color para determinar un color de un tapón en el recipiente 6012 de muestras. El sensor de color está configurado para detectar una zona alineada con el tapón del recipiente 6012 de muestras. Se ilustran múltiples sensores 6220, 6222 y 6224 de color de tapón mediante las líneas discontinuas en la figura 4(b). El recipiente 212 de muestras mostrado en la figura 4(b) tiene un tapón 226 que está alineado con el sensor 6222 de color de tapón. Para un recipiente de muestras que es más alto que el recipiente 6012 de muestras tal como se muestra, puede usarse el sensor 6224 de color de tapón. De manera similar, para un recipiente de muestras que es más corto que el recipiente 6012 de muestras tal como se muestra, puede usarse el sensor 6220 de color de tapón. Un sensor de color del sensor 4108 de color de tapón puede ser un conversor de luz en frecuencia TAOS 230D. Alternativamente, el sensor de color puede ser una cámara tal como una cámara de CCD. El color del tapón 6226 puede determinarse basándose en la salida del sensor de color. Puede usarse además una cámara para leer un código de barras u otra etiqueta unida al recipiente 6012 de muestras.

La figura 62(c) muestra un sensor 6010 de longitud de recipiente de muestras. El sensor 6010 de longitud puede tener un detector de luz que está orientado verticalmente (tal como se indica mediante la línea discontinua que se origina en el sensor 6010 de longitud). Por ejemplo, el detector de luz del sensor 6010 de longitud puede ser una matriz óptica lineal (por ejemplo, una matriz lineal TAOS TSL3301-LP) que tiene una pluralidad de fotodiodos (es decir, píxeles) dispuestos en una matriz lineal similar a la matriz óptica lineal descrita con referencia al sensor 206 de diámetro. La longitud del recipiente 6012 de muestras (por ejemplo, desde la parte inferior del tubo hasta la parte superior del tapón) puede determinarse basándose en la salida de la matriz óptica lineal del sensor 210 de longitud. En algunas configuraciones dadas a conocer, el sensor 6010 de longitud puede usarse para detectar el nivel de líquido de uno o más tipos de líquido en el recipiente 6012 de muestras.

En algunas configuraciones dadas a conocer, se usa un sensor para determinar si el recipiente 6012 de muestras está en una posición en la que pueden determinarse características físicas del recipiente 6012 de muestras. Por ejemplo, puede usarse la salida del sensor 6010 de longitud de recipiente de muestras para determinar si el recipiente 6012 de muestras está en una posición en la que el sensor 6008 de color de tapón puede determinar el color de tapón del recipiente 6012 de muestras.

La figura 63 es un diagrama de bloques ilustrativo para un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto. El sensor 6302 de diámetro de recipiente de muestras (correspondiente al sensor 6006 de diámetro de la figura 60) y el sensor 6304 de longitud de recipiente de muestras (correspondiente al sensor 6010 de longitud de la figura 60) pueden estar acoplados en comunicación con un procesador 6308. El procesador 6308 puede ser un procesador de un sistema de control de transportador, un procesador de un sistema de automatización de laboratorio o un procesador de otro sistema u ordenador. Uno o más sensores de color de tapón, tales como un primer sensor 506 de color de tapón y un segundo sensor 530 de color de tapón hasta un N-ésimo sensor 532 de color de tapón (todos ellos correspondientes al sensor 6008 de color de tapón de la figura 60), también pueden estar acoplados en comunicación al procesador. En una configuración dada a conocer, el procesador 6308 puede recibir una señal a partir del sensor 6304 de longitud de recipiente de muestras que indica la longitud del recipiente 212 de muestras. Basándose en la señal recibida a partir del sensor 6304 de longitud de recipiente de muestras, el procesador 6308 puede ejecutar instrucciones para determinar cuál de los sensores 6306, 6330, 6332 de color de tapón de recipiente de muestras usar para detectar el color del tapón 6226.

En diversas configuraciones dadas a conocer, un controlador 6336 de sistema de transportador puede estar acoplado en comunicación con un procesador 6308. El controlador 6336 de sistema de transportador puede ser un procesador que genera señales para accionar un motor de transportador, tal como un motor de transportador asociado con una cinta 6004 transportadora. Alternativamente, el controlador 6336 de sistema de transportador puede ser un motor asociado con una cinta 6004 transportadora. El procesador 6308 puede recibir una señal a partir de uno o más del sensor 6302 de diámetro, el sensor 6304 de longitud y/o los sensores 6306, 6330, 6332 de color de tapón y el procesador 6308 puede ejecutar instrucciones para determinar cuándo un recipiente 212 de muestras está en una posición en la que pueden determinarse sus características físicas, basándose en la señal o señales recibidas. Cuando el recipiente 212 de muestras está en una posición en la que pueden determinarse sus características físicas, el procesador 6308 puede generar una señal que indica al controlador 6336 de sistema de transportador que detenga el movimiento del transportador. De esta manera, se detiene una cinta transportadora cada vez que se alinea un recipiente 212 de muestras con los sensores de caracterización.

Las instrucciones ejecutadas por el procesador 6308 pueden almacenarse en el procesador 6308 o pueden almacenarse en una memoria 6334 accesible por el procesador 6308.

La figura 64 es un diagrama de flujo para un sistema de caracterización de recipiente de muestras sin contacto. En la operación 6402, un procesador 6308 puede recibir una primera señal a partir de un sensor 6302 de diámetro de recipiente de muestras. Basándose en la señal recibida, el procesador 6308 puede determinar si un recipiente 6012 de muestras está alineado con el sensor de diámetro de recipiente de muestras de tal manera que puede determinarse un diámetro, tal como se indica en el rombo 6404 de decisión. Si el recipiente 6012 de muestras está alineado con el sensor 6302 de diámetro, el procesador 6308 puede generar una instrucción para detener un

sistema de transportador. Por ejemplo, el procesador 6308 puede generar una instrucción para detener un sistema de transportador cuando una señal recibida a partir del sensor 6302 de diámetro indica que un nivel de luz ha disminuido por debajo de un nivel umbral para un número predeterminado de fotodiodos de una matriz óptica lineal. En otro ejemplo, el procesador 508 puede generar una instrucción para detener un sistema de transportador después de un retardo empezando a partir del momento en el que una señal recibida a partir del sensor 6302 de diámetro indica que un nivel de luz ha disminuido por debajo de un nivel umbral para un número predeterminado de fotodiodos de una matriz óptica lineal. En configuraciones alternativas dadas a conocer, el procesador 6308 puede determinar un diámetro de recipiente de muestras, longitud de recipiente de muestras y color de tapón sin detener el sistema de transporte. Las características físicas pueden determinarse después de un retardo empezando en un punto en el tiempo en el que el sensor 502 de diámetro u otro sensor detecta por primera vez la presencia de un recipiente 6012 de muestras.

En la operación 6408, el procesador 6308 recibe una segunda señal a partir del sensor 504 de longitud de recipiente de muestras. Basándose en la segunda señal, el procesador 6308 puede determinar la longitud del recipiente 212 de muestras, tal como se indica en la operación 6410. En la operación 6412, el procesador 6308 puede determinar cuál de los sensores 6306, 6330, 6332 de color de tapón usar para determinar el color del tapón 6226. En la operación 6414, el procesador 6308 recibe una tercera señal a partir del sensor de color de tapón determinado en la operación 6412. Basándose en la señal procedente del sensor de color de tapón determinado en la operación 6412, el procesador 6308 puede determinar el color de tapón del tapón 6226.

En algunas configuraciones dadas a conocer, el procesador 6308 puede recibir una señal a partir del sensor 6302 de diámetro después de haberse detenido el transportador. Basándose en la señal recibida a partir del sensor 6302 de diámetro, el procesador 6308 puede determinar el diámetro del recipiente 6012 de muestras.

Después de haberse determinado las características físicas de un recipiente de muestras, el recipiente de muestras puede proceder a un módulo de centrífuga para su centrifugación. Las características físicas del recipiente de muestras pueden realizarse después de la centrifugación.

IX. Sensor de desequilibrio de centrífuga basado en acelerómetro

Una centrífuga puede incluir un sensor de desequilibrio para prevenir un desequilibrio excesivo de la centrífuga. Puede usarse un sensor de desequilibrio basado en acelerómetro para determinar cuándo está produciéndose un desequilibrio de centrífuga superior a la tolerancia de desequilibrio de una centrífuga.

El sensor de desequilibrio basado en acelerómetro puede detectar la aceleración de un contenedor de contención de centrífuga a lo largo de uno, dos o tres ejes. La detección a lo largo de tres ejes puede proporcionar un nivel de detalle sobre el desequilibrio que se produce en una centrífuga para permitir monitorizar el desgaste temprano de estructuras de montaje de sacudida u otros componentes mecánicos de una centrífuga. Determinar el desequilibrio basándose en la aceleración (es decir "fuerza g") puede proporcionar una indicación más precisa que lo que está disponible a partir de técnicas de detección basadas en desplazamiento.

En la figura 65 se representa un diagrama de sistema ilustrativo de un sensor de desequilibrio de centrífuga basado en acelerómetro. La centrífuga 6502 puede estar montada dentro de un contenedor 6504 de contención de centrífuga. El acelerómetro 6508 del sensor 6506 de desequilibrio puede estar mecánicamente acoplado de manera directa o indirecta a un componente de la centrífuga 6502. Por ejemplo, el acelerómetro 6508 puede estar mecánicamente acoplado al contenedor 6504 de contención de centrífuga de tal manera que la aceleración se transmite desde la superficie del contenedor 6504 de contención de centrífuga hasta el acelerómetro 6508. En otro ejemplo, el acelerómetro 6508 puede estar montado en una placa de circuito impreso (PCB) que está mecánicamente acoplada al contenedor 6504 de contención de centrífuga. En otras configuraciones dadas a conocer, el acelerómetro 6508 puede estar montado en otro elemento de la centrífuga 6502, tal como en o dentro del rotor de centrífuga, árbol o motor.

El acelerómetro 6508 puede ser un dispositivo de un único o de múltiples ejes que puede generar una señal correspondiente a la aceleración de un objeto al que está mecánicamente acoplado el acelerómetro. El acelerómetro puede tener un componente piezoeléctrico, piezorresistivo, capacitivo u otro que puede generar una señal basándose en la aceleración. El acelerómetro 6508 puede ser un dispositivo de sistema microelectromecánico (MEMS), tal como el acelerómetro lineal de estado sólido de 3 ejes LIS3L02AS4 de STMicroelectronics.

El acelerómetro 6508 puede emitir valores de tensión correspondientes a la aceleración del contenedor 6504 de contención de centrífuga a lo largo de tres ejes, por ejemplo, los ejes x, y y z. La tensión de salida en el eje de las x del acelerómetro 6508 puede compararse con una primera tensión de referencia en un comparador 6510 de eje de las x. La tensión de salida del eje de las y del acelerómetro 6508 puede compararse con una segunda tensión de referencia en un comparador 6512 de eje de las y. La tensión de salida del eje de las z del acelerómetro 6508 puede compararse con una tercera tensión de referencia en un comparador 6514 de eje de las z. La salida de tensión de los comparadores 6510, 6512 y 6514 puede sumarse para obtener una tensión de suma. Un comparador 6516 de suma puede comparar la tensión de suma con una cuarta tensión de referencia. Una o más de la primera tensión de

referencia, la segunda tensión de referencia, la tercera tensión de referencia y la cuarta tensión de referencia pueden basarse en la tolerancia de desequilibrio de la centrífuga y pueden ser ajustables. Por ejemplo, puede ajustarse un potenciómetro para alterar una tensión de suministro o puede ajustarse un valor en software o firmware asociado con el sensor 6506 de desequilibrio. Los valores de tensión de referencia ajustables pueden permitir
 5 ajustar el sensor de desequilibrio para su uso con diferentes centrífugas que tienen diferentes tolerancias de desequilibrio.

La salida del comparador 6516 de suma puede proporcionarse a un conmutador 6518. El conmutador 6518 puede ser, por ejemplo, un conmutador de transistor de efecto de campo (FET). La salida del conmutador puede
 10 conectarse a la centrífuga 6502 de tal manera que se interrumpe la rotación de la centrífuga 6502 cuando el estado del conmutador 6518 corresponde a una condición de desequilibrio de la centrífuga tal como se indica mediante la salida del comparador 6516 de suma. De esta manera, cuando la aceleración del contenedor 6504 de contención de centrífuga tal como se mide a lo largo de uno o más del eje de las x, el eje de las y y el eje de las z supera el umbral de tolerancia de desequilibrio de la centrífuga 6502, puede interrumpirse la rotación de la centrífuga 6502. En
 15 algunas configuraciones dadas a conocer, puede generarse una alerta basándose en la salida del comparador 6510, el comparador 6512, el comparador 6514, el comparador 6516 y/o el conmutador 6518. La alerta puede ser un mensaje, luz, sonido, etc., que puede comunicarse a un sistema de automatización de laboratorio y/o visualizarse o emitirse por la centrífuga.

Uno o más de los comparadores 6510, 6512, 6514 y 6516 puede estar acoplado en comunicación a un procesador. El procesador (no mostrado) puede ser un procesador asociado con la centrífuga 6502, un procesador de un sistema de automatización de laboratorio o un procesador de otro sistema u ordenador. Las instrucciones ejecutadas por el procesador pueden almacenarse en el procesador o pueden almacenarse en una memoria (no mostrada) accesible por el procesador. El conmutador 6518 puede estar acoplado en comunicación a un procesador. Puede
 20 generarse una alerta cuando la salida de uno o más de los comparadores 6510, 6512, 6514 y 6516 supera un nivel de tensión umbral. En otra configuración dada a conocer, puede generarse una alerta cuando se conmuta un conmutador 6518 a un estado que da como resultado el apagado de la centrífuga 6502. Tales alertas pueden transmitirse a un ordenador de sistema de automatización de laboratorio de tal manera que puede ajustarse la planificación de procesamiento de muestras basándose en el apagado de la centrífuga.
 25

En algunas configuraciones dadas a conocer, uno o más componentes del sensor 6506 de desequilibrio, tales como el acelerómetro 6508, los comparadores 6510-6516, el conmutador 6528 y otros componentes asociados, pueden estar montados en una PCB. La PCB puede estar montada en el contenedor 6504 de contención de centrífuga de tal manera que se transmite la aceleración del contenedor 6504 de contención de centrífuga al acelerómetro 6508.
 30

La figura 66 representa un diagrama de circuito ilustrativo para un sensor de desequilibrio de centrífuga basado en acelerómetro. El acelerómetro 6602 (por ejemplo, el acelerómetro 6508 descrito con referencia a la figura 65) proporciona salidas de tensión correspondientes a la aceleración medida a los ejes de las x, y y z. La salida de eje de las x se proporciona al comparador 6604 (por ejemplo, el comparador 6510 descrito con referencia a la figura 65). La salida de eje de las y se proporciona al comparador 6606 (por ejemplo, el comparador 6512 descrito con referencia a la figura 65). La salida de eje de las z se proporciona al comparador 6608 (por ejemplo, el comparador 6514 descrito con referencia a la figura 65). La salida de los comparadores 6604, 6606 y 6608 se proporciona al comparador 810 de suma (por ejemplo, el comparador 6516 descrito con referencia a la figura 65). La salida del comparador 6610 de suma se proporciona al conmutador 812 (por ejemplo, el conmutador 6518 descrito con referencia a la figura 65).
 35
 40
 45

En algunas configuraciones dadas a conocer, los resistores usados para regular una o más de la primera tensión de referencia, la segunda tensión de referencia, la tercera tensión de referencia y la cuarta tensión de referencia se sustituyen por un convertidor de digital a analógico que permite ajustar los valores de tensión de referencia con software mediante una interfaz de usuario. De esta manera, el sensor de desequilibrio basado en acelerómetro puede adaptarse fácilmente a diversas centrífugas que tienen diferentes niveles de tolerancia de desequilibrio y para adaptarse a diversos requisitos de manipulación de muestras. Alternativamente, los resistores usados para regular una o más de la primera tensión de referencia, la segunda tensión de referencia, la tercera tensión de referencia y la cuarta tensión de referencia se sustituyen por potenciómetros para permitir un ajuste manual de los valores de resistencia.
 50
 55

La figura 67 muestra un diagrama de flujo para un sensor de desequilibrio de centrífuga acoplado a un contenedor 6504 de contención de centrífuga para una centrífuga 6502. El sensor de desequilibrio puede incluir un acelerómetro 6508 que puede medir la aceleración a lo largo de tres ejes. En la operación 6702, se compara una señal de acelerómetro de eje de las x mediante un primer comparador 6510 con una primera tensión de referencia. En la operación 6704, se compara una señal de acelerómetro de eje de las y mediante un segundo comparador 6512 con una segunda tensión de referencia. En la operación 6706, se compara una señal de acelerómetro de eje de las z mediante un tercer comparador 6514 con una tercera tensión de referencia. La suma de las salidas de los comparadores primero, segundo y tercero se comparan mediante un comparador 6516 de suma con una cuarta tensión de referencia, tal como se indica en la operación 6708. El comparador 6516 de suma determina si la suma de las salidas supera la primera tensión de referencia, tal como se indica en el rombo 6710 de decisión. Si la suma
 60
 65

de las salidas supera la cuarta tensión de referencia, puede detenerse el funcionamiento de la centrífuga 6502, tal como se indica en la operación 6712. Por ejemplo, puede acoplarse la salida del comparador de suma a un conmutador 6518 configurado para interrumpir la rotación de la centrífuga 6502.

5 X. Cajón de centrífuga

Las figuras 68-75 muestran diversos sistemas asociados con un cajón 6800 de centrífuga. Montar una centrífuga en un cajón de centrífuga puede facilitar el movimiento de la centrífuga para acceso de mantenimiento y puede simplificar la reinstalación de una centrífuga. El cajón de centrífuga incluye una plataforma 6802 de montaje acoplada al armazón 6804 mediante raíles 6806 telescópicos. Una centrífuga (no mostrada) puede estar montada en la plataforma 6802 de montaje. Los raíles 6806 telescópicos pueden extenderse para permitir retirar la centrífuga a partir de su posición instalada. Los raíles 6806 telescópicos pueden ser raíles de bloqueo de tal manera que la centrífuga puede bloquearse en su posición instalada (posición retraída) o bloquearse en una posición completamente extendida en la que la centrífuga se extiende alejándose de su posición instalada. De esta manera, se impide que se mueva la centrífuga mediante el cajón mientras está en curso un ciclo de centrifugación. En algunas configuraciones dadas a conocer, el cajón 6800 de centrífuga incluye discos 6808 de alineación para sujetar mecánicamente la posición de la centrífuga al armazón 6804. El cajón 6800 de centrífuga puede comprender además dos o más ruedas 6810 acopladas al armazón 6804.

La centrífuga normalmente recibe potencia y capacidad de comunicaciones a través de cables que conectan la fuente de potencia de módulo de centrífuga. El cajón 6800 de centrífuga puede incluir una característica para gestionar cables cuando se extiende y se retrae el cajón. En algunas configuraciones dadas a conocer, el cajón 6800 de centrífuga comprende una cadena 6812 de energía tal como se muestra en la posición 6812(a) retraída y la posición 6812(b) extendida en la figura 69. Aunque la cadena 6812 de energía se muestra en las posiciones tanto retraída como extendida con fines ilustrativos, normalmente el cajón 6800 de centrífuga tendrá una única cadena 6812 de energía que se moverá entre las posiciones 6812(a) y 6812(b) a medida que se hace funcionar el cajón. La cadena 6812 de energía puede contener cables tales como cables de potencia y de comunicación. La cadena 6812 de energía puede construirse a partir de un material flexible tal como un plástico flexible configurado para extenderse y retraerse de tal manera que los cables contenidos dentro de la cadena 6812 de energía no interfieren con el funcionamiento del cajón 6800 de centrífuga.

En otra configuración dada a conocer, puede usarse un retractor 6814 de cables para gestionar cables, tal como se muestra en las figuras 70(a)-70(b). El retractor 6814 de cables puede usar un retractor 6816 de cables cargado por resorte para evitar que uno o más cables 6818 interfieran con el funcionamiento del cajón 6800 de centrífuga. El retractor 6816 de cables cargado por resorte se muestra en la posición 6816(a) retraída y la posición 6816(b) extendida.

En algunas configuraciones dadas a conocer, el cajón 6800 de centrífuga incluye una medida de prevención del movimiento. El movimiento del cajón mientras la centrífuga está en funcionamiento puede provocar desequilibrio del rotor y/o colisión entre el cubo de rotor y el recipiente de contención. El cajón 6800 de centrífuga puede incluir un imán permanente con anulación eléctrica para sujetar la centrífuga en su sitio. Para extender el cajón, se vence la fuerza magnética del imán permanente mediante la aplicación de una corriente eléctrica en el electroimán. Por ejemplo, la corriente electromagnética puede activarse con una polarización para contrarrestar el campo magnético del imán permanente. El cajón 6800 de centrífuga puede incluir un imán permanente con enclavamiento 6819 de anulación electromagnética tal como se muestra en la figura 71. El enclavamiento de imán permanente puede estar instalado entre las ruedas 6810 del cajón 6800 de centrífuga. El imán permanente puede sujetar el cajón en un estado completamente retraído cuando se retrae el cajón. Por ejemplo, la corriente electromagnética puede activarse con una polarización para reforzar el campo magnético del imán permanente. La fuerza del imán permanente puede ser suficiente para sujetar el cajón de centrífuga en su sitio mientras la centrífuga no está funcionando. En algunas configuraciones dadas a conocer, el electroimán 6819 se engancha para sujetar el cajón en un estado completamente retraído cuando la centrífuga está funcionando.

El cajón 6800 de centrífuga puede comprender un enclavamiento mecánico rotatorio eléctrico. La figura 16(a) muestra una vista en perspectiva del enclavamiento mecánico y la figura 16(b) muestra una vista en sección transversal del enclavamiento mecánico. Para extender el cajón, se envía una señal eléctrica desde un controlador hasta el enclavamiento y, en respuesta, un motor eléctrico hace rotar una leva 6818. El controlador puede ser un controlador de enclavamiento, un controlador de cajón de centrífuga, un controlador de centrífuga u otro controlador. La rotación de la leva 6818 provoca que el elemento 6820 de enclavamiento rote alrededor de un pivote 6822. El elemento 6820 de enclavamiento puede ser una barra conformada para interconectarse con el elemento 6824 de enclavamiento. El elemento 6820 de enclavamiento también puede tener un elemento 6832 de anulación de cables que permitirá que el cajón se extienda cuando se pierde potencia en caso de un fallo de potencia. El elemento 6824 de enclavamiento puede tener un primer diente 6825 y un segundo diente 6827. Los dientes 6825, 6827 pueden restringir el movimiento de un perno 6830 percutor cuando el perno percutor está dentro de una abertura 6826. El perno 6830 percutor está unido al armazón 6804 de cajón. La rotación del elemento 6820 de enclavamiento alrededor del pivote 6822 hace que se libere el elemento 6824 de enclavamiento. Un resorte (no mostrado), que puede ser un resorte de torsión, tal como un resorte de torsión débil, puede hacer que el elemento 6825 de

enclavamiento rote en el sentido de las agujas del reloj cuando el elemento 6824 de enclavamiento no está restringido por el elemento 6820 de enclavamiento. El funcionamiento del cajón 6800 para retraer el cajón también puede hacer que el elemento 6824 de enclavamiento rote en el sentido de las agujas del reloj. Cuando el elemento 6824 de enclavamiento ha rotado de tal manera que la abertura 6826 ya no está bloqueada por el diente 6825 del elemento de enclavamiento, el perno 6830 percutor ya no está restringido y el cajón puede extenderse. La figura 16(c) muestra la configuración de los elementos 6820, 6824 de enclavamiento cuando el enclavamiento está en una posición abierta de tal manera que el perno 6830 percutor ya no está restringido.

Es posible que un sensor 6828 de enclavamiento pueda detectar la posición del cajón. Cuando el cajón está en una posición retraída, el sensor 6828 de enclavamiento puede enviar una señal para hacer rotar la leva 6818 de tal manera que se devuelve 6820 a la posición mostrada en la figura 16(b). Rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj de 6825 (por ejemplo, impulsando el perno 6830 percutor contra el diente 6827) para devolver el elemento 6824 de enclavamiento a la posición mostrada en la figura 16(b). De esta manera, el cajón 6800 puede bloquearse mecánicamente una vez que se ha retraído.

En algunas configuraciones dadas a conocer, el cajón 6800 de centrífuga comprende un mecanismo de amortiguación para mitigar la vibración del armazón 6804 cuando el cajón está retrayéndose para permitir que el módulo de centrífuga continúe procesando muestras. Puede usarse un mecanismo de amortiguación tal como el amortiguador 6840 de compresión mostrado en la figura 73 para acoplar el armazón 6804 a la plataforma 6802 mediante el elemento 6842 de contracción de amortiguación de tal manera que se controla la velocidad de una fuerza ejercida para retraer el cajón por el amortiguador 6840 de compresión. El amortiguador de compresión puede ser un amortiguador de gas o de fluido. En algunas configuraciones dadas a conocer, el amortiguador de gas permite retraer libremente la centrífuga hasta que se alcanza un estado que requiere control.

La figura 74 muestra una cubierta para un cajón de centrífuga. La cubierta 6850 puede retirarse del cajón 6800 de centrífuga para permitir el acceso al armazón 6804 de cajón para cargar la centrífuga sobre la plataforma 6802. La cubierta 6850 puede incluir un asa 6852 para proporcionar a un usuario un punto de agarre para extender la centrífuga.

La figura 75 ilustra un flujo de trabajo para cargar una centrífuga sobre el cajón 6800. En 7500, la centrífuga 7502 está en una caja 7504. Por ejemplo, la centrífuga puede haberse enviado hace poco al laboratorio. En 7508, puede haberse aplicado una herramienta 7510 de carga a la centrífuga 7502. La herramienta 7510 de carga puede tener una pluralidad de ruedas 7520 y una pluralidad de elevadores 7522. En 7512, se eleva la centrífuga extendiendo los elevadores de la herramienta 7510 de carga. En este punto, puede retirarse la caja 7504. En 7514, puede hacerse rodar la centrífuga 7502 sobre el cajón 6800 usando la herramienta 7510 de carga. Pueden retraerse los elevadores de tal manera que la centrífuga 7502 se soporta por el cajón 6800 de centrífuga. En 7516, se retira la herramienta 7510 de carga. En 7518, puede unirse la cubierta 6852 al cajón 6800.

XI. Elemento de agarre de adaptador de centrífuga

Es posible que un brazo robótico pueda recoger y transportar un adaptador de centrífuga. Por ejemplo, adaptadores de centrífuga que están cargados con tubos de muestras listos para centrifugarse pueden transportarse desde la zona 204 de distribución hasta el módulo 206 de centrífuga mediante una lanzadera 224. Se cargan los adaptadores de centrífuga en la centrífuga, tras lo cual pueden centrifugarse las muestras.

La figura 76(a) muestra un elemento de agarre ilustrativo de un elemento de agarre de adaptador de centrífuga. El elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga (no mostrado) puede comprender un elemento 7600 de agarre acoplado a un brazo robótico. El elemento 7600 de agarre puede ser un perno. El perno 7600 puede estar redondeado en la punta 7602 para permitir insertar el perno 7600 en un elemento de gancho dedicado en el elemento 7604 de contención tubular de adaptador de centrífuga. El perno 7600 puede comprender pasadores 7606 laterales acoplados a lados opuestos del perno 7600. Cuando se hace rotar el perno 7600 a una posición bloqueada dentro del elemento 7604 de contención tubular, el elemento de agarre puede levantar el adaptador 1002 de centrífuga.

La figura 76(b) muestra el elemento 7604 de contención tubular según una primera configuración. El elemento 7604 de contención tubular puede comprender ranuras 7608 verticales configuradas para recibir pasadores 7606 del perno 7600. El elemento 7604 de contención tubular también puede comprender ranuras 7610 horizontales. Cada ranura 7610 horizontal puede conectarse con una ranura 7608 vertical. En algunas configuraciones dadas a conocer, las ranuras 7610 horizontales pueden ser hendiduras en el elemento 7604 de contención tubular. Cuando se inserta el perno 7600 en el elemento 7604 de contención tubular, los pasadores 7606 de elemento de agarre pueden guiarse hacia abajo mediante las ranuras 7608 verticales. El elemento 227 de agarre puede hacer rotar el perno 7600 (por ejemplo, 90 grados) de tal manera que los pasadores 7606 siguen las ranuras 7610 horizontales en el elemento 7604 de contención tubular hasta que los pasadores 7606 alcanzan la posición de agarre indicada por las muescas 7612. De esta manera, el elemento de agarre puede levantar y transportar el adaptador 1002 de centrífuga. Para liberar el perno 7600 a partir del elemento 7604 de contención tubular de adaptador de centrífuga, se hace rotar el perno en el sentido opuesto.

Las figuras 77(a)-(b) muestran el elemento 7704 de contención tubular, según una segunda configuración dada a conocer. El elemento 7704 de contención tubular puede tener una abertura 7712 en ojo de cerradura configurada para coincidir con el perfil en sección transversal del perno 7700 con los pasadores 7706. Cuando se inserta el perno 7700 en el elemento 7704 de contención tubular, los pasadores 7706 de elemento de agarre encajan a través de la abertura 7712 en ojo de cerradura y se hacen bajar por debajo de una repisa 7708. Cuando los pasadores 7706 están por debajo de la repisa 7708, el elemento 227 de agarre puede hacer rotar el perno 7700 (por ejemplo, 90 grados) de tal manera que los pasadores 7706 se asientan en la muesca 7712. De esta manera, el elemento de agarre puede levantar y transportar el adaptador 1002 de centrífuga. Para liberar el perno 7700 a partir del elemento 7704 de contención tubular de adaptador de centrífuga, se hace rotar el perno en el sentido opuesto.

Pueden implementarse diversas medidas para prevenir que el adaptador de centrífuga bascule durante el movimiento en el eje de las x e y del elemento 227 de agarre de adaptador de centrífuga. Por ejemplo, el elemento 227 de agarre puede hacerse funcionar al grado de su alcance en el eje de las z de tal manera que la parte superior del adaptador se presiona contra el lado inferior del alojamiento del elemento 227 de agarre. De esta manera, puede amortiguarse cualquier movimiento del adaptador 1002 de centrífuga con respecto al elemento de agarre. En algunas configuraciones dadas a conocer, pueden usarse uno o más resortes para evitar que vibraciones procedentes del alojamiento de elemento de agarre provoquen basculación del adaptador de centrífuga.

En algunas configuraciones dadas a conocer, un brazo robótico puede ser un elemento de agarre combinado que puede agarrar tubos de muestras así como adaptadores 1002 usados en el módulo 206 de centrífuga. Uno o más elementos de agarre de zona de centrífuga pueden realizar varias funciones, incluyendo recoger tubos de muestras en una zona 202 de entrada, transportar tubos de muestras a una posición 1004 de carga para un cubo de centrífuga vacío, colocar tubos de muestras en una posición libre del adaptador de centrífuga, elegir un adaptador de centrífuga completamente lleno, transportar el adaptador de centrífuga a una centrífuga disponible, colocar el adaptador de centrífuga en una posición libre del rotor de centrífuga, elegir un adaptador centrifugado, transportar un adaptador centrifugado a una posición de descarga para un adaptador centrifugado, recoger tubos de muestras centrifugados en el adaptador centrifugado, etc.

En otra configuración dada a conocer, puede aplicarse un elemento de agarre de tubo de muestras individual a un brazo robótico telescópico. La unidad de elemento de agarre de tubo de muestras puede moverse hacia abajo al interior del cuerpo de centrífuga usando el brazo robótico telescópico. Entonces, el robot de elemento de agarre de tubo de muestras puede agarrar los cubos de centrífuga con su unidad de elemento de agarre convencional.

En otra configuración dada a conocer, puede aplicarse una unidad de elemento de agarre de cubo de centrífuga al brazo robótico telescópico además de un elemento de agarre de tubo de muestras convencional.

XII. Prevención de levantamiento de adaptador de centrífuga

Una etiqueta pegajosa o tubo de muestras atascado puede provocar que un adaptador 1002 de centrífuga se lance por el aire cuando el elemento 226 de agarre de tubo de centrífuga retira un tubo de muestras a partir de un adaptador. A continuación se describen diversos dispositivos de prevención de levantamiento para prevenir que se lancen adaptadores 1002 por el aire. Normalmente, un dispositivo de prevención de levantamiento sólo se activa cuando están cargándose tubos de muestras en, y descargándose a partir de, adaptadores, permitiendo que los adaptadores se muevan libremente cuando están moviéndose los adaptadores.

La figura 78 muestra una lanzadera 224 ilustrativa usada para transportar los adaptadores 1002 de centrífuga. Los dispositivos de prevención de levantamiento descritos a continuación pueden entenderse con referencia a la lanzadera mostrada en las figuras 79-80.

Las figuras 79(a)-(c) muestran un dispositivo de prevención de levantamiento de gancho ilustrativo. En algunas configuraciones dadas a conocer, un adaptador tiene una característica de bloqueo mecánico. Por ejemplo, el adaptador 1002, mostrado en la figura 79(a), puede comprender una abertura 7902. La lanzadera 224, mostrada en la figura 79(b), puede tener un gancho 7906 configurado para insertarse en la abertura 7902. El gancho está configurado para insertarse en la abertura 7902 y sujetar el adaptador 1002 a la lanzadera 224 cuando el gancho 7906 está insertado en la abertura 7902 del adaptador 1002.

Cuando se mueve la lanzadera a una posición en la que pueden descargarse tubos a partir de un adaptador 1002, se inserta el gancho 7906 a través de la abertura 7902 y, posteriormente, se desplaza el adaptador 1002 de tal manera que el gancho 7906 cuelga sobresaliendo de un saliente en la abertura 7902 para evitar que el adaptador se levante fuera de la lanzadera 224, tal como se muestra en la figura 79(c). Cuando se desplaza el adaptador 1002 a la posición de intercambio de adaptador, puede desengancharse el mecanismo de gancho.

La figura 80 muestra un dispositivo de prevención de levantamiento magnético ilustrativo. En algunas configuraciones dadas a conocer, puede acoplarse un objeto ferromagnético, tal como un objeto 8000 de metal (por ejemplo, una barra de acero) al adaptador 1002. Por ejemplo, puede acoplarse la barra 8000 de acero al lado inferior

del adaptador 1002 que descansa sobre la lanzadera 224. Cuando la lanzadera está en una posición de descarga, puede alimentarse potencia a un electroimán estacionario (no mostrado) debajo de la barra 8000 de acero con el fin de crear un campo magnético para atraer la barra 8000 de acero al electroimán estacionario. El electroimán puede recibir potencia a partir de un suministro de potencia acoplado a un controlador en respuesta a una señal enviada al suministro de potencia a partir del controlador. El controlador puede ser un controlador de lanzadera de adaptador de centrífuga u otro controlador. De esta manera, el adaptador 1002 puede sujetarse en su sitio durante la descarga. Cuando se completa la descarga del adaptador 1002, puede interrumpirse la potencia al electroimán estacionario para permitir mover el adaptador 1002. Ventajosamente, el enfoque de prevención de levantamiento magnético no requiere ninguna parte mecánica y puede activarse y desactivarse rápidamente.

XIII. Disposiciones de repisa

Los aparatos para tratar muestras de manera automática se usan cada vez más en laboratorios con el fin de aumentar la producción y precisión de procedimientos de tratamiento de muestras. En tales aparatos, las muestras que van a tratarse se disponen habitualmente en una sala de tratamiento de muestras y se tratan automáticamente mediante un dispositivo de tratamiento dispuesto en la sala de tratamiento de muestras. El procedimiento de tratamiento de muestras se lleva a cabo automáticamente según un protocolo de tratamiento o según un comando por el usuario.

Sin embargo, la disposición de las muestras dentro de la sala de tratamiento de muestras antes del tratamiento, o la sustitución o retirada de las muestras a partir de la sala de tratamiento de muestras, se lleva a cabo manualmente por el usuario. Los aparatos convencionales para tratar muestras de manera automática no se han optimizado a la vista de la carga y descarga manual de las muestras por parte del usuario. Según un aspecto, se proporciona un aparato para tratar muestras de manera automática dispuesto en un bastidor, comprendiendo el aparato: una sala de tratamiento de muestras; una abertura en la sala de tratamiento de muestras; un cajón que está soportado de manera móvil en el aparato de tal manera que puede desplazarse entre una posición cerrada y una posición abierta, teniendo el cajón una cara de cajón que cierra la abertura cuando el cajón está en la posición cerrada; una repisa que está dispuesta fuera de la sala de tratamiento de muestras de manera sustancialmente directa encima de la cara de cajón cuando el cajón está en la posición cerrada; en el que el cajón incluye una unidad de colocación de bastidor, estando la unidad de colocación de bastidor dispuesta dentro de la sala de tratamiento de muestras cuando el cajón está en la posición cerrada, y en el que la unidad de colocación de bastidor puede moverse al menos parcialmente fuera de la sala de tratamiento de muestras a través de la abertura cuando se desplaza el cajón desde la posición cerrada hasta la posición abierta.

Ventajosamente, la disposición manual de bastidores con muestras en el interior de la sala de tratamiento de muestras se optimiza, ya que el usuario puede colocar de manera conveniente el bastidor con muestras temporalmente en la repisa dispuesta en estrecha proximidad directamente por encima del cajón, sacar el cajón y colocar el bastidor en la unidad de colocación de bastidor del cajón sacado justo debajo de la repisa y simplemente empujar el cajón de nuevo a la posición cerrada. La superficie superior de la repisa y el cajón abierto, particularmente la unidad de colocación de bastidor del cajón abierto, están en estrecha proximidad. La superficie superior de la repisa y la unidad de colocación de bastidor del cajón abierto pueden estar ambas dispuestas a nivel de trabajo de un usuario. Por tanto, se simplifica la carga y descarga del aparato.

La figura 81 muestra un aparato 8101 para tratar muestras de manera automática según una configuración dada a conocer, comprendiendo el aparato un alojamiento 8103 con una cubierta 8105 delantera, una cubierta 8107 superior y una cubierta 8109 trasera. La cubierta 8105 delantera, la cubierta 8107 superior y la cubierta 8109 trasera pueden ser al menos parcialmente transparentes para dejar entrar luz ambiental. La cubierta 8105 delantera comprende una porción 8111 rebajada formada en la porción más inferior de la cubierta 8105 delantera. La porción 8111 rebajada proporciona una zona de espacio libre formada dentro del aparato 8101.

En la porción más inferior de la porción 8111 rebajada, está dispuesta una repisa 8113. La repisa 8113 puede implementarse como un elemento independiente que está conectado de manera retirable al alojamiento 8103. La repisa 8113 está dispuesta de manera sustancialmente directa encima de las caras 8115 de cajón de los cajones 8117. La repisa 8113 también está dispuesta de manera sustancialmente directa encima de asas 8119 de las caras 8115 de cajón. Las asas 8119 pueden ser asas curvas que se extienden a lo largo de sustancialmente toda la altura de las caras 8115 de cajón. Opcionalmente, la repisa 8113 puede comprender material de vidrio o la repisa 8113 puede fabricarse a partir de material de vidrio. La repisa 8113 también puede formarse de manera solidaria con la cubierta 8105 delantera.

Opcionalmente, el cajón 8117 del aparato 8101 puede comprender una cara 8115 de cajón que tiene una sección vertical que se extiende de manera sustancialmente vertical a lo largo de sustancialmente toda la altura vertical del cajón 8117, y una sección 8115 horizontal que se extiende de manera sustancialmente horizontal hacia fuera a partir del aparato 8101 a lo largo de la superficie inferior de la repisa 8113 a lo largo de sustancialmente toda la profundidad d de la repisa 8113. En el extremo hacia fuera de la sección 8115 horizontal puede estar dispuesta un asa 8119 que se extiende en el plano vertical sustancialmente paralela a la sección 8115 vertical de la cara 8115 de cajón. El asa 8119 puede extenderse a lo largo de sustancialmente toda la anchura de la cara 8115 de cajón en la

dirección horizontal. El asa 8119 puede extenderse de 1 cm a 3 cm, en particular 2 cm, por encima de la sección 8115 horizontal en la dirección vertical. El asa 8119 puede extenderse de 2 cm a 4 cm, en particular 3 cm, por debajo de la sección 8115 horizontal en la dirección vertical. La cara delantera de las asas 19 puede tener indicadores 8147 que pueden estar configurados para iluminarse cuando se ha producido un error.

5 En la figura 81, todos los cajones 8117 están en la posición cerrada, cerrando las aberturas (no mostradas) de la sala de tratamiento de muestras. El aparato 8101 comprende nueve cajones 8117 dispuestos en paralelo y adyacentes a una dirección horizontal. En otras configuraciones dadas a conocer, el aparato 8101 puede comprender menos cajones o más cajones, por ejemplo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 ó 12 cajones. Por debajo de los
10 cajones 8117, están dispuestos uno o más, por ejemplo tres, armarios 8121 de almacenamiento que tienen puertas 8123 con barras 8125 de asa dispuestas de manera horizontal. Los armarios 8121 de almacenamiento también están dispuestos en paralelo y adyacentes en la dirección horizontal, y pueden usarse para almacenar productos consumibles y accesorios para el aparato 8101, por ejemplo productos consumibles para tratar muestras en una sala 8129 de tratamiento de muestras del aparato 8101.

15 La figura 82 muestra una vista en sección del aparato 8101 según la configuración dada a conocer. Con todos los cajones 8117 en la posición cerrada, todas las unidades 8127 de colocación de bastidor de los cajones 8117 están dispuestas dentro de la sala 8129 de tratamiento de muestras. Las unidades 8127 de colocación de bastidor pueden portar cada una cuatro bastidores 8131 dispuestos de manera ordenada adyacentes entre sí. Alternativamente, las
20 unidades 8127 de colocación de bastidor pueden configurarse para portar más bastidores o menos bastidores. Las unidades 8127 de colocación de bastidor se implementan como suelos de los cajones 8117. En la figura 82, no hay ninguna muestra dispuesta en los bastidores 8131 que están dispuestos en las unidades 8127 de colocación de bastidor dentro de la sala 8129 de tratamiento de muestras. Un tubo 8133 de muestras está dispuesto en un bastidor 8131' colocado en la repisa 8113 fuera de la sala 8129 de tratamiento de muestras. Dentro de la sala 8129 de
25 tratamiento de muestras está dispuesto además un dispositivo 8135 de tratamiento de muestras que tiene un brazo de tratamiento de muestras (no mostrado) soportado de manera móvil en un armazón 8137. El armazón 8137 está soportado por el suelo y soporta el peso del aparato. El armazón también puede soportar los cajones 8117. El accionamiento (no mostrado) del dispositivo 8135 de tratamiento de muestras está dispuesto detrás de la porción del alojamiento 8103 por encima de la cubierta 8105 delantera.

30 La porción 8111 rebajada formada en la porción más inferior de la cubierta 8105 delantera comprende una porción 8139 sustancialmente horizontal y una porción 8141 sustancialmente vertical, en la que la porción 8139 horizontal forma un "techo" sobre la superficie superior de la repisa 8113, y en la que la porción 8141 vertical forma un borde entre el espacio por encima de la repisa 8113 y la sala 8129 de tratamiento de muestras. La porción 8139
35 sustancialmente horizontal puede estar ligeramente inclinada con respecto al plano horizontal. Las esquinas de la porción 8111 rebajada pueden tener una curvatura suave o pueden formarse teniendo bordes pronunciados.

La figura 83 muestra una vista de cerca de la porción 8111 rebajada, la repisa 8113 y algunos de los cajones 8117 del aparato 8101 según la configuración dada a conocer. En la figura 83 también se muestra el bastidor 8131' colocado en la repisa 8113. La repisa 8113 está en una disposición sustancialmente horizontal. Una profundidad d de la repisa 8113 corresponde sustancialmente a una anchura w del bastidor 8131', en el que d es la profundidad del
40 lado superior de la repisa 8113. El bastidor 8131' comprende una pluralidad de aberturas 8143 para contener tubos 8133 de muestras en las mismas. Los tubos 8133 de muestras pueden contener muestras que van a tratarse, y los tubos 8133 de muestras están cubiertos cada uno por un tapón 8145 para proteger la muestra, en los que el tapón 8145 puede estar configurado para permitir la penetración por parte de una pipeta del dispositivo 8135 de
45 tratamiento de muestras. Las aberturas 8143 están formadas en el bastidor 8131' separadas por igual unas de otras, en seis filas y seis columnas. Alternativamente, el bastidor 8131' puede comprender cualquier otro número y/o disposición de aberturas 8143 formadas en el mismo. Cuando el bastidor 8131' está dispuesto en una unidad 8127 de colocación de bastidor de un cajón 8117 en la posición abierta, el bastidor 8131' puede cargarse fácilmente en la
50 sala 29 de tratamiento de muestras del aparato 8101 simplemente cerrando el cajón 8117, de modo que la muestra dispuesta en el bastidor 8131' puede tratarse automáticamente en la sala 8129 de tratamiento de muestras del aparato 8101 cuando el cajón 8117 está en la posición cerrada.

XIV. Aparato informático

55 Los diversos participantes y elementos descritos en el presente documento con referencia a las figuras pueden hacer funcionar uno o más aparatos informáticos para facilitar las funciones descritas en el presente documento. Cualquiera de los elementos en la descripción anterior, incluyendo cualquier servidor, procesador o base de datos, puede usar cualquier número adecuado de subsistemas para facilitar las funciones descritas en el presente
60 documento, tales como, por ejemplo, funciones para hacer funcionar y/o controlar las unidades funcionales y módulos del sistema de automatización de laboratorio, sistemas de transporte, el elemento de planificación, el controlador central, controladores locales, etc.

65 En la figura 84 se muestran ejemplos de tales subsistemas o componentes. Los subsistemas mostrados en la figura 84 están interconectados mediante un bus 8405 de sistema. Se muestran subsistemas adicionales tales como una impresora 8404, teclado 8408, disco 8409 fijo (u otros medios legibles por ordenador que comprenden memoria),

monitor 8406, que está acoplado a un adaptador 8412 de visualización, y otros. Pueden conectarse periféricos y dispositivos de entrada/salida (I/O), que se acoplan al controlador 8401 de I/O (que puede ser un procesador u otro controlador adecuado), al sistema informático mediante cualquiera de varios medios conocidos en la técnica, tales como un puerto 8414 serie. Por ejemplo, pueden usarse el puerto 8414 serie o la interfaz 8411 externa para conectar el aparato informático a una red de área amplia tal como Internet, un dispositivo de entrada de ratón o un escáner. La interconexión mediante bus de sistema permite que el procesador 8403 central se comunique con cada subsistema y controle la ejecución de instrucciones a partir de la memoria 8442 de sistema o el disco 8409 fijo, así como el intercambio de información entre subsistemas. La memoria 8402 de sistema y/o el disco 8409 fijo pueden implementar un medio legible por ordenador.

Los ejemplos de la tecnología no se limitan a las configuraciones anteriormente descritas. Anteriormente se proporcionaron detalles específicos referentes a algunos de los aspectos anteriormente descritos. Los detalles específicos de los aspectos específicos pueden combinarse de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, cualquier característica de dos o más configuraciones específicas cualesquiera tal como se describieron anteriormente, pueden combinarse de cualquier manera adecuada.

Debe entenderse que la presente tecnología tal como se describió anteriormente puede implementarse en forma de lógica de control usando software informático (almacenado en un medio físico tangible) de una manera modular o integrada. Además, la presente tecnología puede implementarse en forma y/o combinación de cualquier procesamiento de imágenes. Basándose en la divulgación y las enseñanzas proporcionadas en el presente documento, un experto habitual en la técnica conocerá y apreciará otras maneras y/o métodos de implementar la presente tecnología usando hardware y una combinación de hardware y software

Cualquiera de los componentes de software o funciones descritos en esta solicitud puede implementarse como código de software que va a ejecutarse por un procesador usando cualquier lenguaje informático adecuado tal como, por ejemplo, Java, C++ o Perl usando, por ejemplo, técnicas convencionales u orientadas a objeto. El código de software puede almacenarse como una serie de instrucciones o comandos en un medio legible por ordenador, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), un medio magnético tal como un disco duro o un disco flexible, o un medio óptico tal como un CD-ROM. Cualquier medio legible por ordenador de este tipo puede residir en o dentro de un aparato informático individual y puede estar presente en o dentro de diferentes aparatos informáticos dentro de un sistema o una red.

Se pretende que una mención de "un", "una" o "el/la" signifique "uno o más" a menos que se indique específicamente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para transportar recipientes de muestras que comprende:
 5 una unidad (700) de gestor que comprende una zona (204) de distribución y uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución montados en un brazo (1976) robótico, configurados para colocar recipientes de muestras en y recuperar recipientes de muestras a partir de la zona (204) de distribución de la unidad (700) de gestor;
 una unidad (804) de centrífuga acoplada a la unidad (700) de gestor;
 10 una unidad (212) de elemento de toma de alícuotas acoplada la unidad (700) de gestor;
 un recipiente de muestras;
 un sistema (220) de transporte;
 un cajón (222a) de salida con una zona (222) de error; y
 un elemento de planificación configurado para determinar qué recipiente de muestras que descansa en la zona (204) de distribución es el siguiente recipiente de muestras apropiado para comenzar a procesarse,
 15 en el que el uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución están configurados para seleccionar el recipiente de muestras que es el siguiente recipiente de muestras apropiado para transferirse,
 en el que el recipiente de muestras apropiado es el recipiente de muestras con la prioridad más alta y/o el recipiente de muestras que puede procesarse usando los recursos disponibles según su plan de ruta, y
 20 en el que el recipiente de muestras seleccionado se transporta desde la zona (204) de distribución hasta el sistema (220) de transporte del sistema si no se requiere ninguna centrifugación, hasta una unidad (804) de centrífuga si se requiere centrifugación, o hasta el cajón (222a) de salida con una zona (222) de error, en el que el cajón (222a) de salida es, por ejemplo, para recipientes de muestras para los que no se descarga ninguna información de prueba, para los que un módulo aguas abajo no está disponible durante un periodo de tiempo prolongado, o para los que está presente suero o plasma insuficiente en un recipiente de muestras centrifugado.
 25
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que el elemento de planificación está configurado para planificar una planificación para el recipiente de muestras basándose en una prioridad de procesamiento de muestra, un nivel de líquido e información de análisis de características de tapón, recipiente y código de barras.
 30
3. Sistema según la reivindicación 2, en el que:
 35 la unidad (700) de gestor comprende además un módulo (202) de entrada con un elemento (228) de agarre de módulo de entrada,
 un dispositivo (1802) de adquisición de imágenes acoplado a un dispositivo (1808) de análisis de imágenes en el que el dispositivo (1808) de análisis de imágenes está acoplado al elemento (228) de agarre de módulo de entrada,
 40 el dispositivo (1802) de adquisición de imágenes está configurado para tomar una imagen en 2D del recipiente de muestras, y
 el dispositivo (1808) de análisis de imágenes está configurado para analizar la imagen en 2D para determinar una o más de las características de tapón, recipiente y código de barras.
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución están configurados además para transportar la siguiente muestra apropiada para transferirse a un adaptador (1002) de centrífuga, si el elemento de planificación selecciona el recipiente de muestras para la centrifugación.
 45
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el al menos un elemento (218) de agarre de zona de distribución está configurado además para transportar la siguiente muestra apropiada para transferirse al sistema (220) de transporte, si el recipiente de muestras no requiere centrifugación, dependiendo de las prioridades y los requisitos de procesamiento de muestras en la zona (204) de distribución y capacidad de procesamiento aguas abajo.
 50
6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la unidad (212) de elemento de toma de alícuotas está configurada para dividir las muestras en recipientes secundarios bajo la dirección del elemento de planificación.
 55
7. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución están configurados además para transportar la siguiente muestra apropiada para transferirse a la zona (222) de error.
 60
8. Método para transportar recipientes de muestras usando el sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:
 65 colocar un recipiente de muestras en una zona (204) de distribución de una unidad (700) de gestor

- usando uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución;
recuperar el recipiente de muestras a partir de la zona (204) de distribución de la unidad (700) de gestor usando el uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución;
seleccionar el recipiente de muestras de una pluralidad de recipientes de muestras en la zona (204) de distribución basándose en una planificación determinada por un elemento de planificación para la muestra en el recipiente de muestras; y
transportar mediante el uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución el recipiente de muestras dentro de la unidad (700) de gestor, o hasta al menos una de una unidad (804) de centrífuga y una unidad (212) de elemento de toma de alícuotas acoplada a la unidad (700) de gestor.
- 5
- 10
9. Método según la reivindicación 8, en el que el elemento de planificación planifica una planificación para el recipiente de muestras, basándose en la prioridad de procesamiento de muestra, el nivel de líquido e información de análisis de características de tapón, recipiente y código de barras.
- 15
10. Método según la reivindicación 8 ó 9, que comprende además transportar mediante el uno o más elementos (218) de agarre de zona de distribución el recipiente de muestras hasta un sistema (220) de transporte o un cajón (222a) de salida con una zona (222) de error, si el recipiente de muestras no requiere centrifugación, dependiendo de las prioridades y los requisitos de procesamiento de muestras en la zona (204) de distribución y capacidad de procesamiento aguas abajo.
- 20
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la selección comprende además:
- 25
- hacer una lista (1570) de todos los recipientes de muestras que pueden planificarse,
agrupar (1572) la lista de muestras en grupos de prioridad,
clasificar (1574) los recipientes de muestras dentro de los grupos de prioridad según tiempo de demora creciente o el tiempo de procesamiento más corto a través del sistema de automatización de laboratorio,
seleccionar (1576) un número dado de los recipientes de muestras no planificados principales,
30
- determinar (1578) si hay algún recipiente de muestras más por planificar, y
si no hay más recipientes de muestras por planificar, volver a clasificar (1584) la lista de muestras según un tiempo de descarga de los recipientes de muestras o
si hay más recipientes de muestras por planificar, seleccionar (1586) el siguiente recipiente de muestras de prioridad más alta en la lista para su procesamiento.
- 35
12. Método según la reivindicación 11, en el que, después de seleccionar (1586) el siguiente recipiente de muestras de prioridad más alta en la lista para su procesamiento, el método comprende además:
- 40
- determinar (1588) el siguiente tiempo de descarga disponible,
determinar (1590) una planificación preliminar para el recipiente de muestras seleccionado,
determinar (1592) si el tiempo de descarga resultante para el recipiente de muestras es mayor que un tiempo umbral predefinido, y
si el tiempo de descarga resultante es mayor que el tiempo umbral predefinido, descartar (1582) la planificación preliminar para el recipiente de muestras seleccionado o
45
- si el tiempo de descarga resultante es menor que el tiempo umbral predefinido, solicitar (1594) un soporte vacío en la ubicación de pista necesaria por el recipiente de muestras seleccionado.
13. Método según la reivindicación 12, en el que, después de descartar (1582) la planificación preliminar para el recipiente de muestras seleccionado, el método comprende además:
50
- marcar (1580) el recipiente de muestras seleccionado como que no debe planificarse hasta un tiempo umbral predefinido antes de su tiempo de descarga.
14. Método según la reivindicación 12, en el que, después de solicitar (1594) un soporte vacío en la ubicación de pista necesaria por el recipiente de muestras seleccionado, el método comprende además:
55
- si se satisface la solicitud de soporte, remitirse (1606) a la planificación preliminar para el recipiente de muestras seleccionado.
15. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que el método comprende además:
60
- estimar pesos de los recipientes de muestras con las muestras sin usar una balanza.

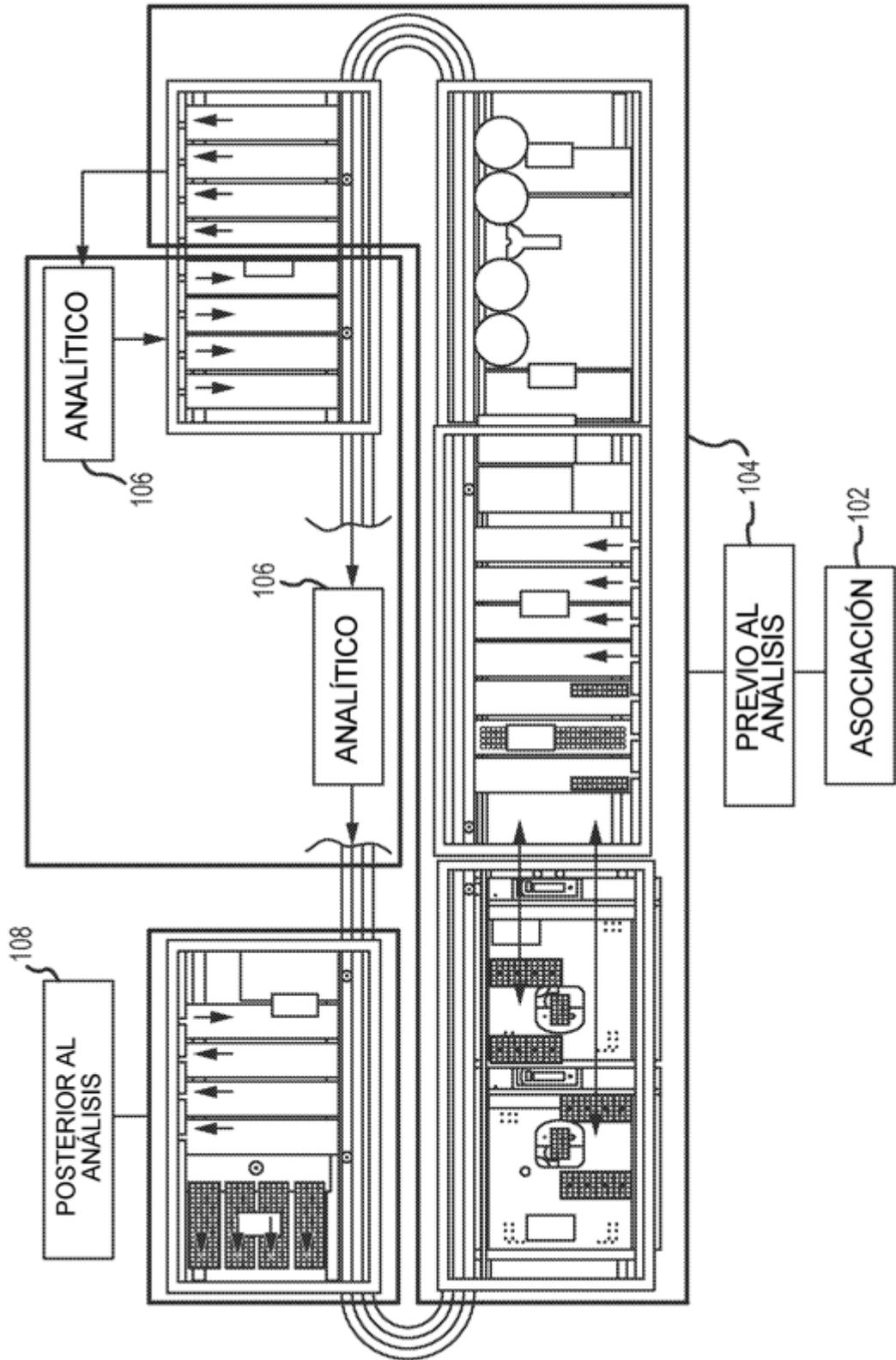


FIG.1

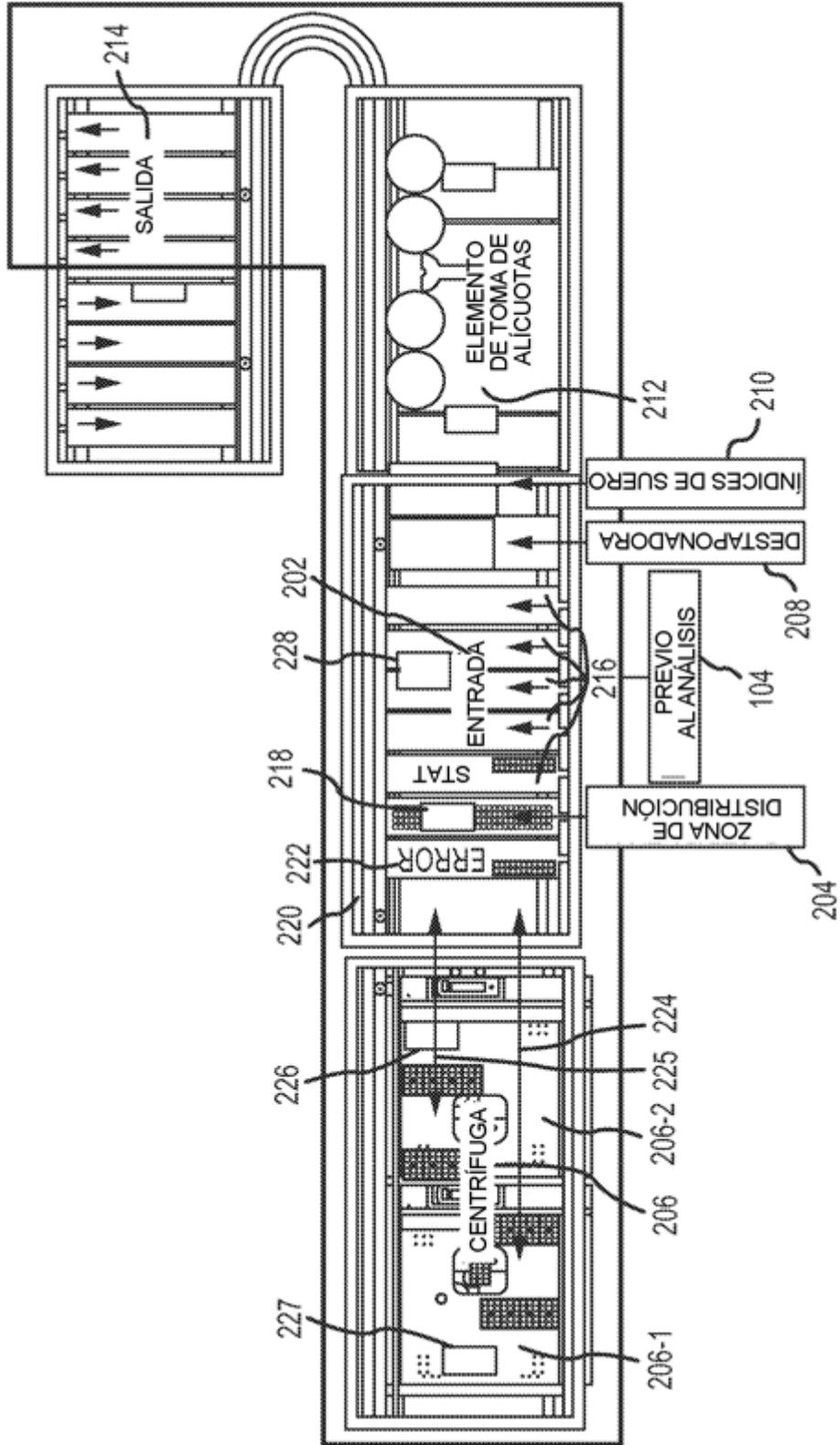


FIG.2(a)

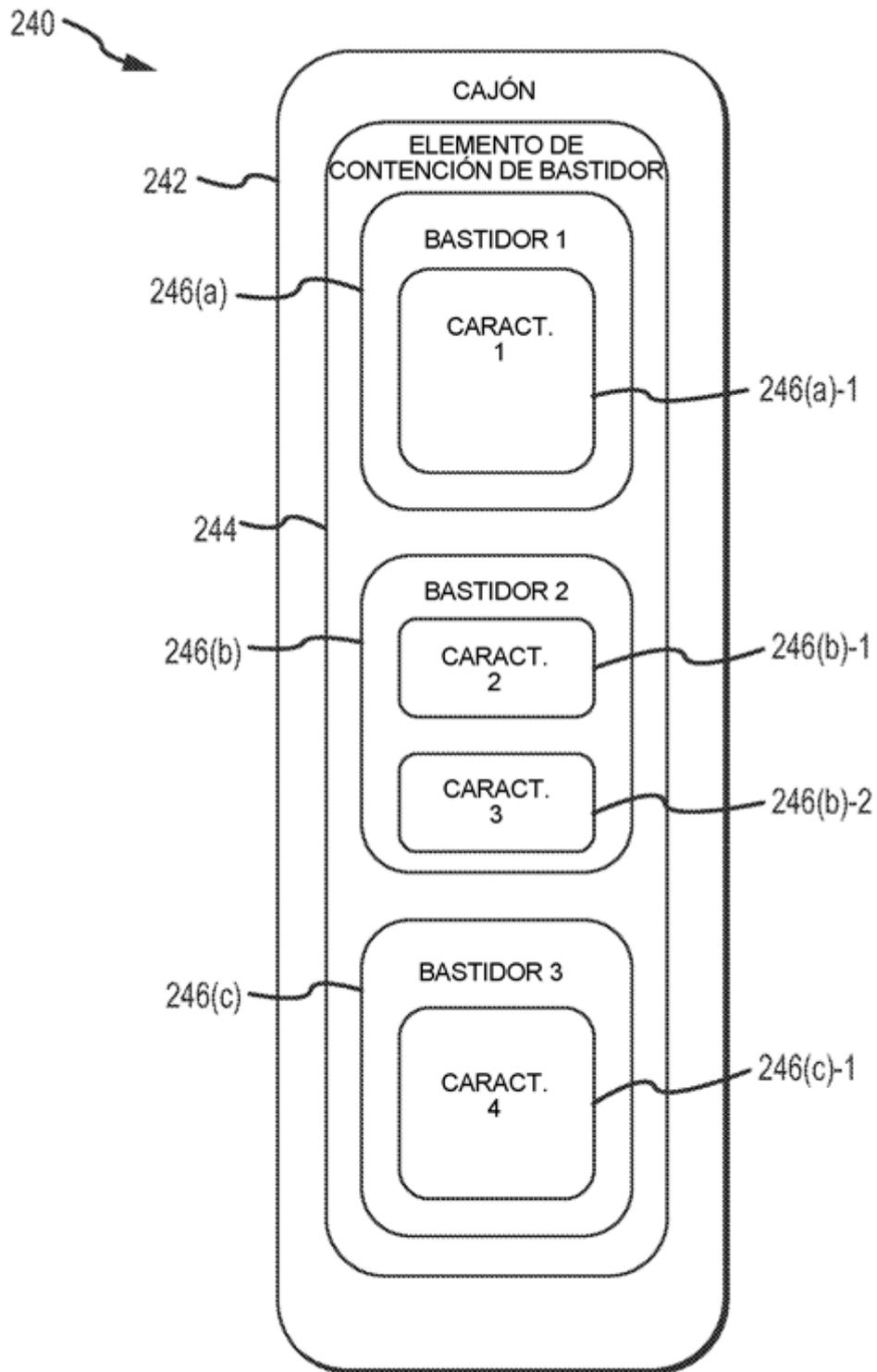


FIG.2(b)

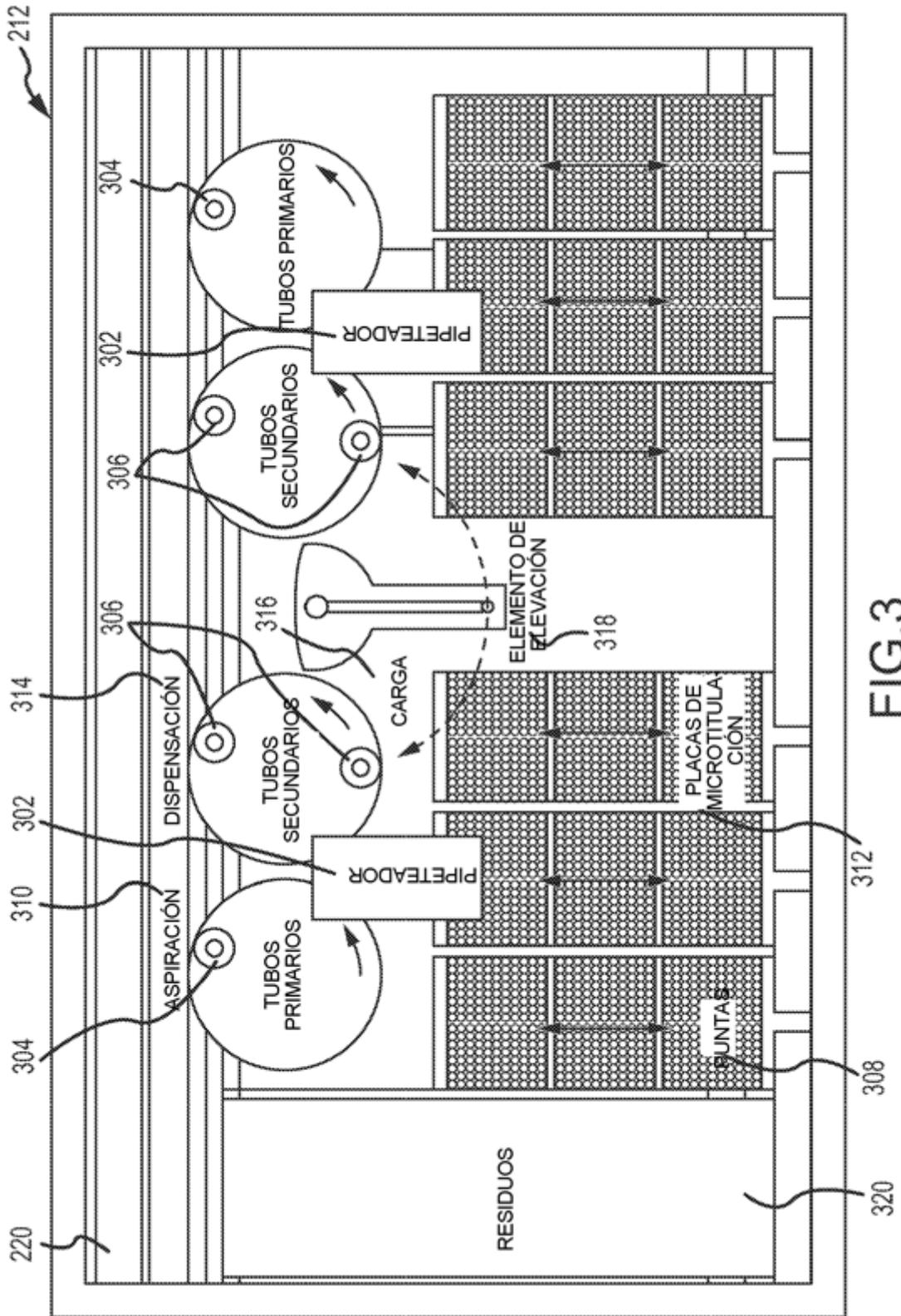
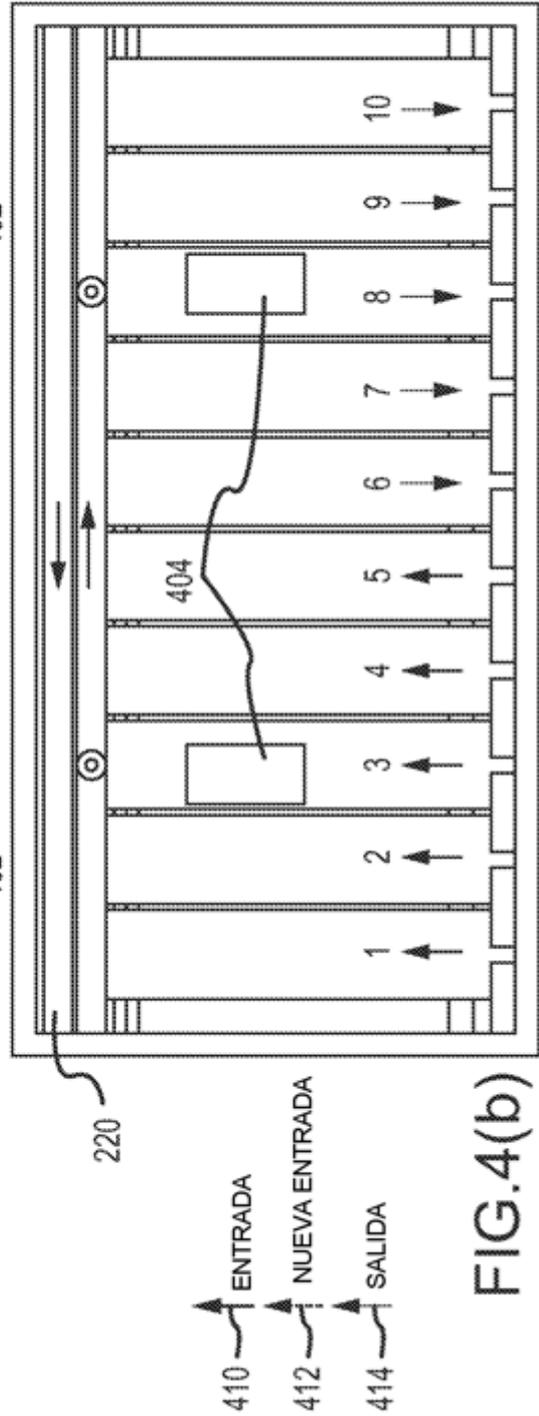
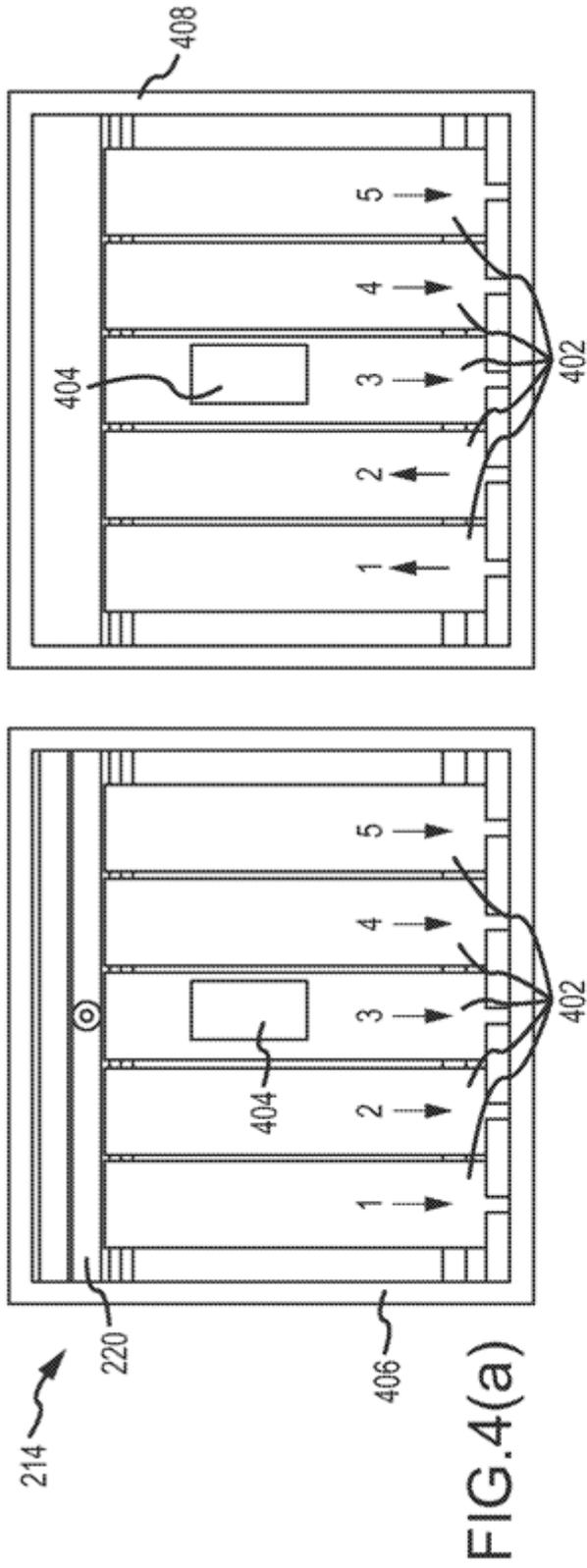
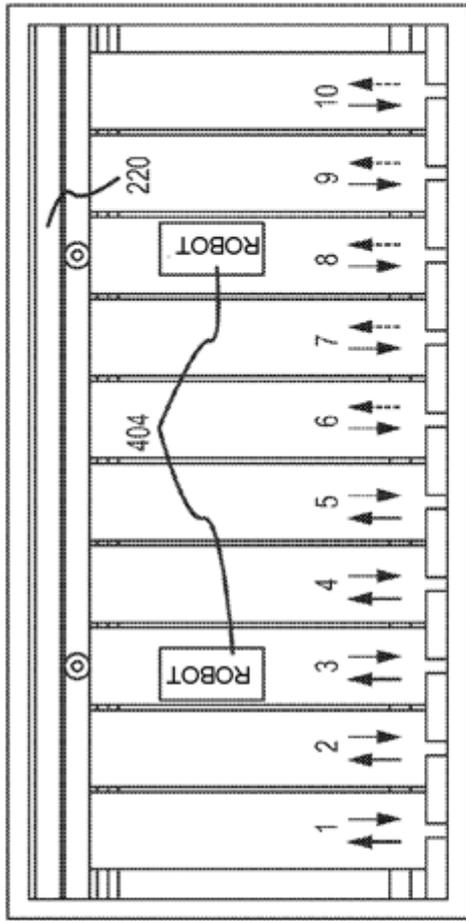


FIG.3





410 → ENTRADA
 412 → NUEVA ENTRADA
 414 → SALIDA

FIG. 4(c)

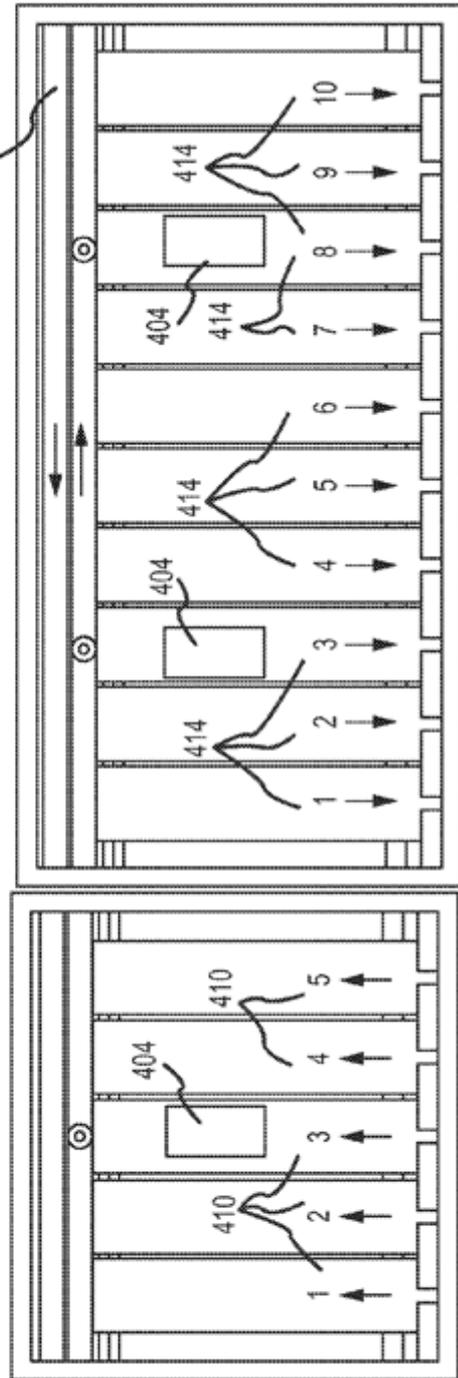


FIG. 4(d)

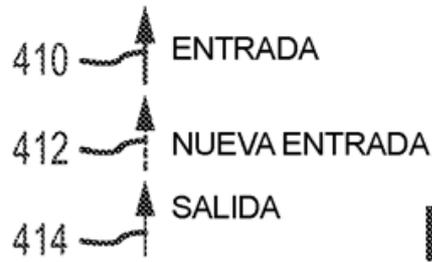
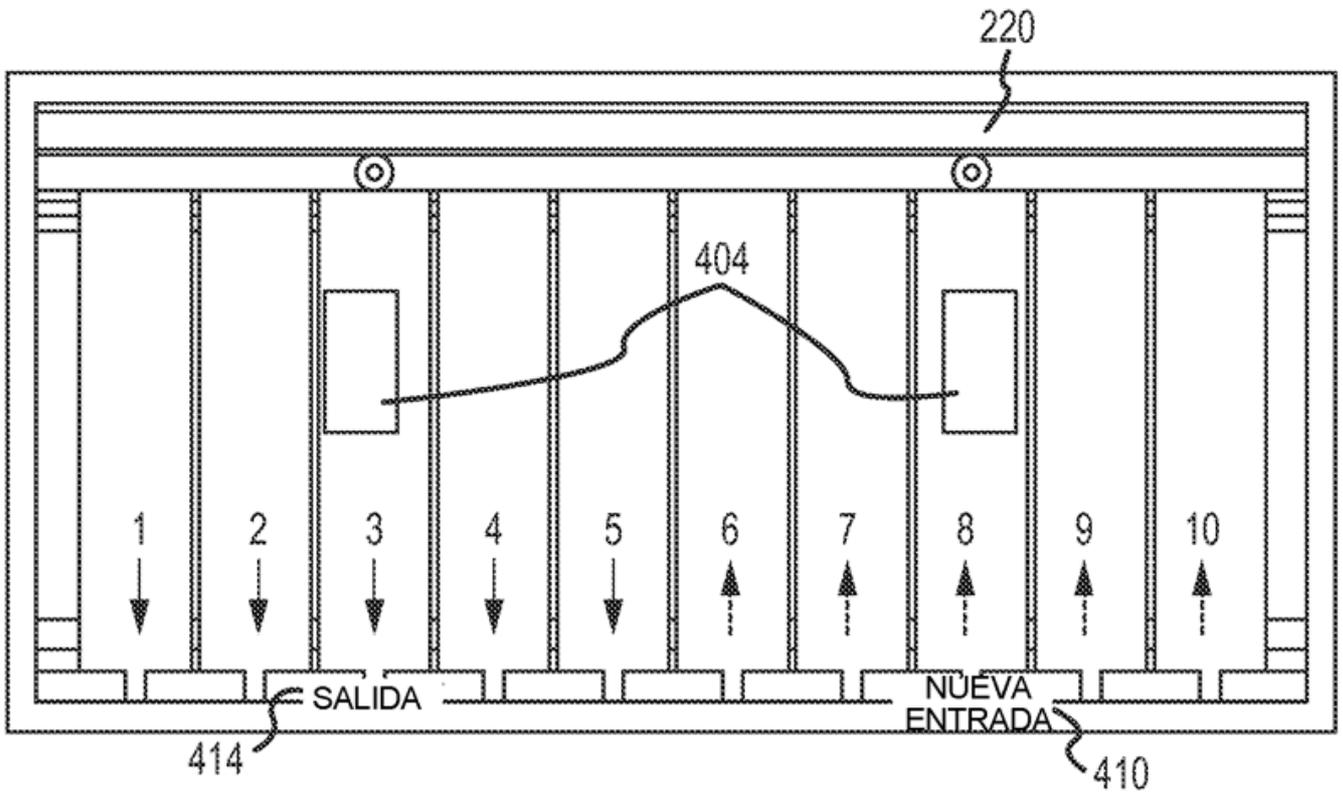


FIG.4(e)

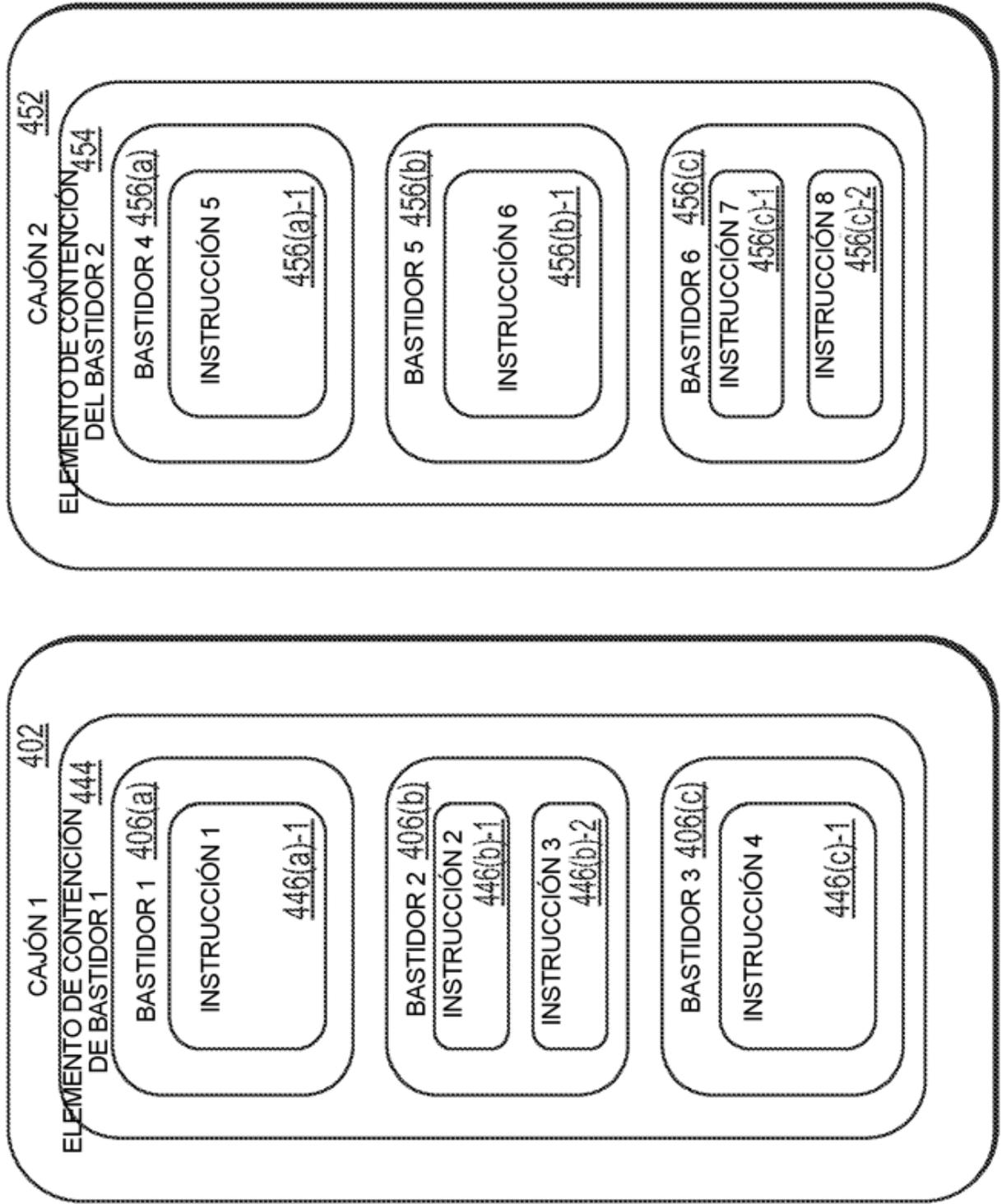


FIG.4(f)

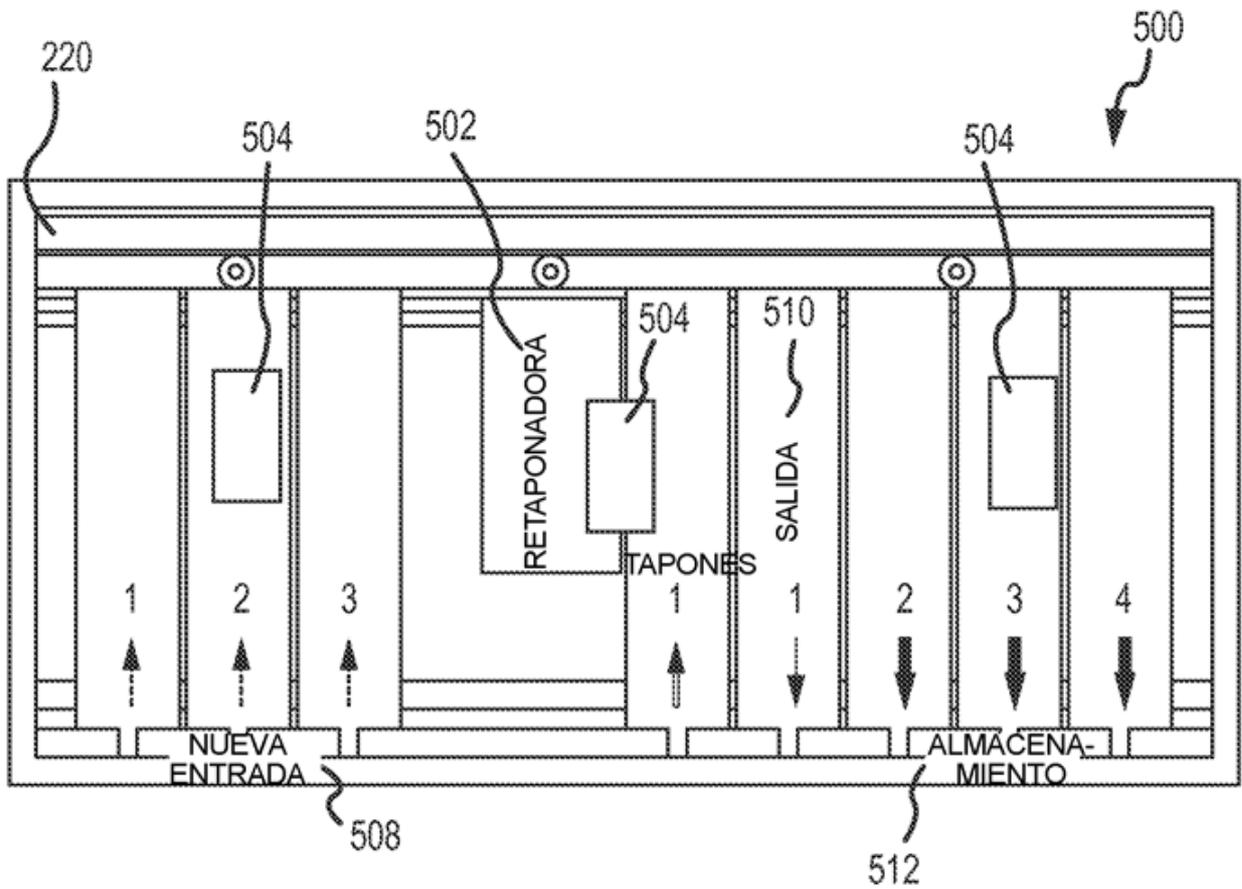


FIG.5

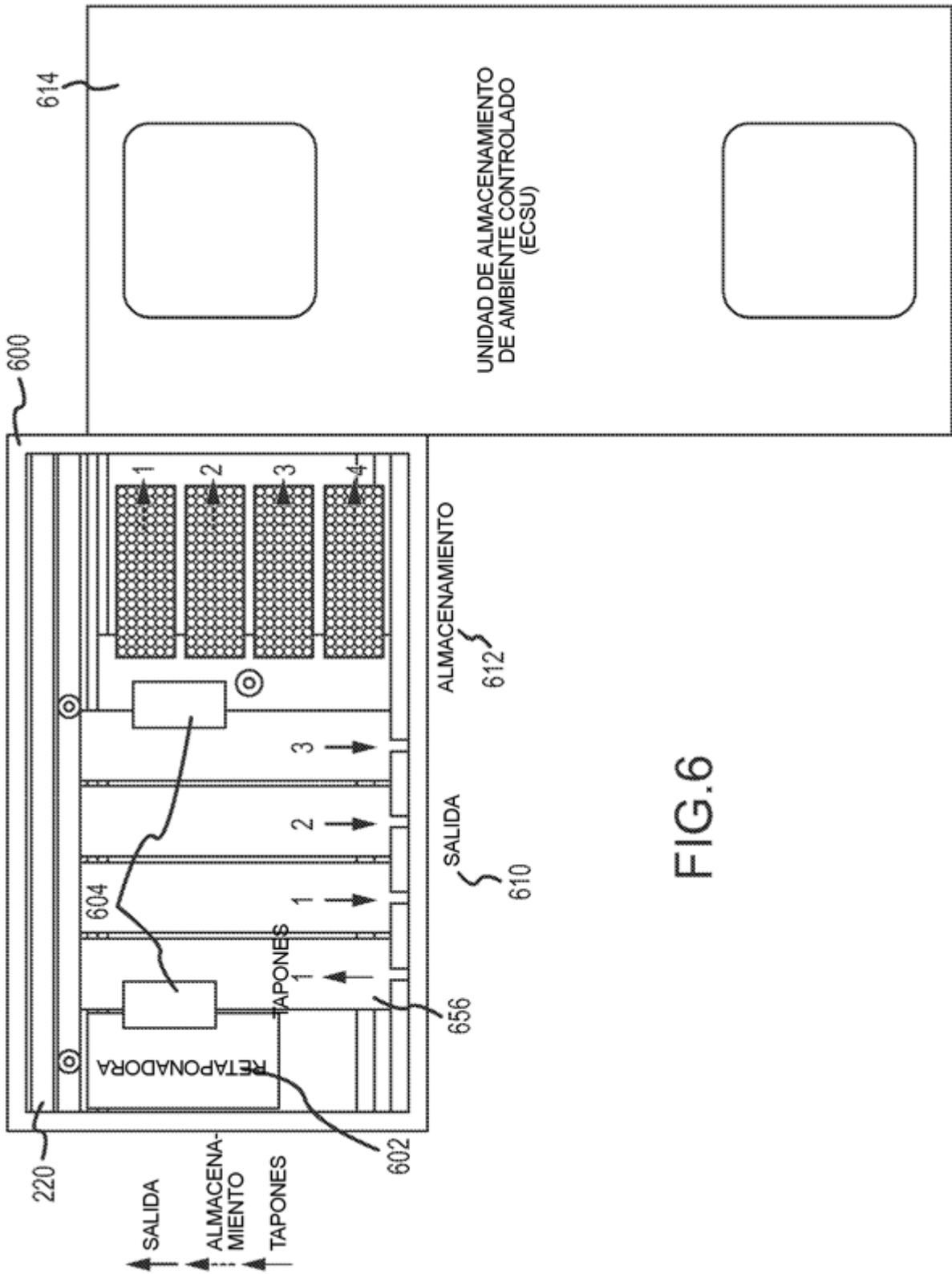


FIG.6

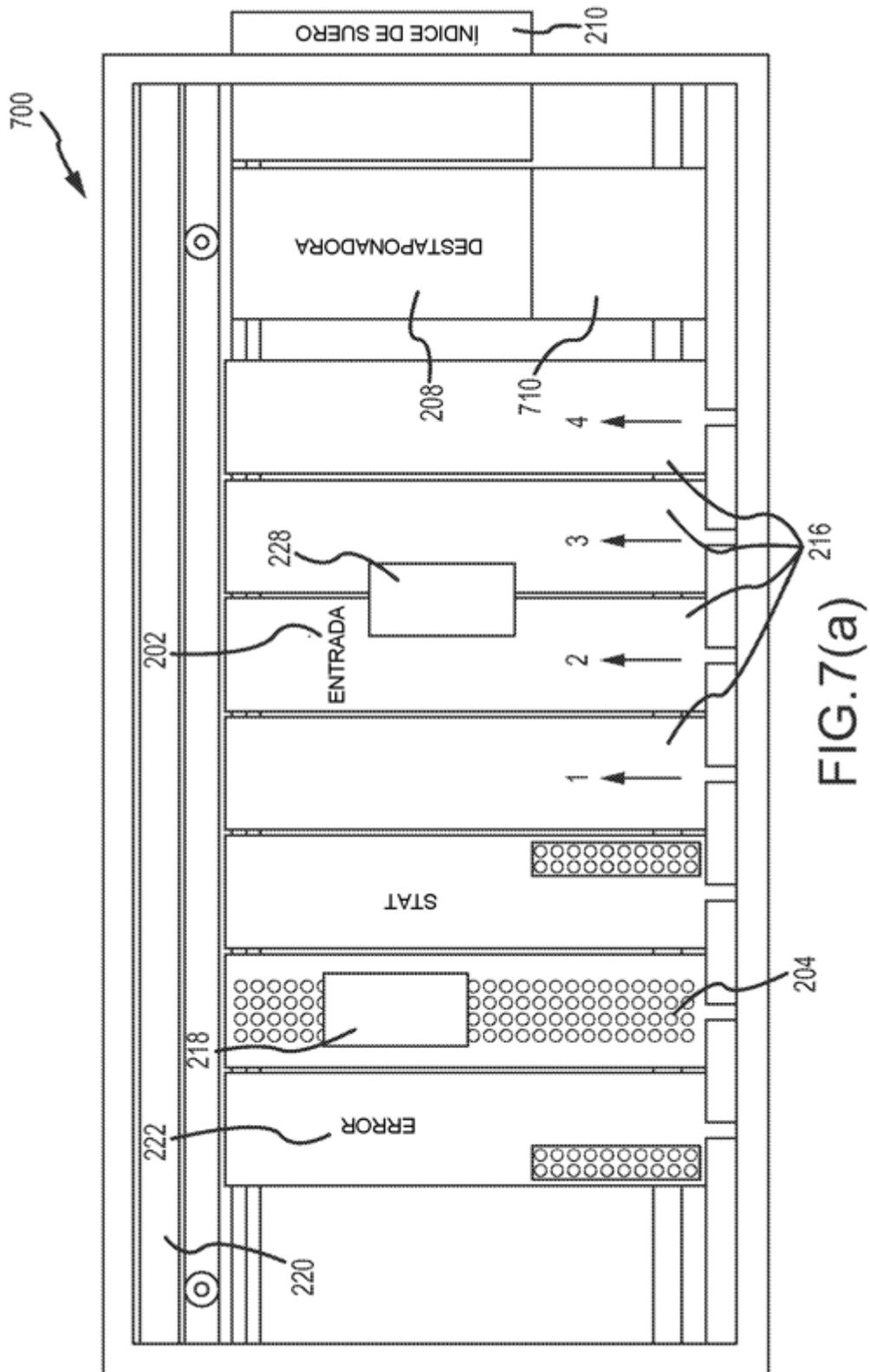


FIG.7(a)

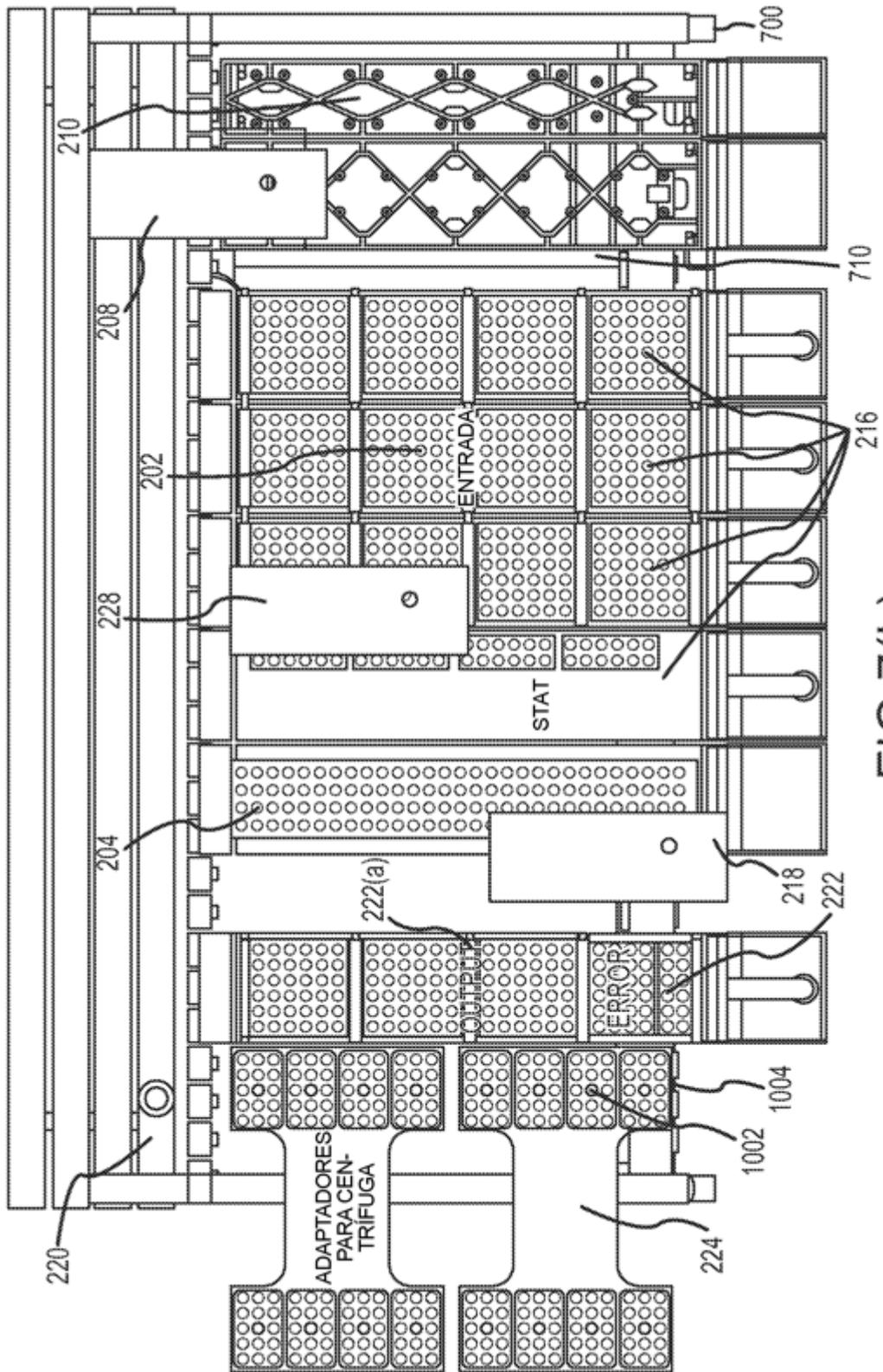
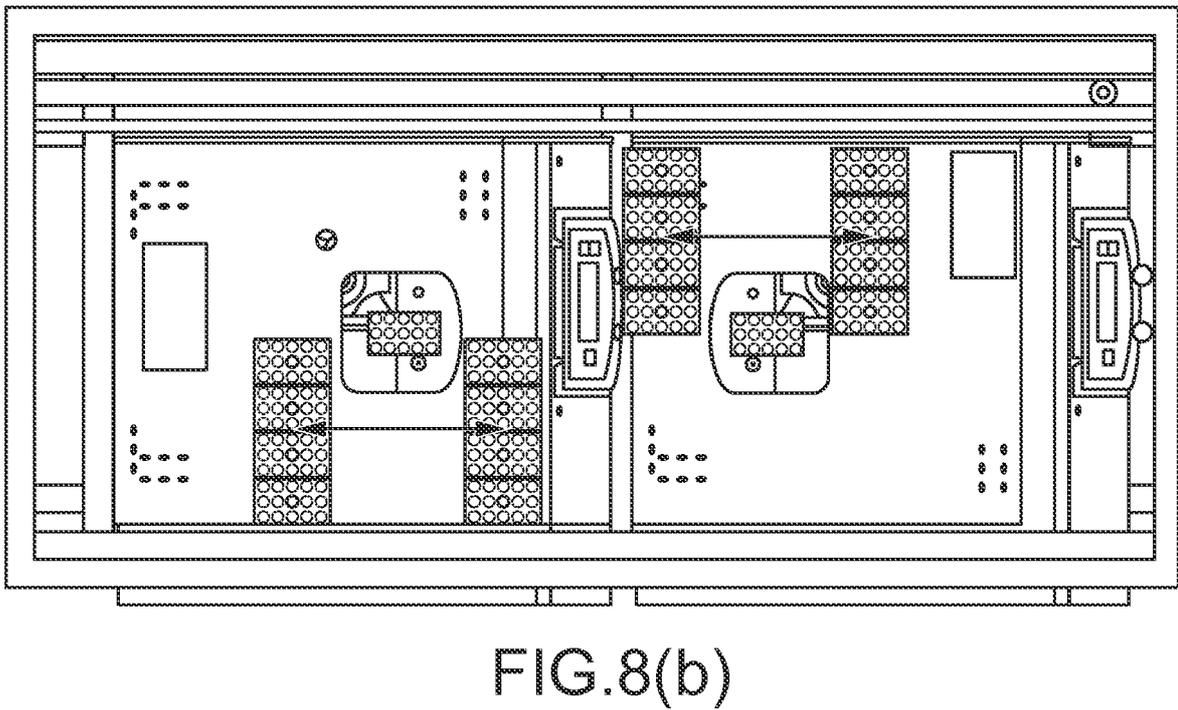
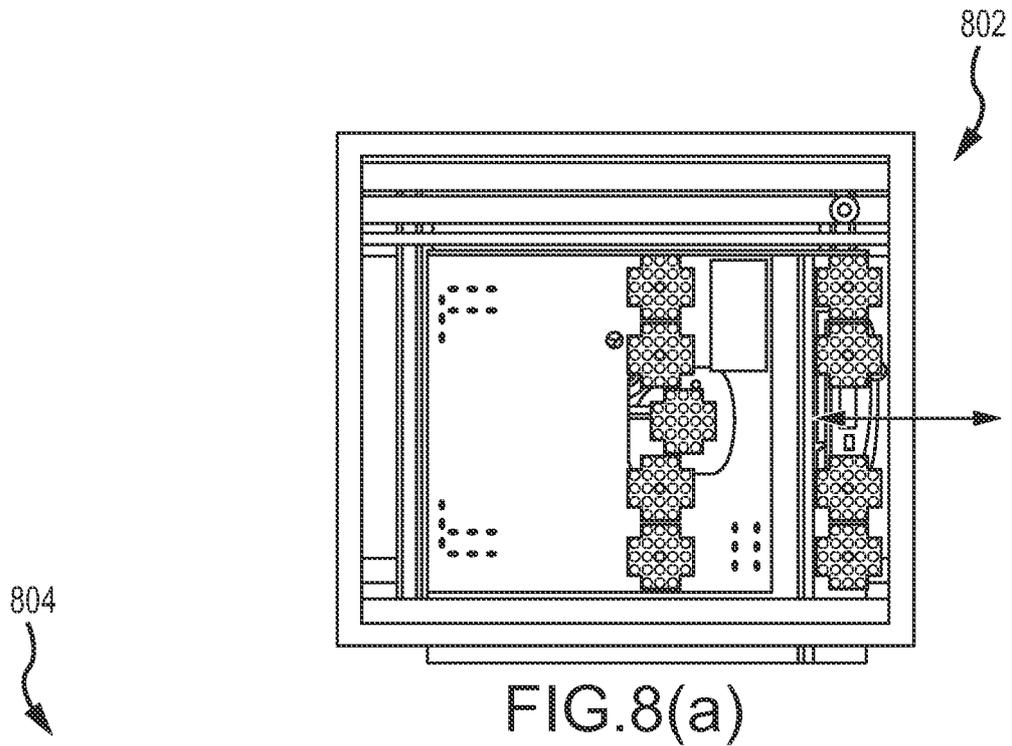


FIG.7(b)



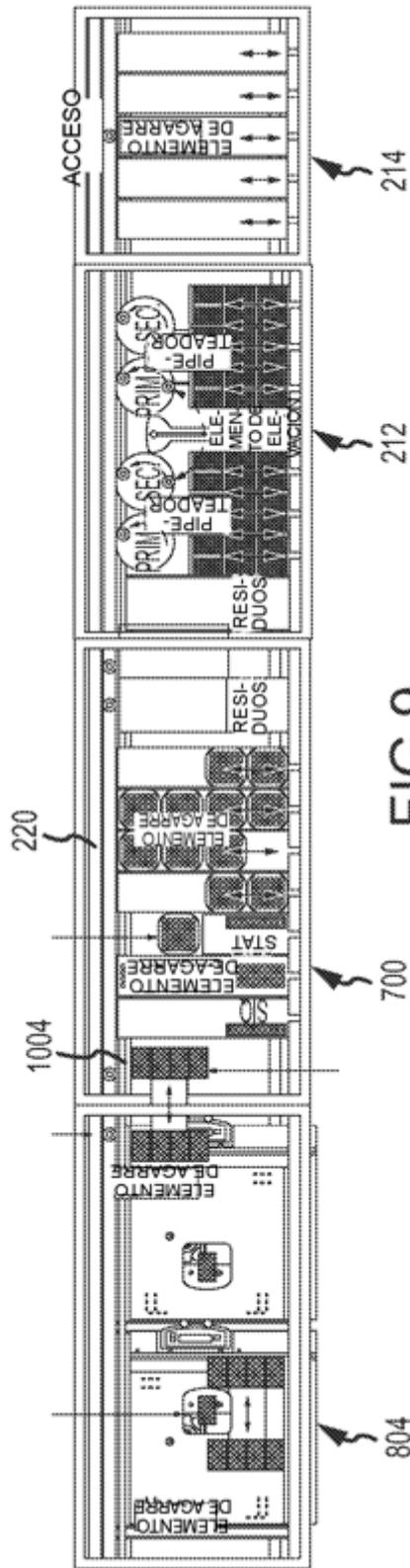


FIG.9

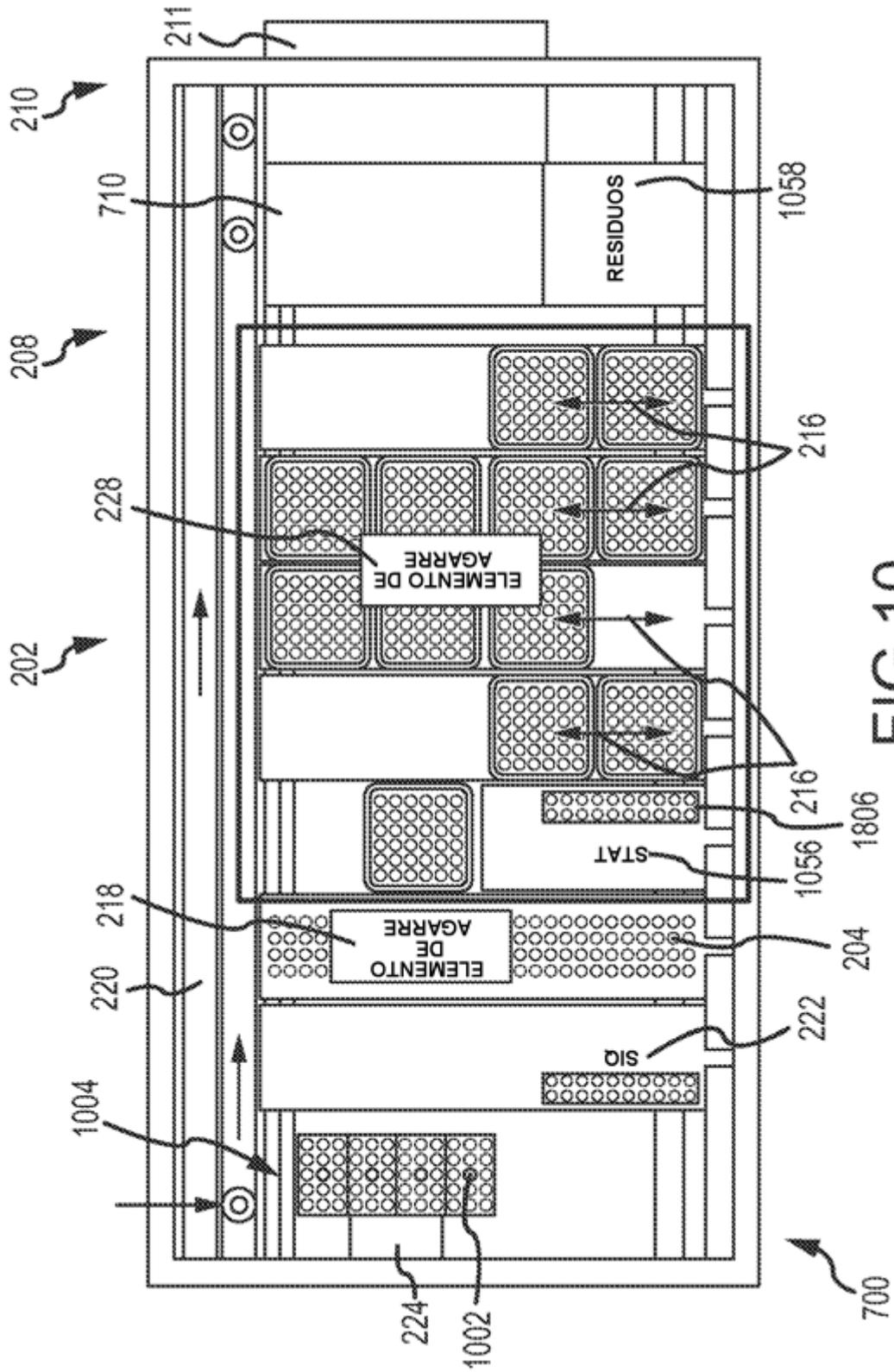


FIG.10

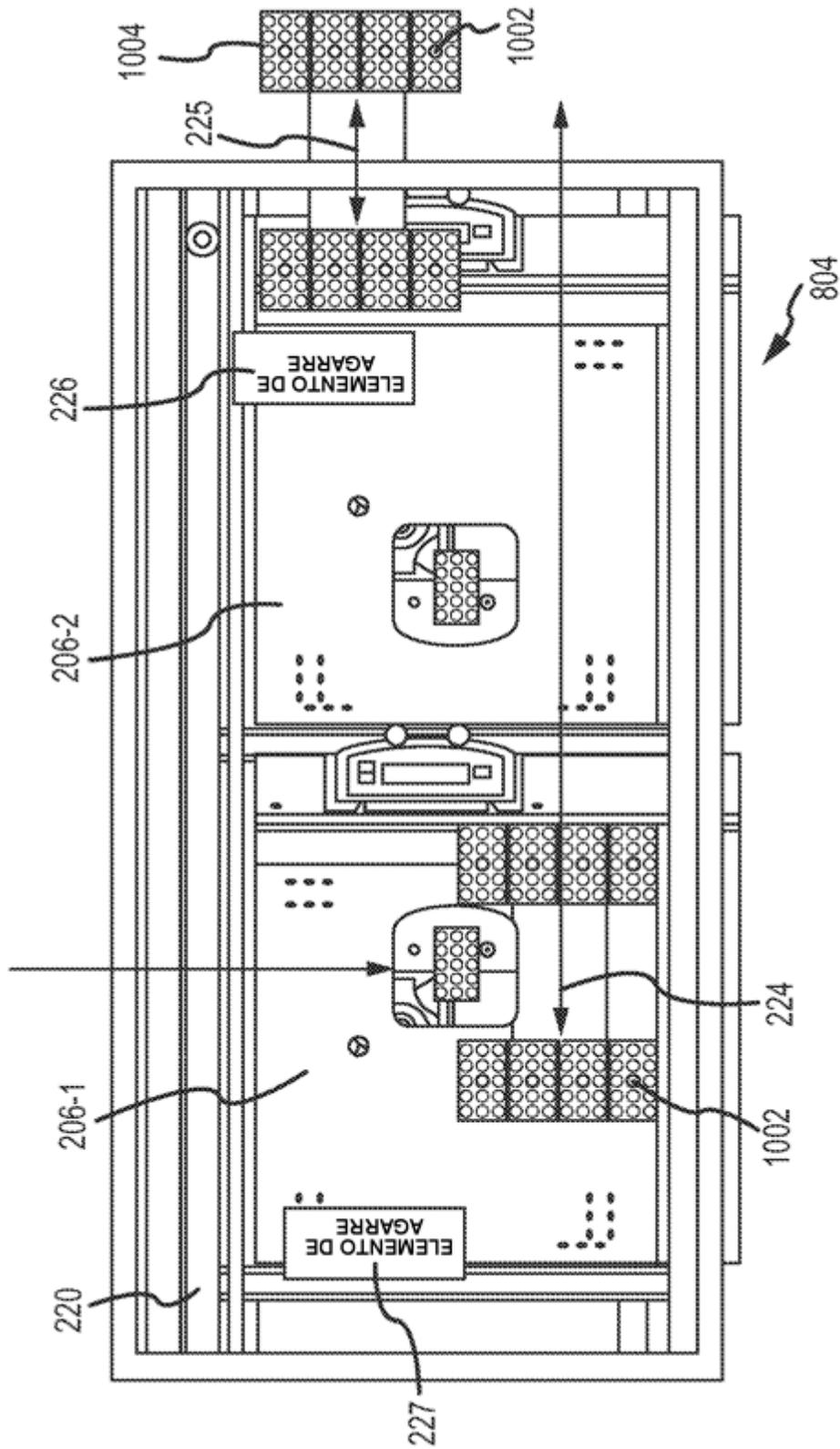


FIG.11

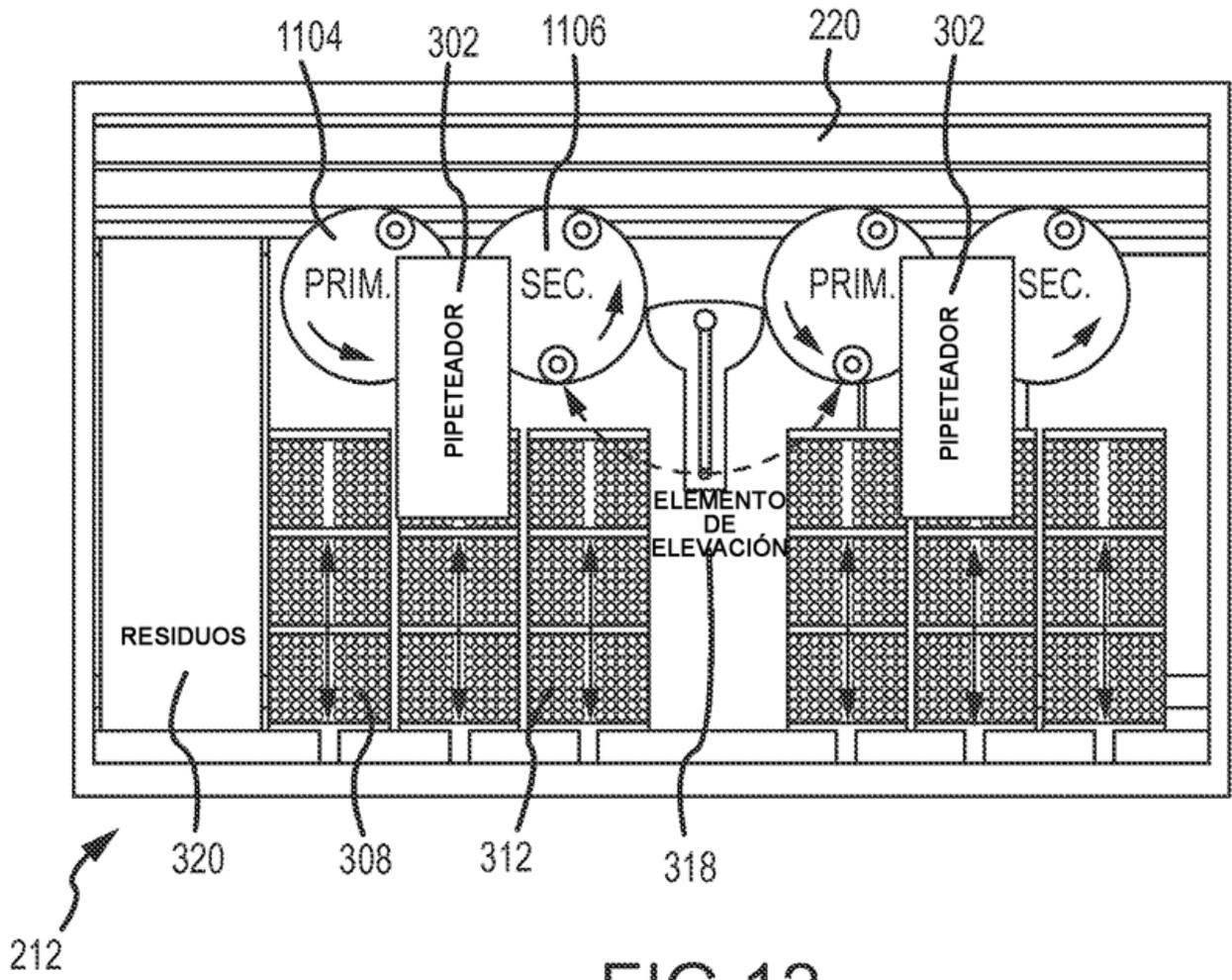


FIG.12

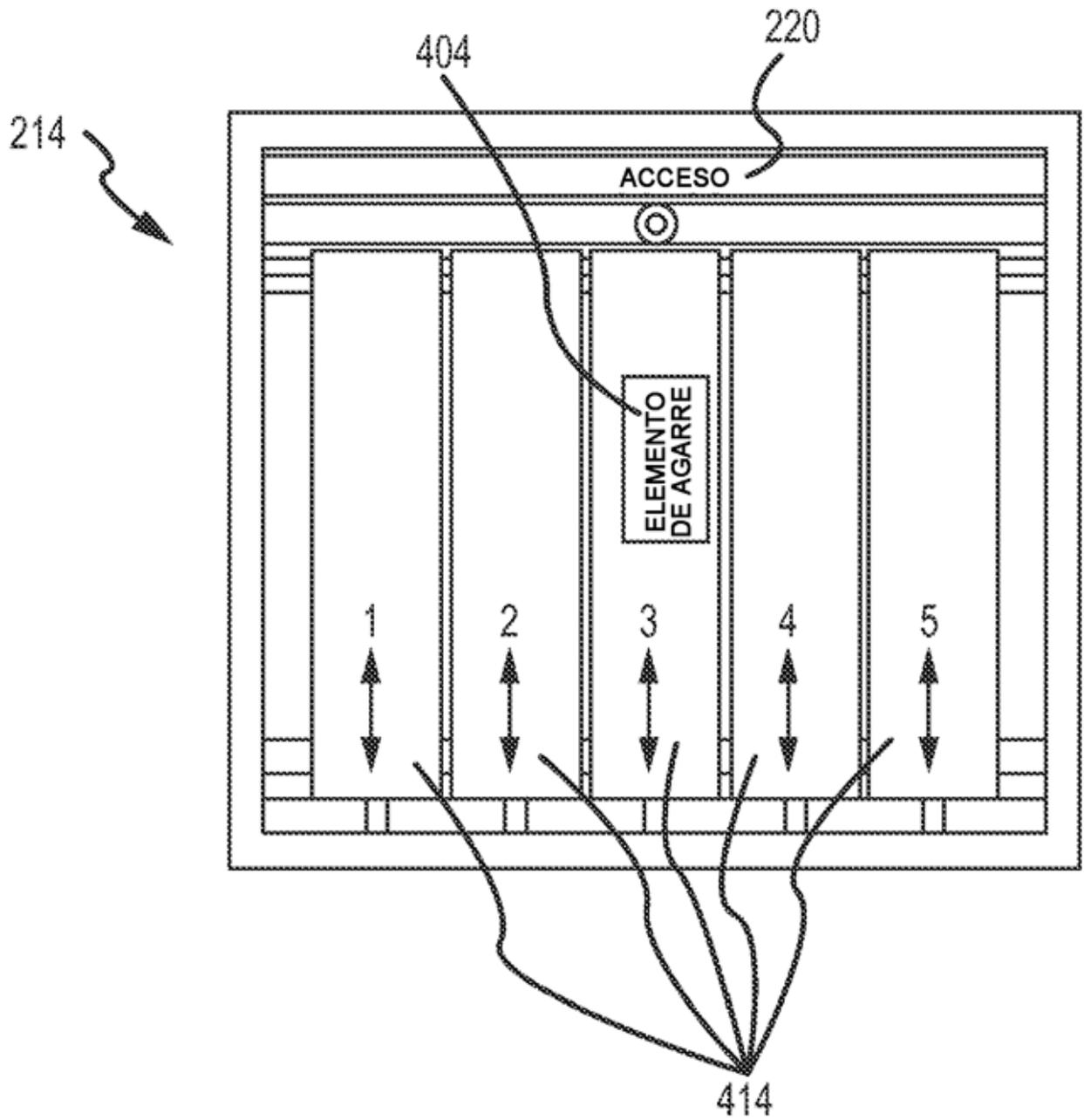


FIG.13(a)

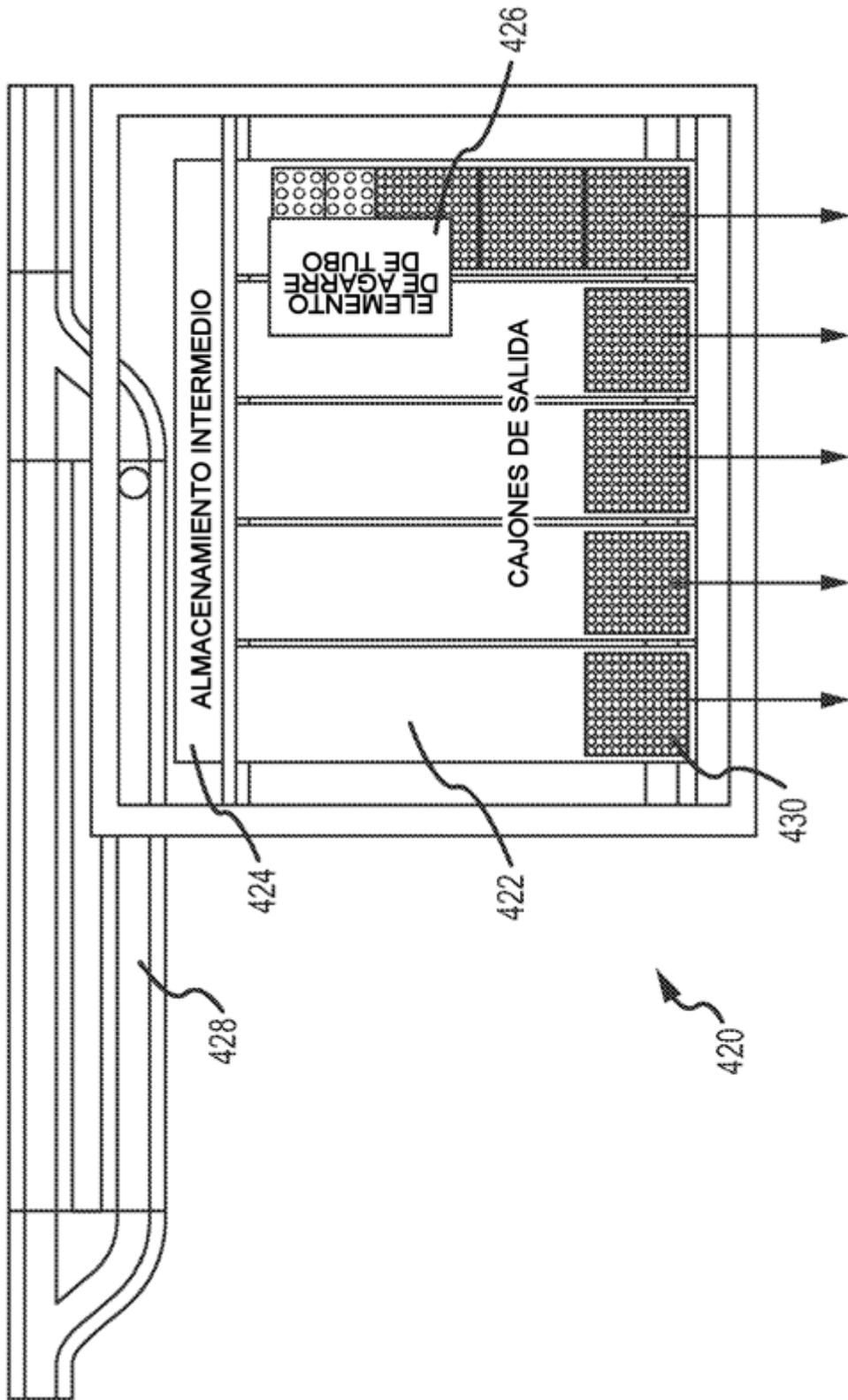


FIG.13(b)

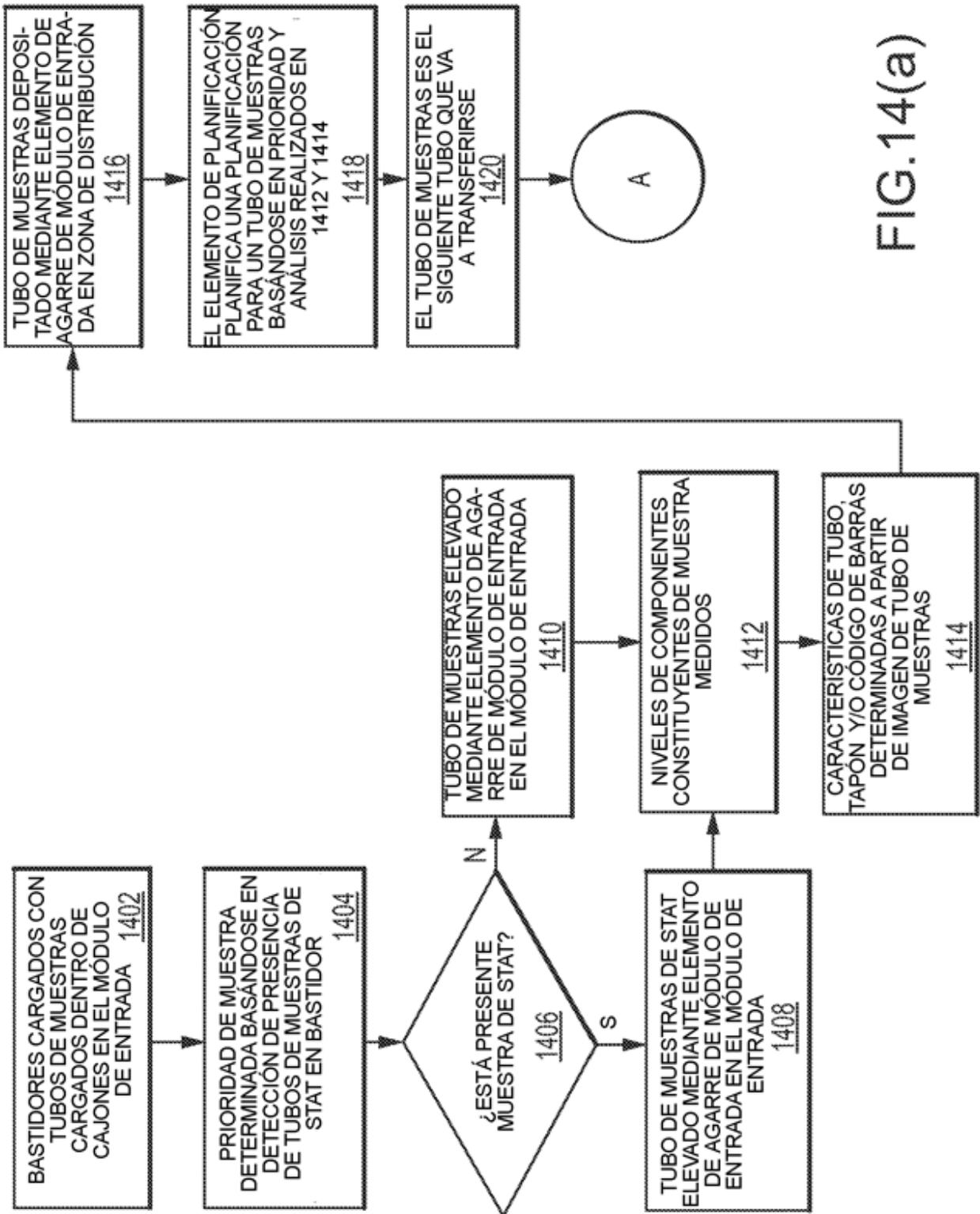


FIG.14(a)

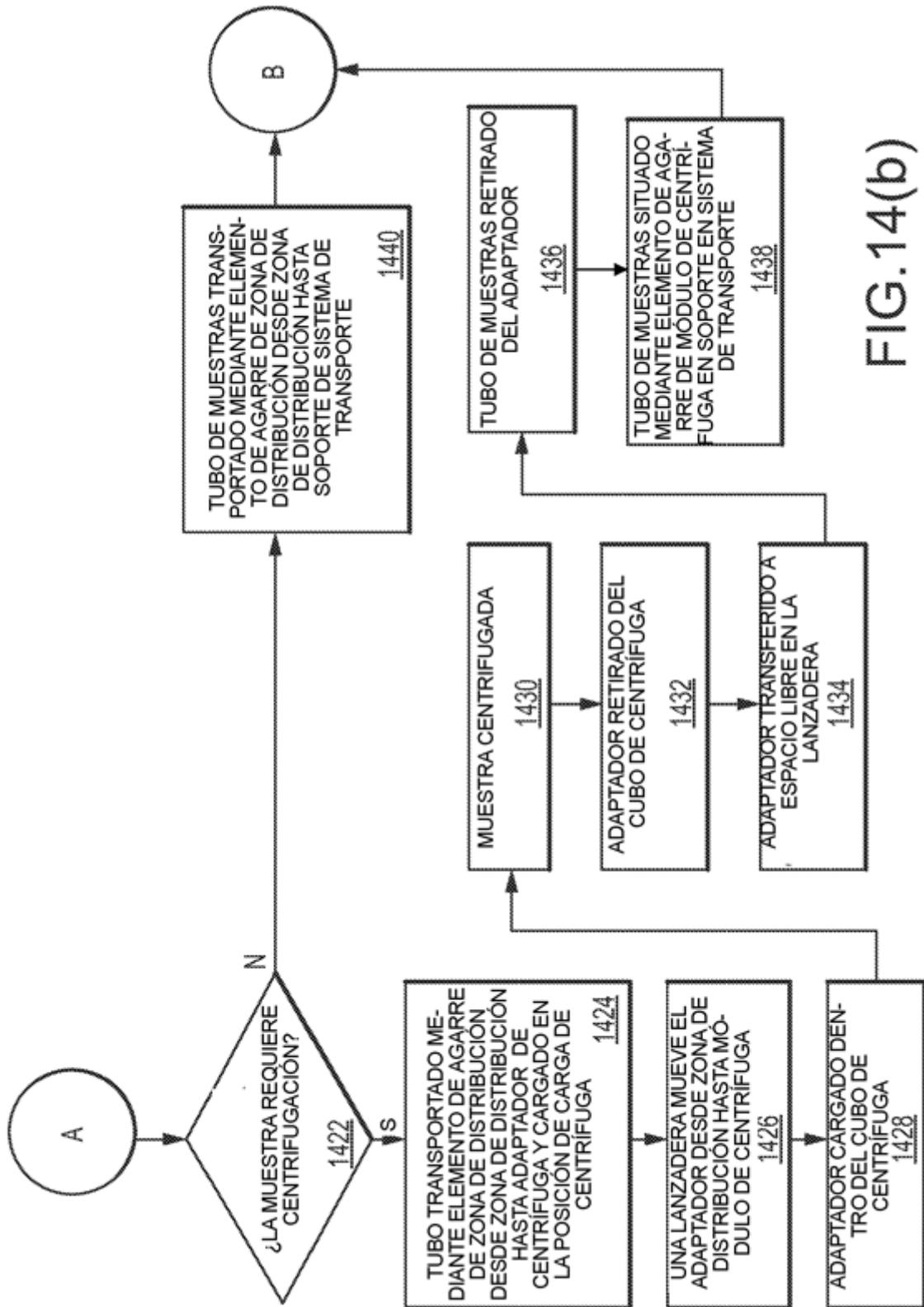


FIG.14(b)

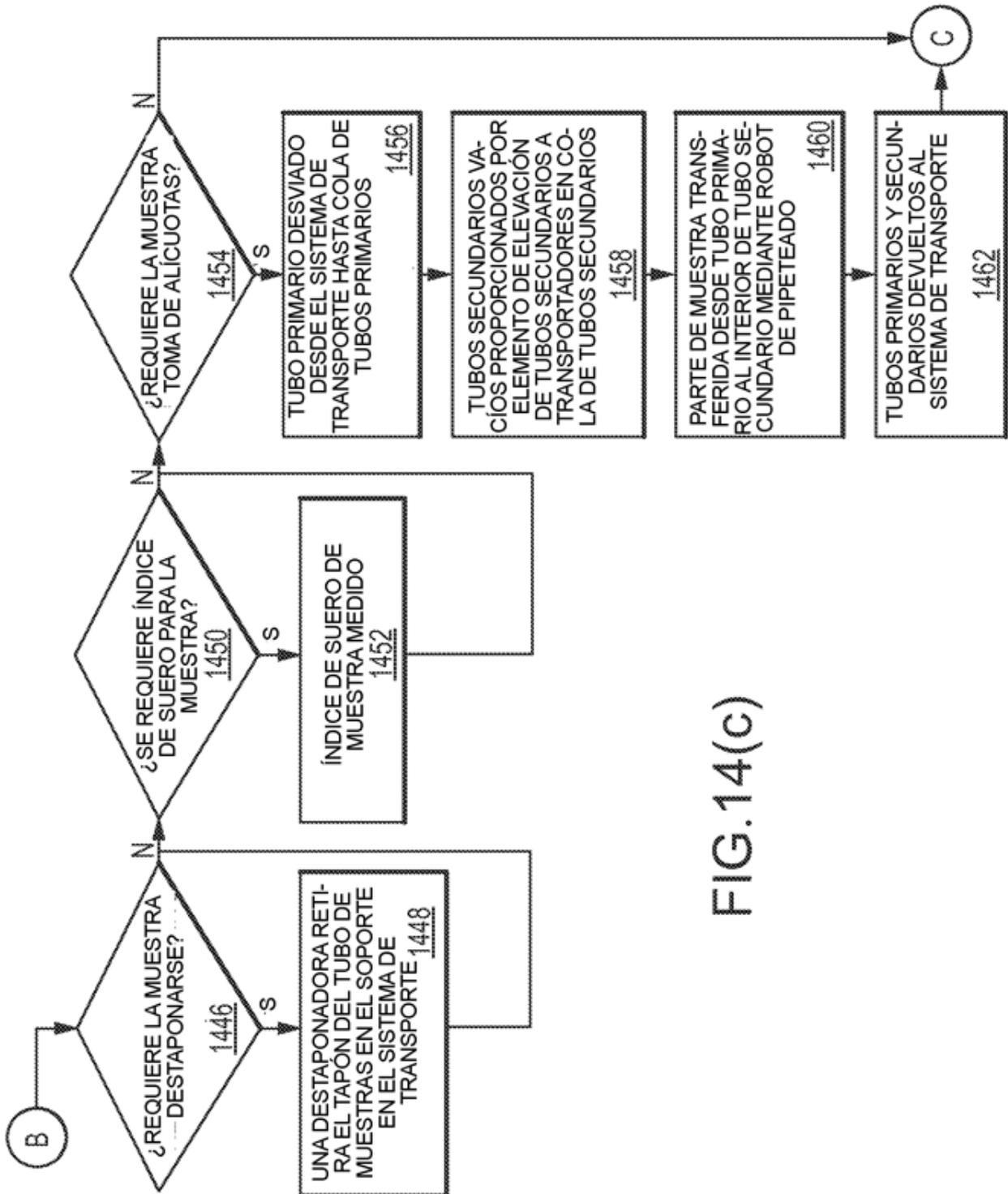


FIG.14(c)

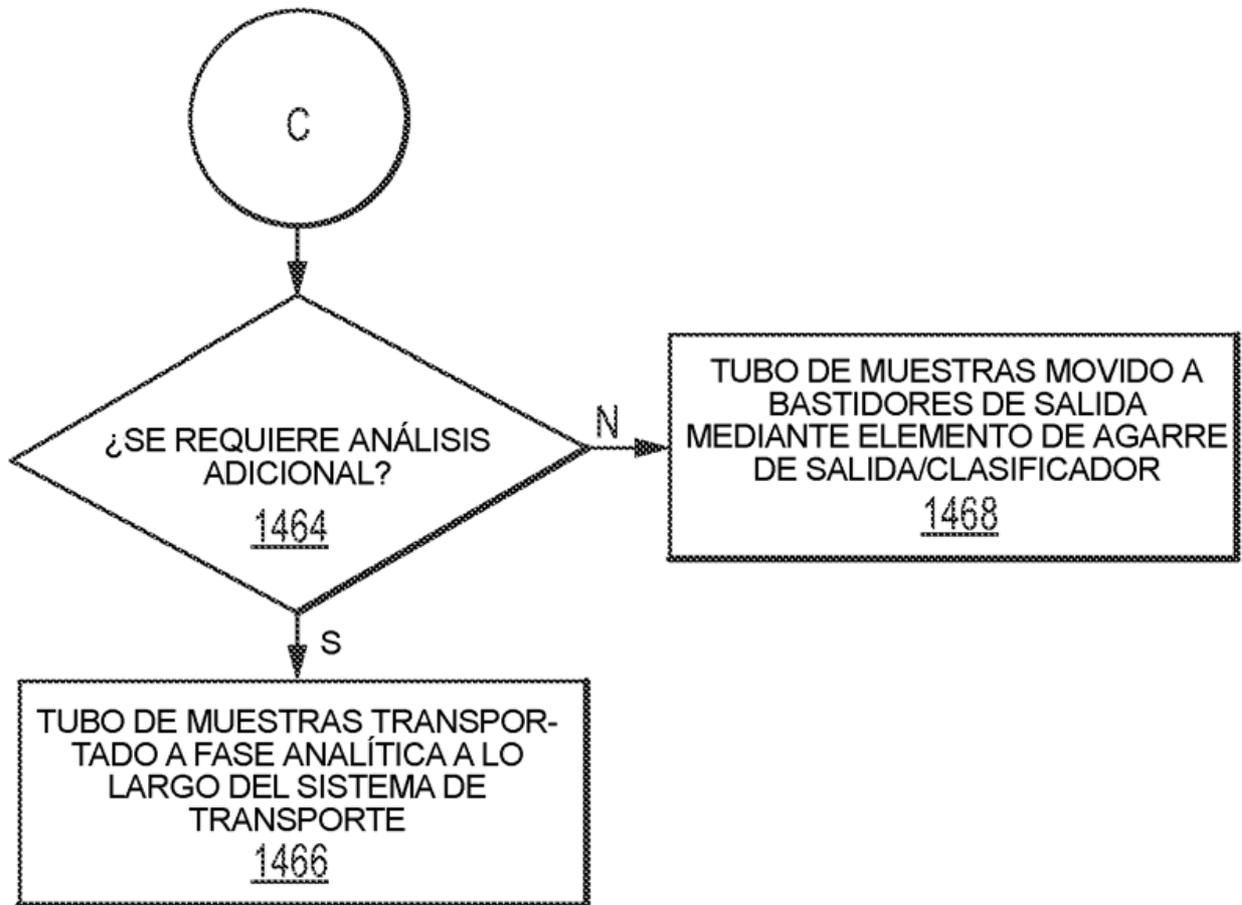


FIG.14(d)

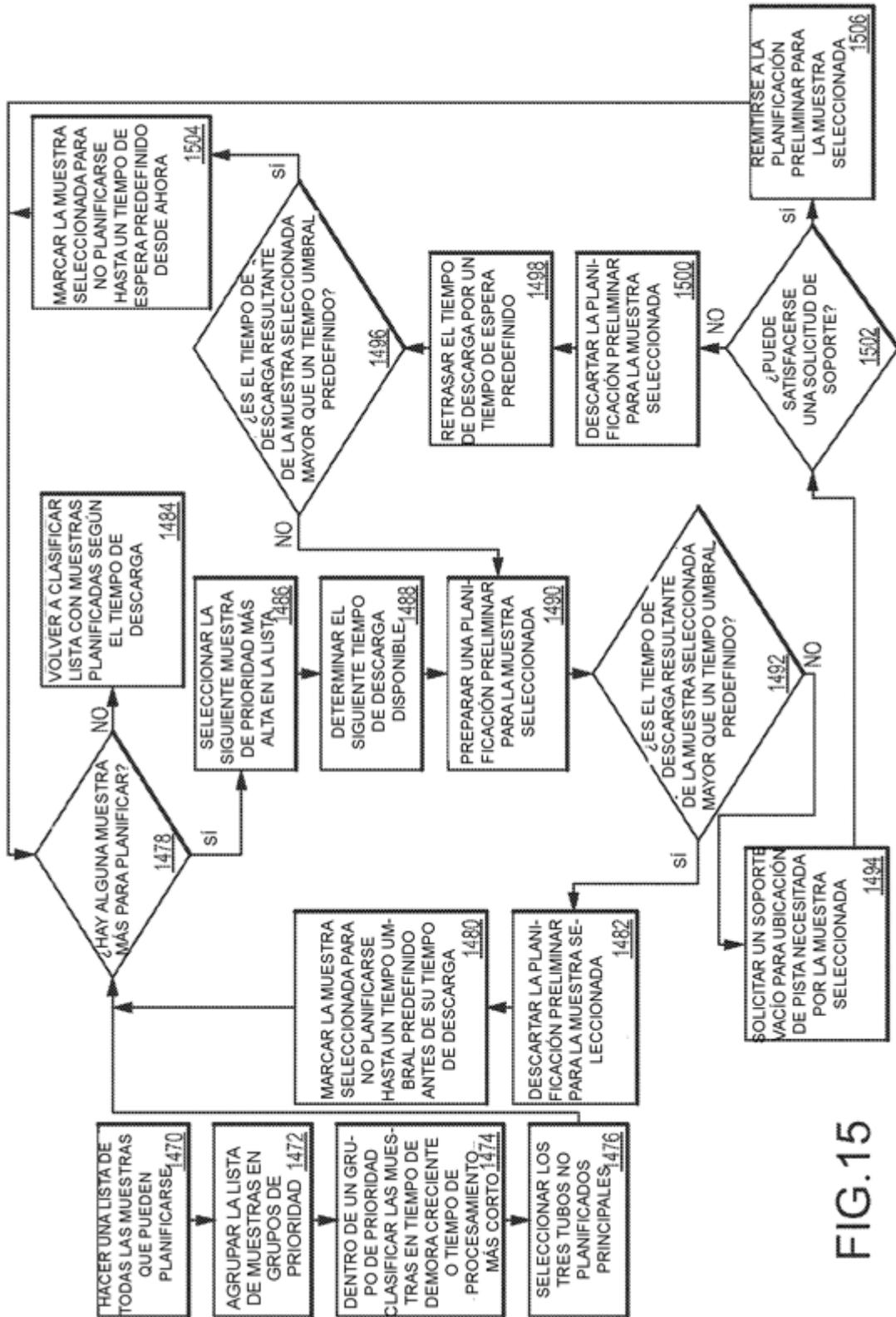


FIG.15

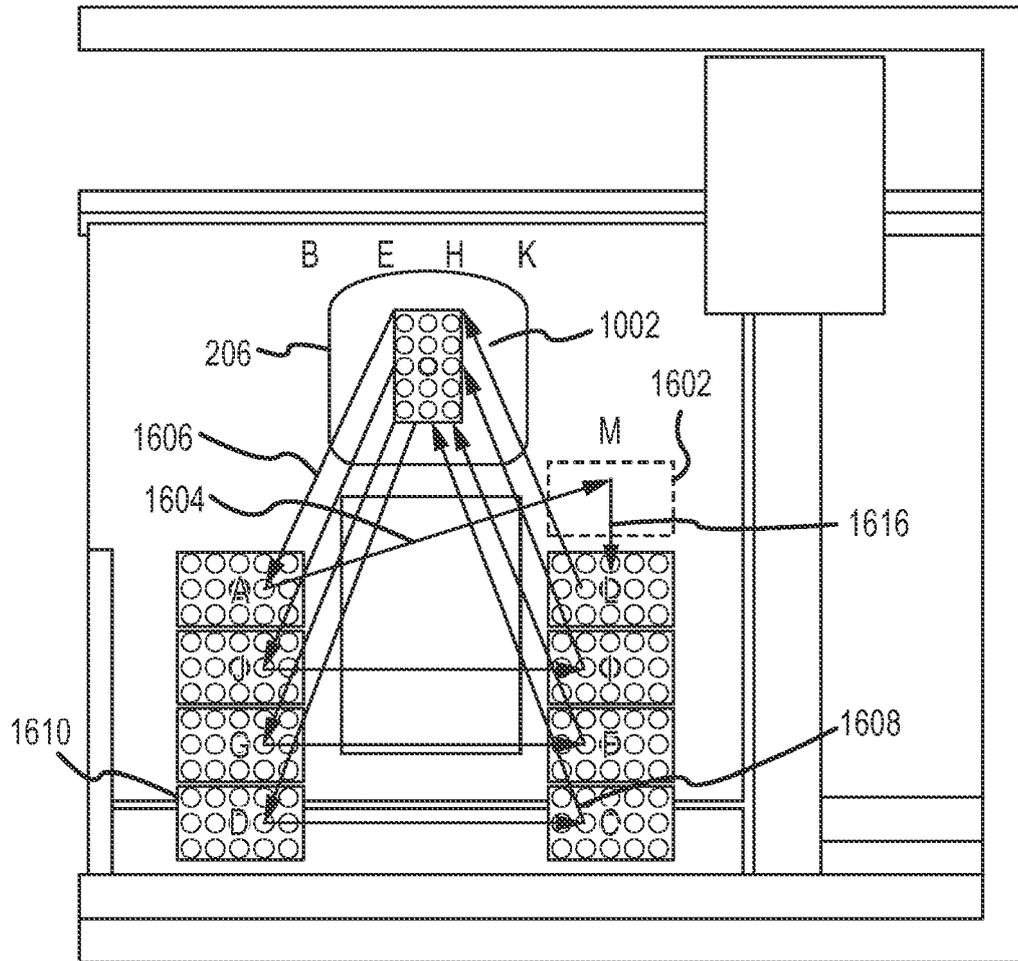


FIG.16

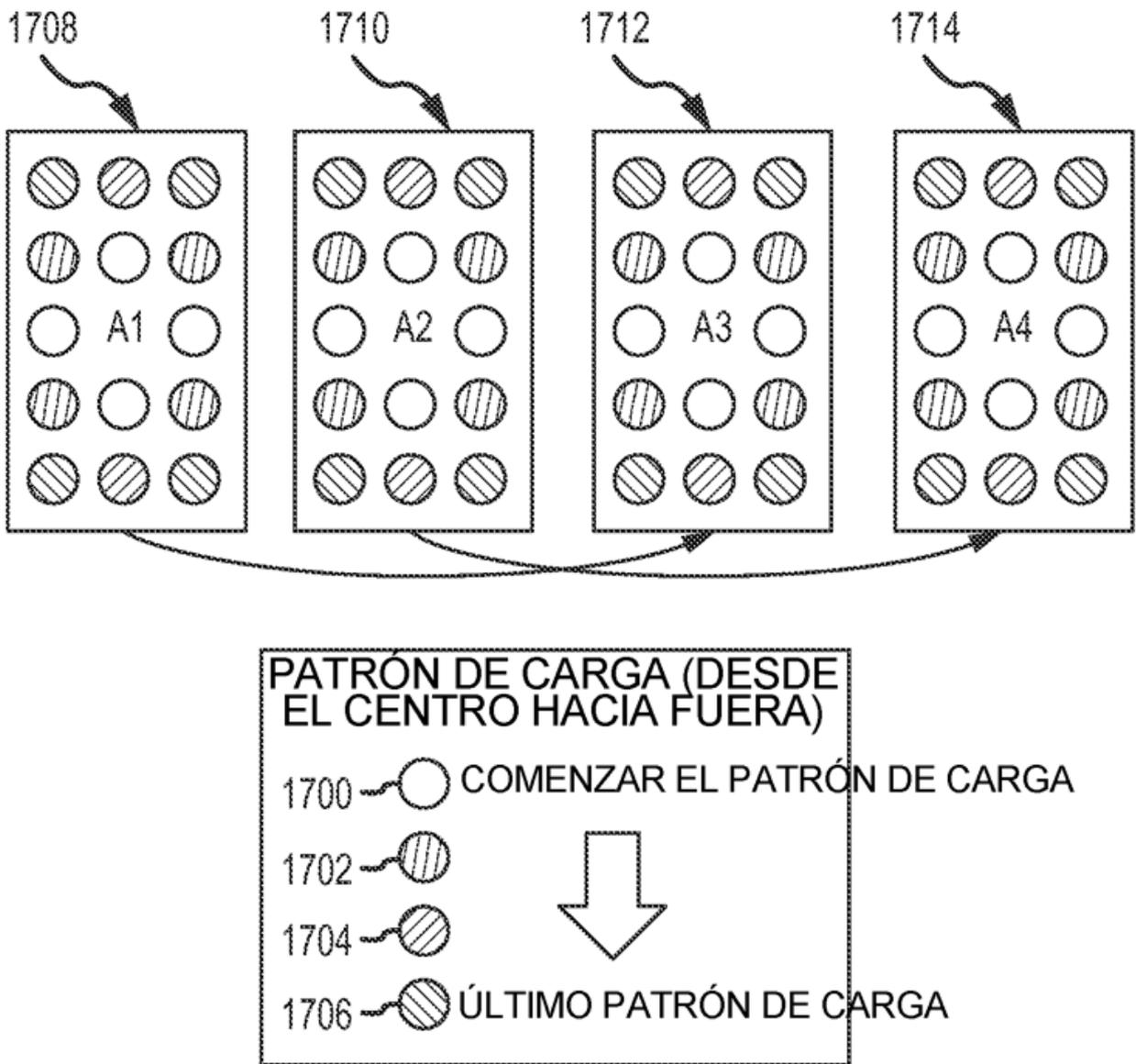


FIG.17

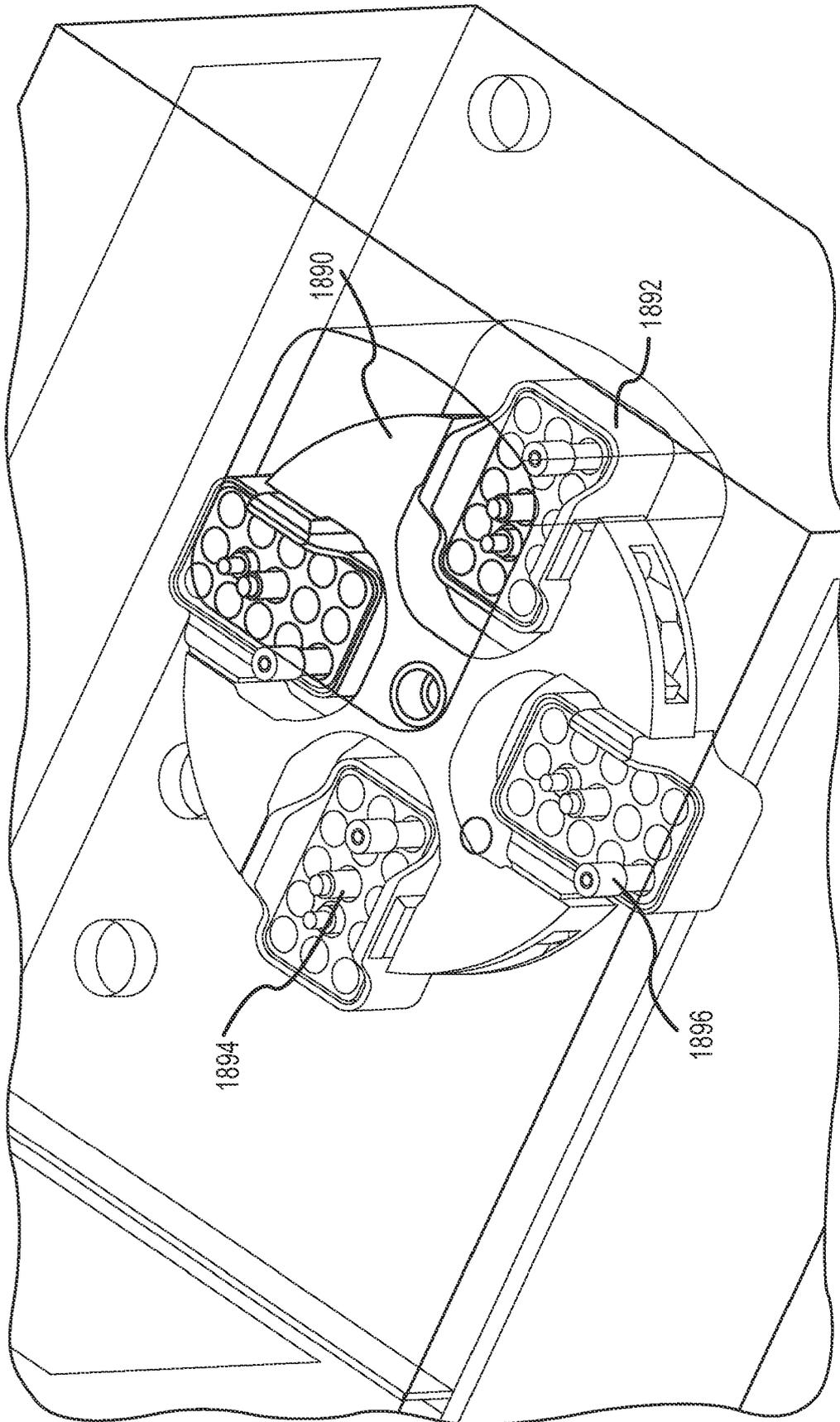


FIG.18

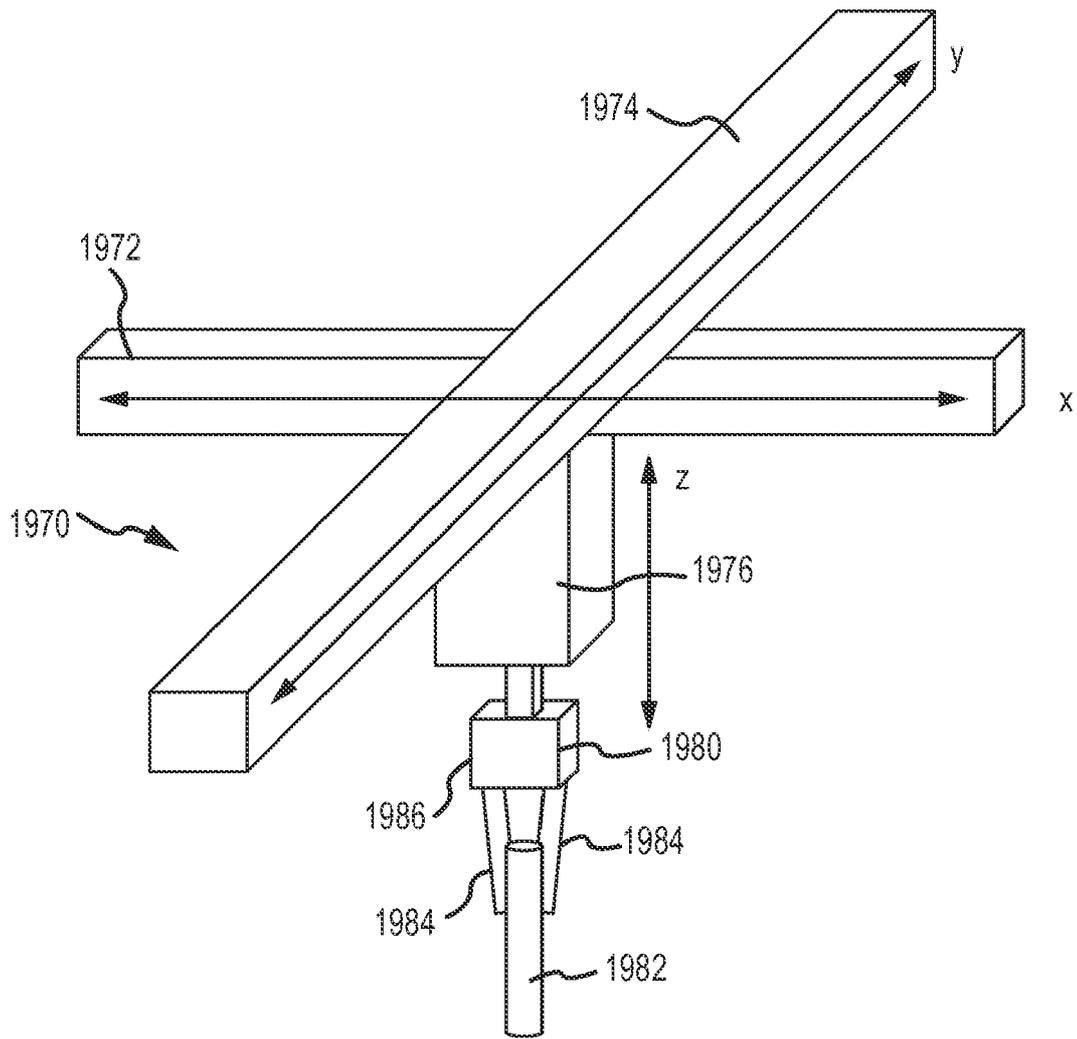


FIG. 19

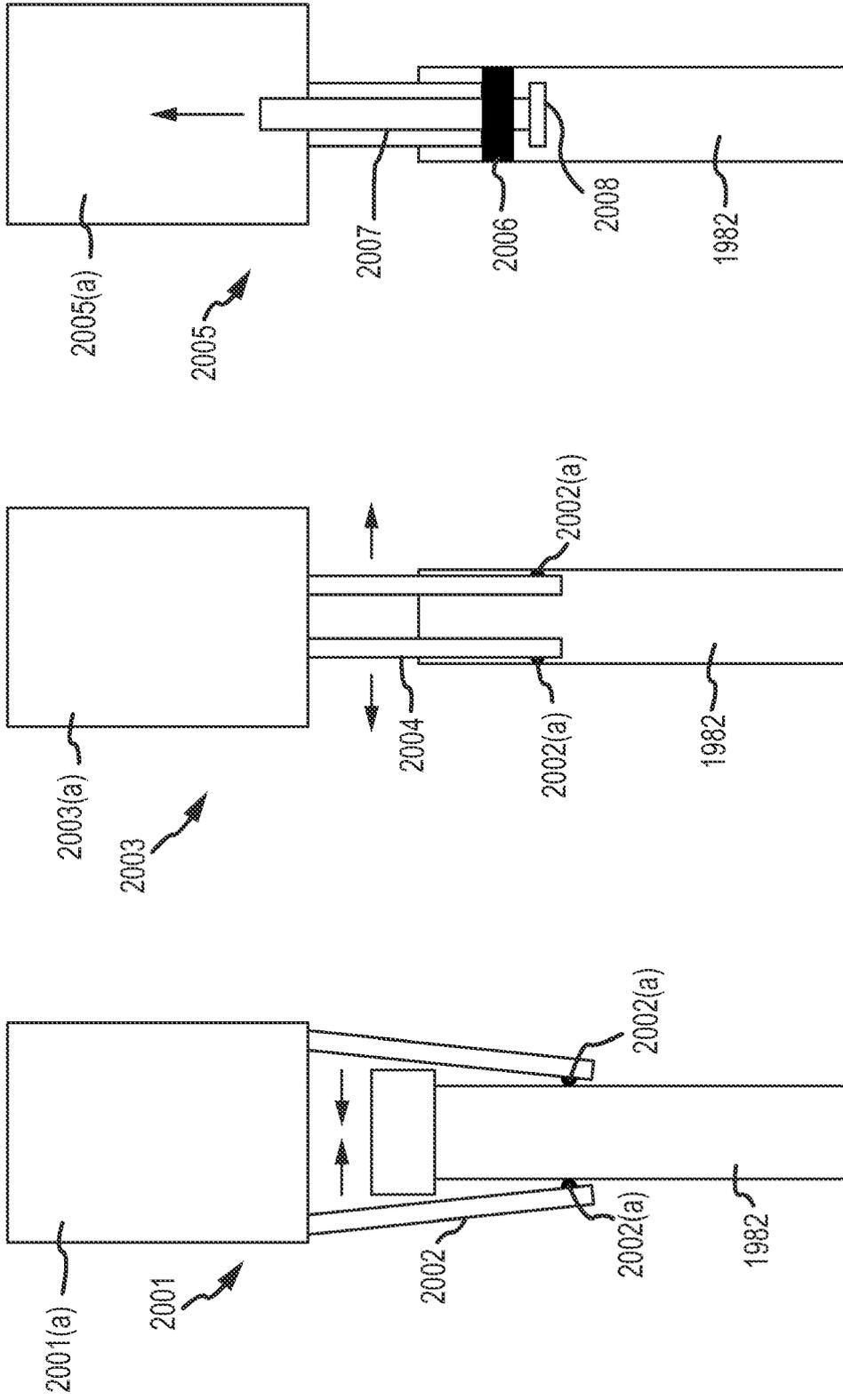


FIG.20(c)

FIG.20(b)

FIG.20(a)

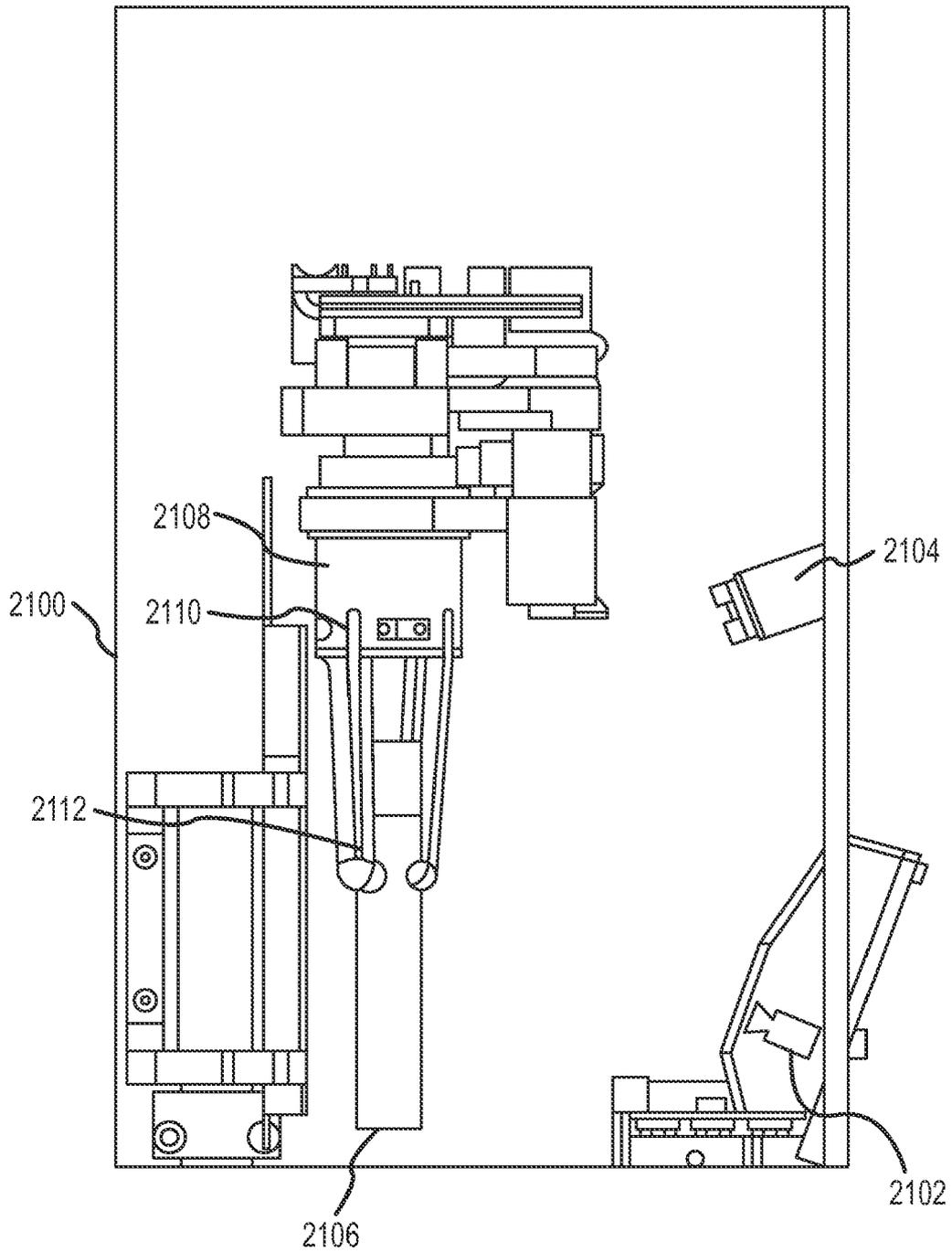


FIG.21

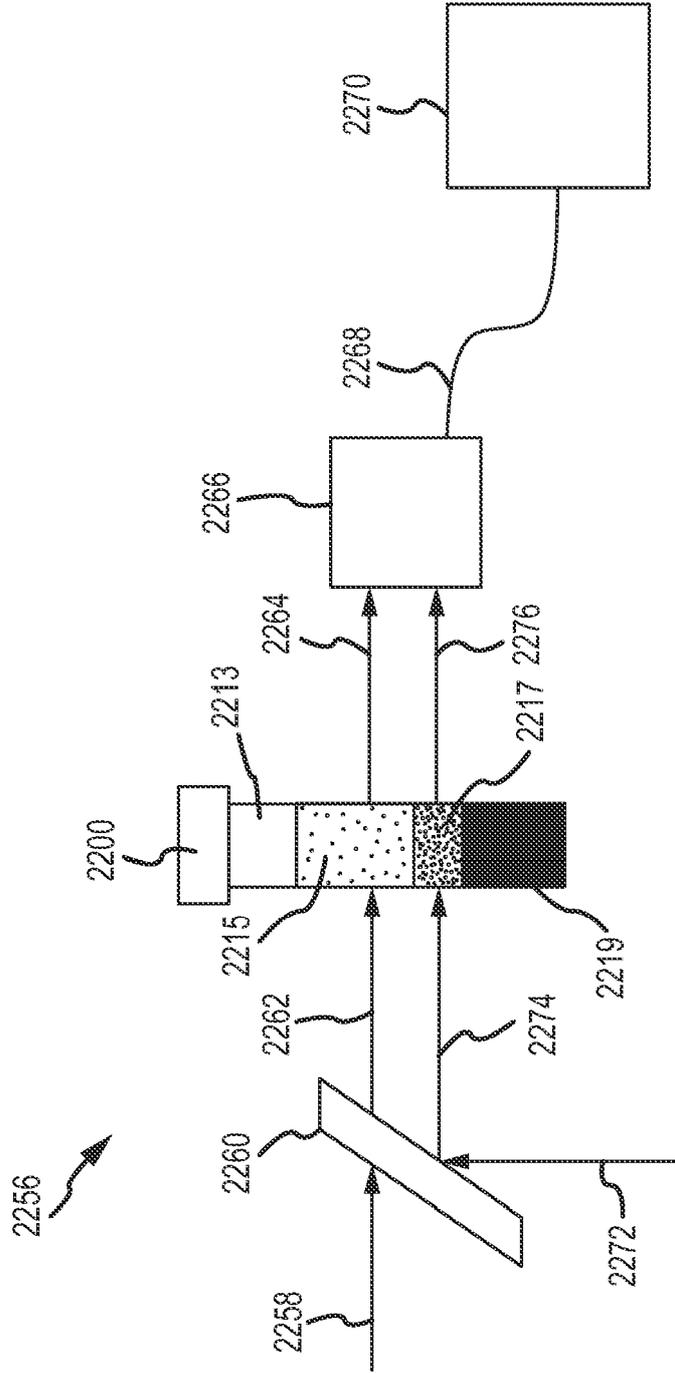


FIG.22

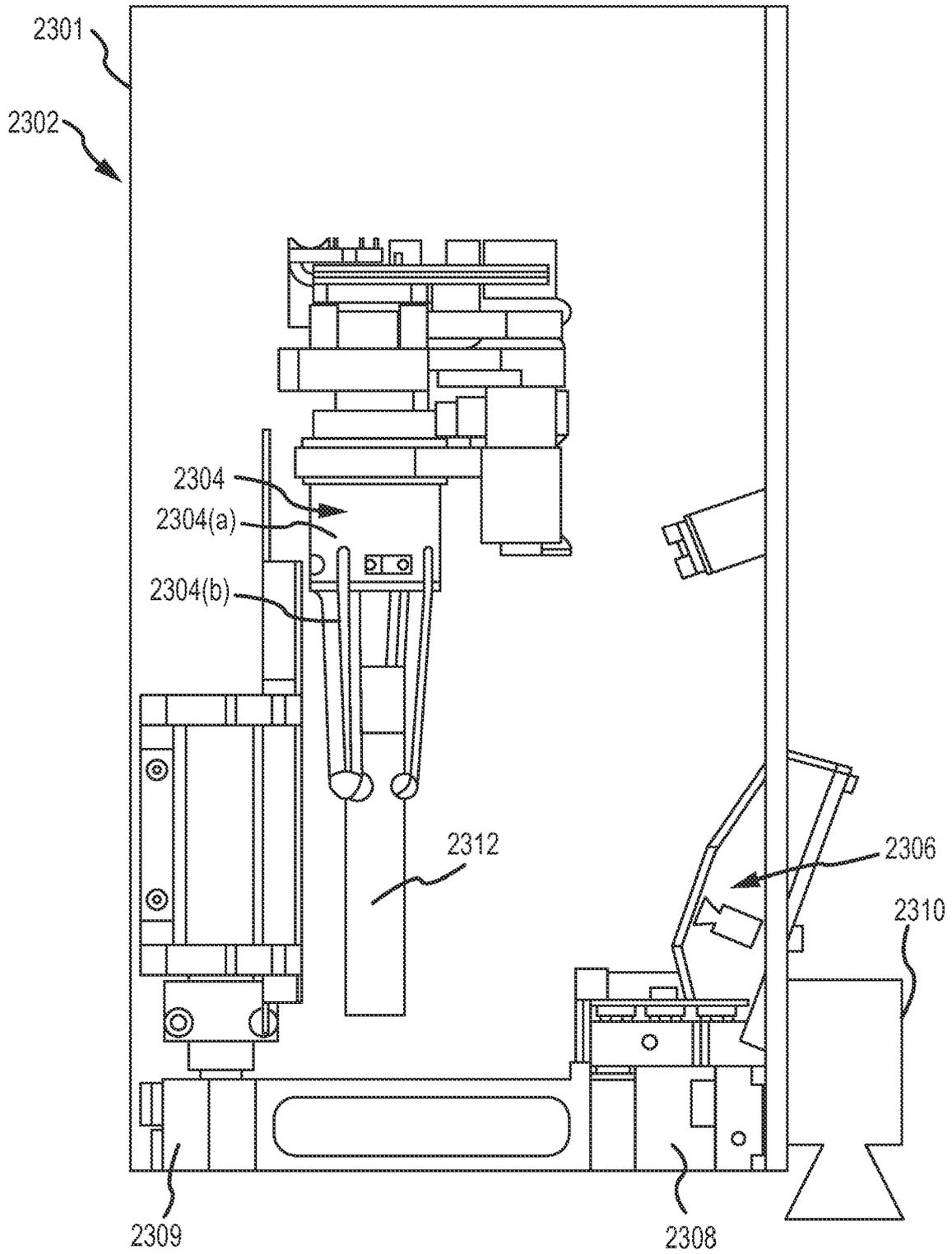


FIG.23

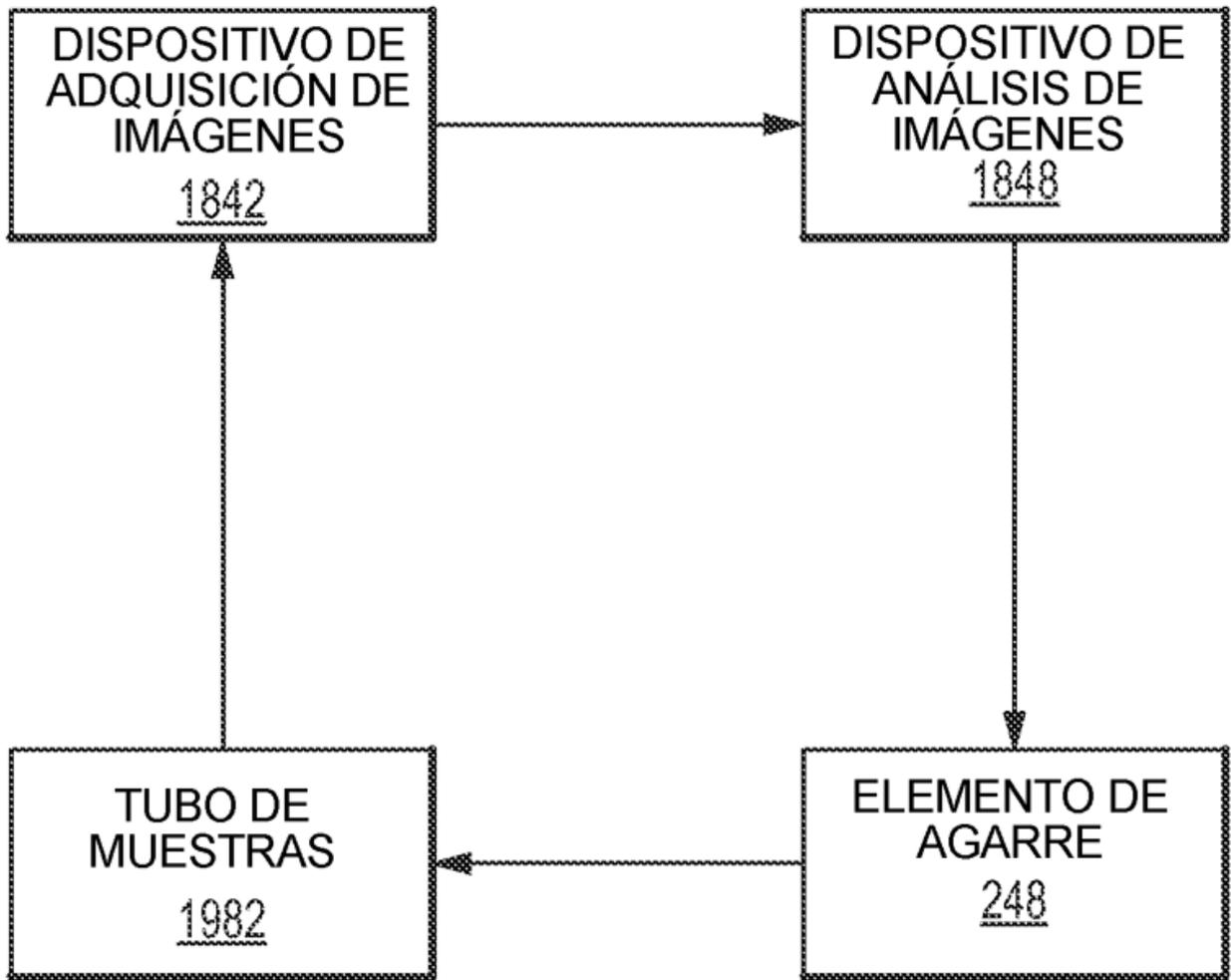


FIG.24

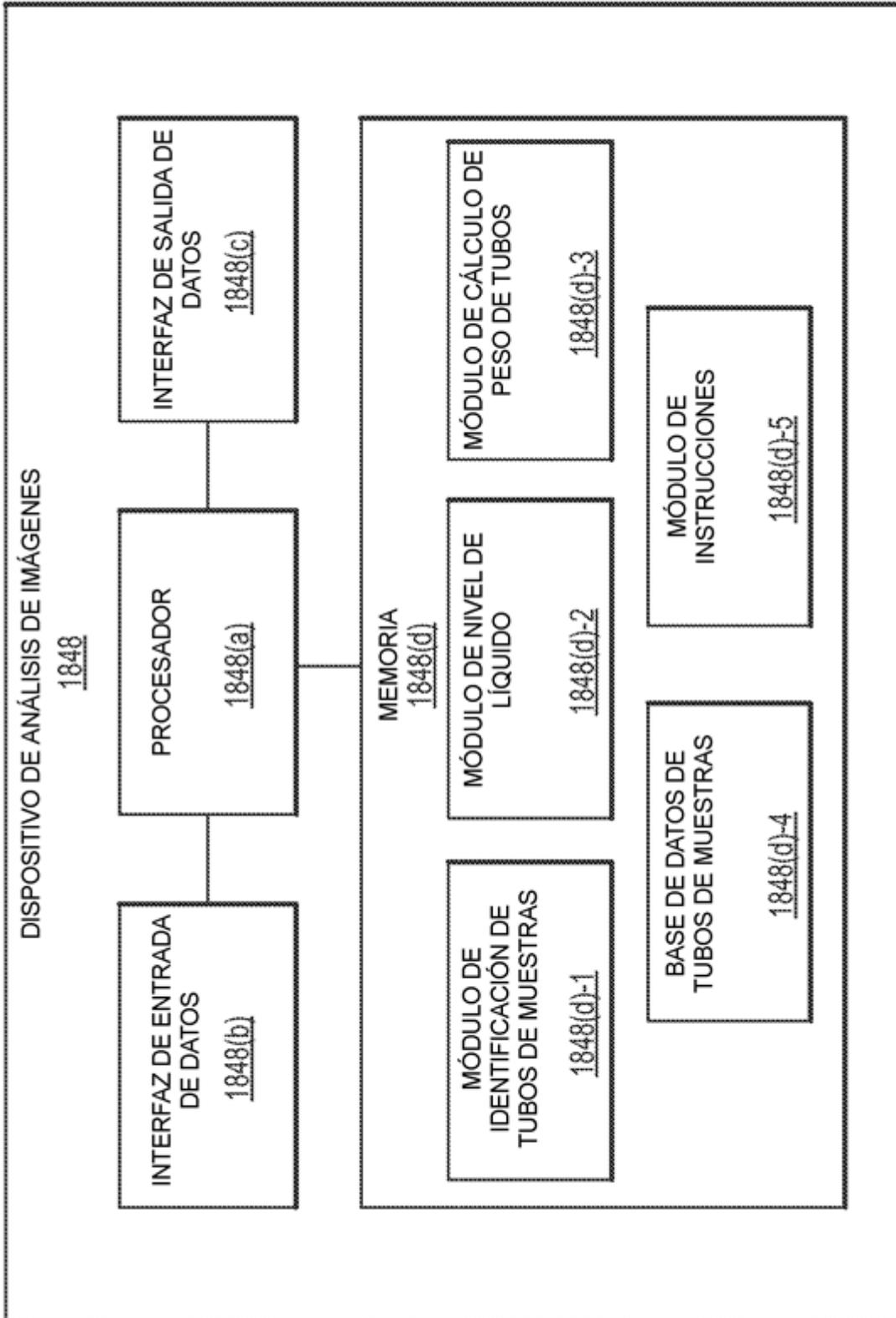


FIG.25

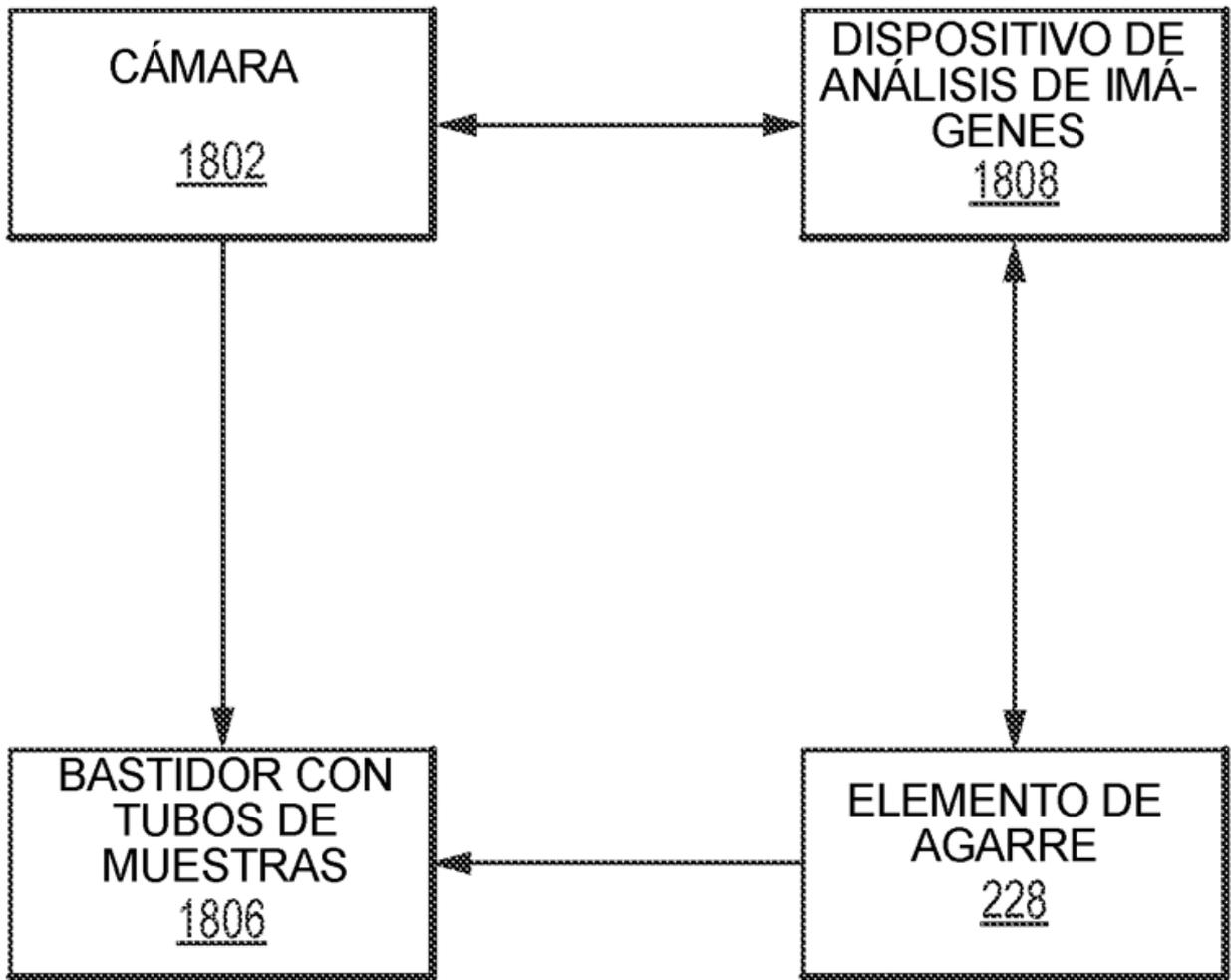


FIG.26

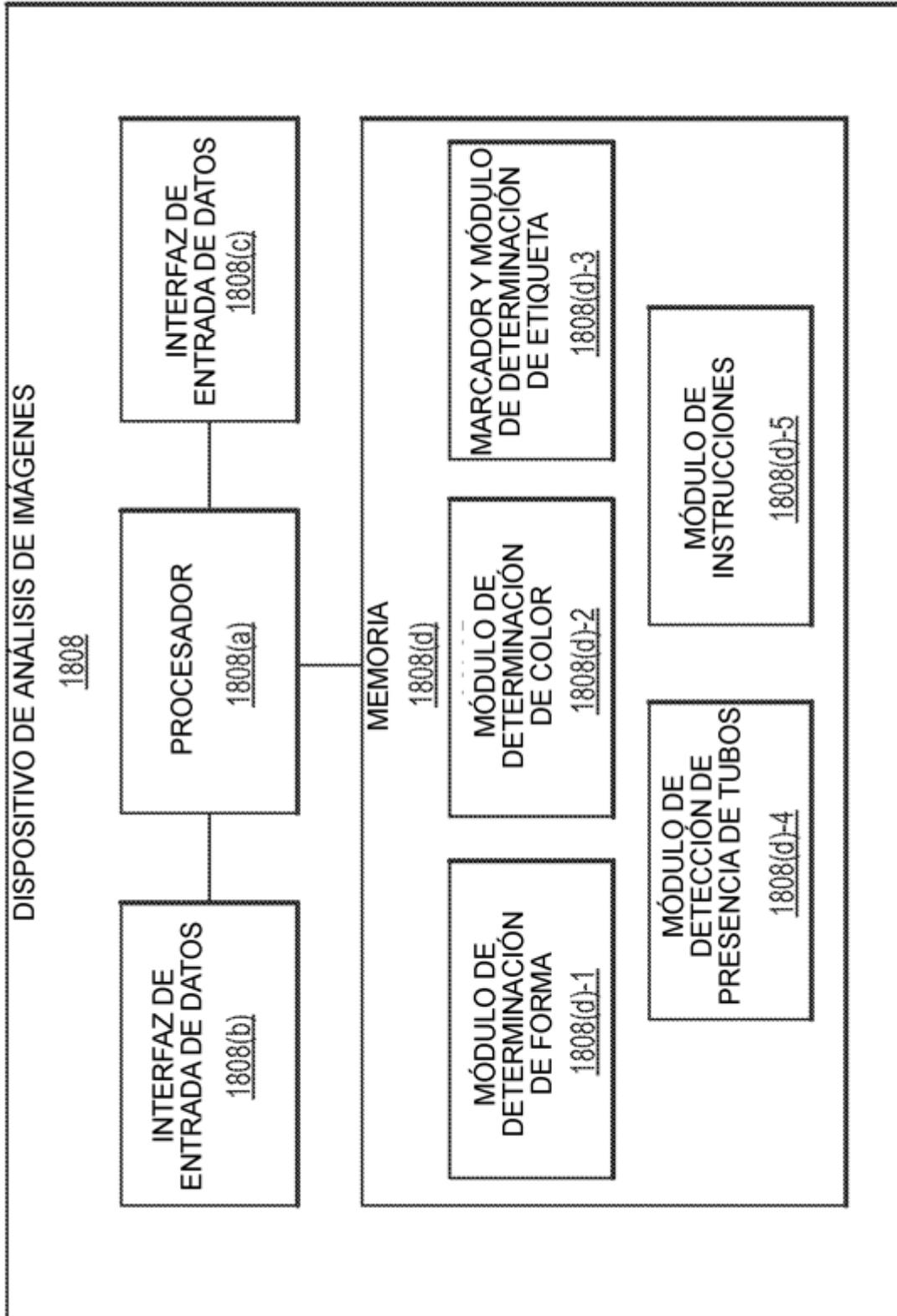


FIG.27

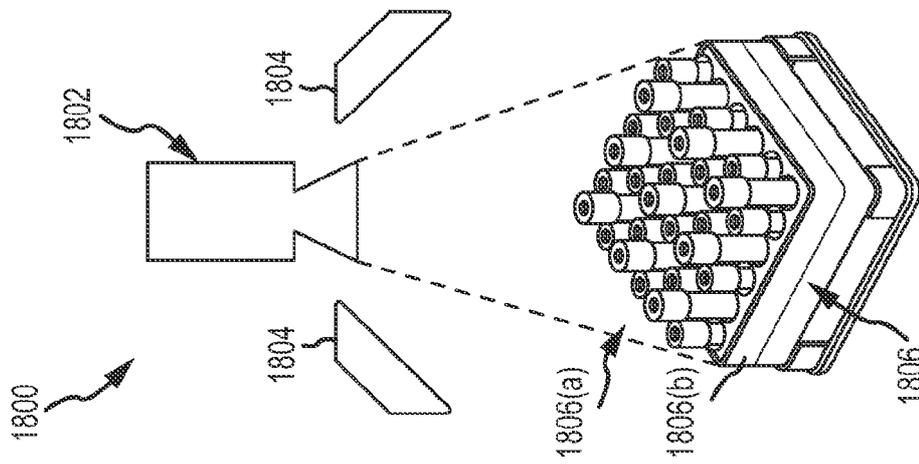


FIG. 28(a)

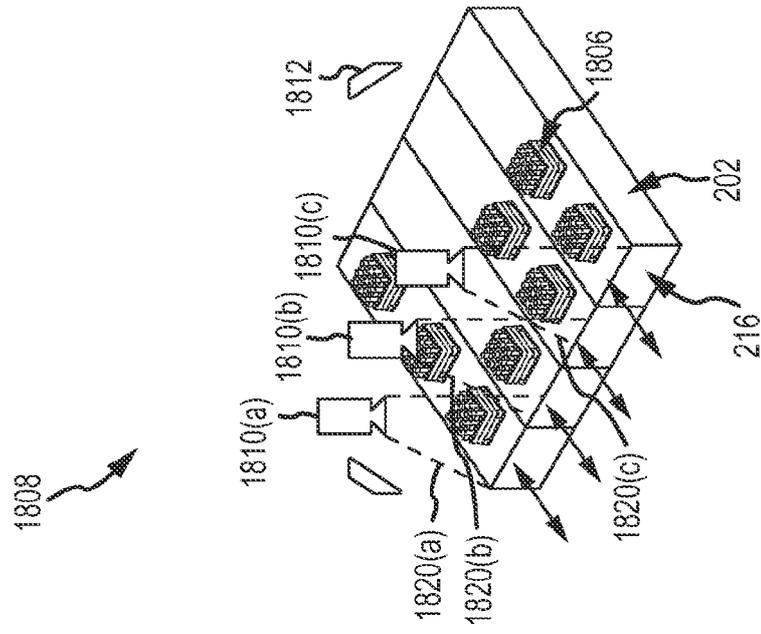


FIG. 28(b)

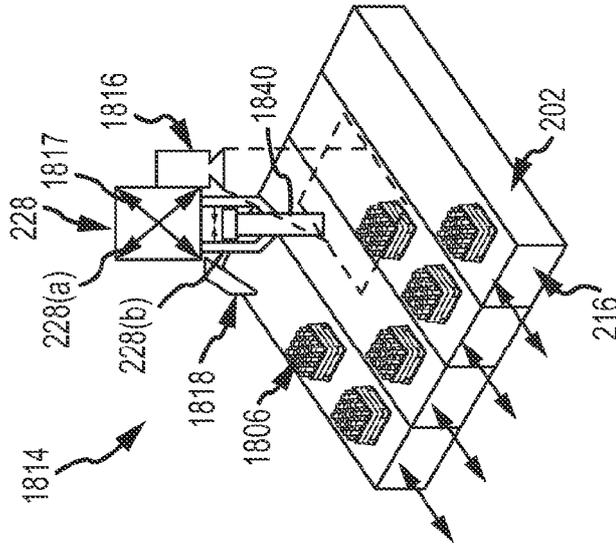


FIG. 28(c)

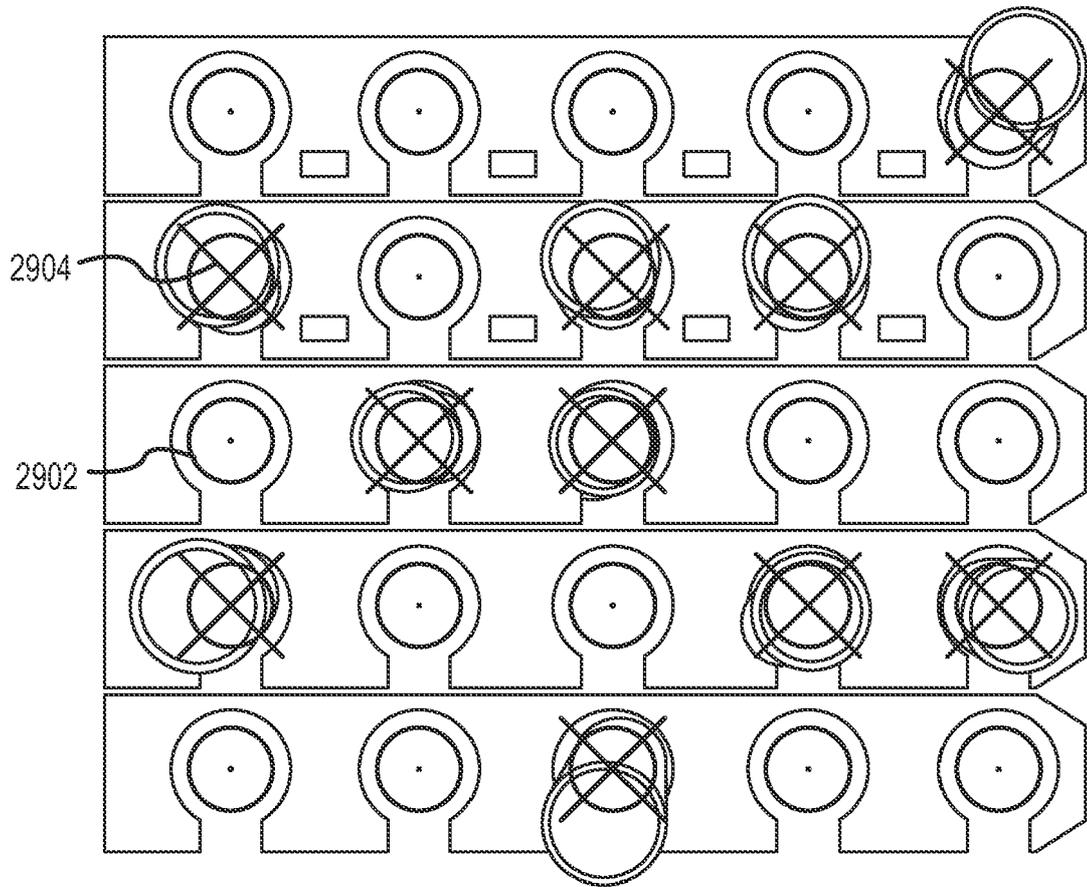


FIG. 29

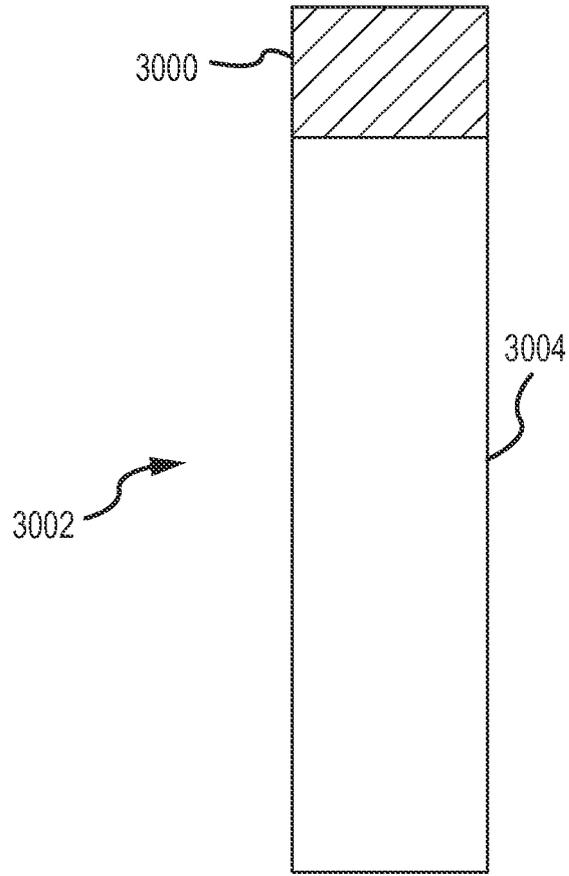
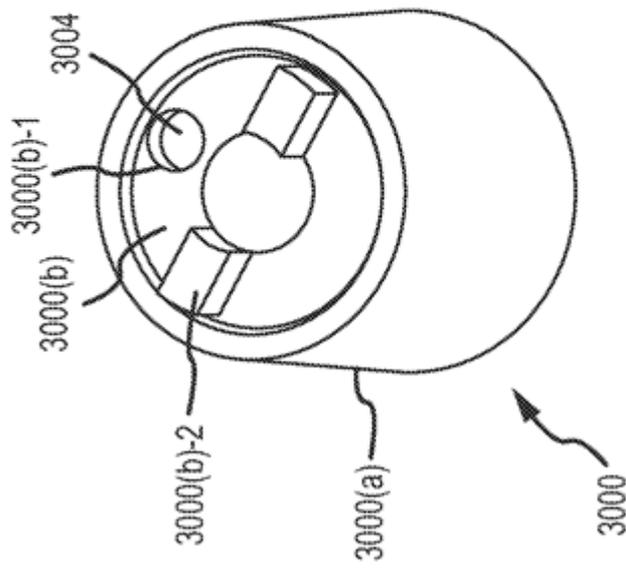
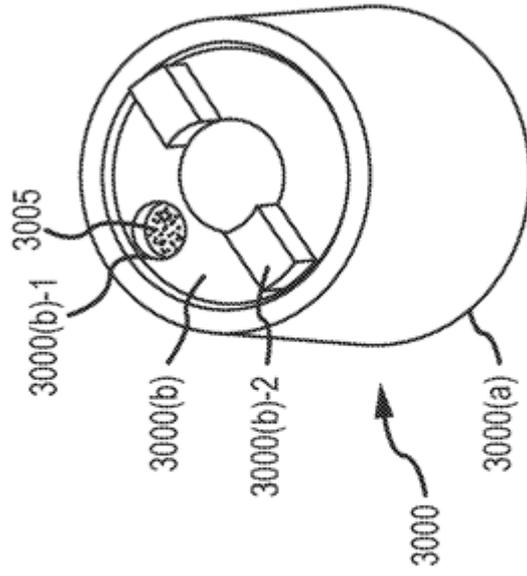


FIG.30



POSICIÓN NEUTRA

FIG.31(a)



ROTADO A POSICIÓN DE EMERGENCIA

FIG.31(b)

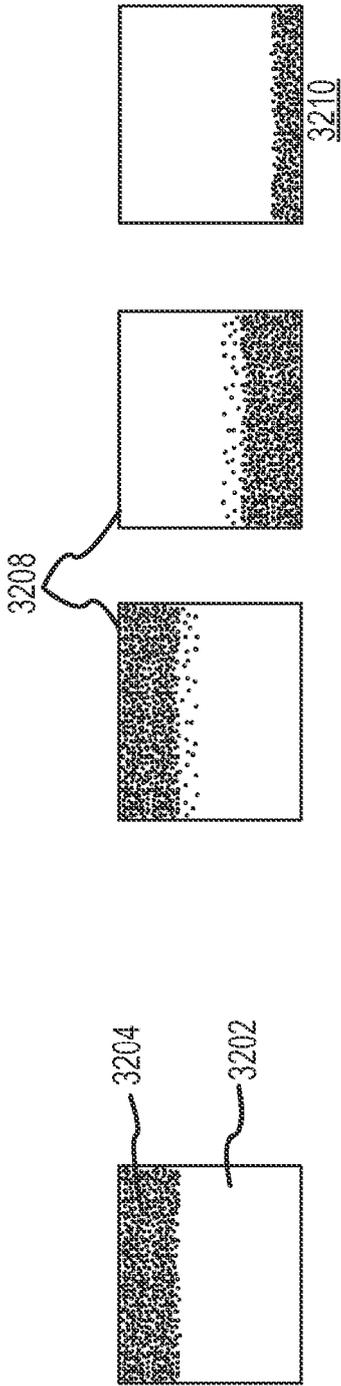


FIG. 32(a)

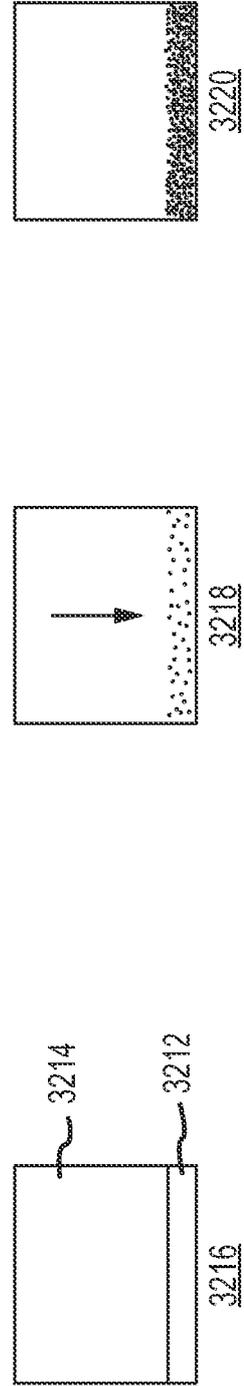


FIG. 32(b)

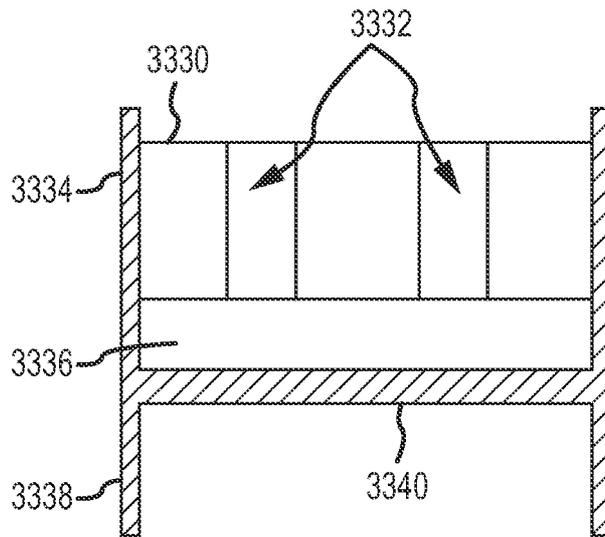


FIG. 33(a)

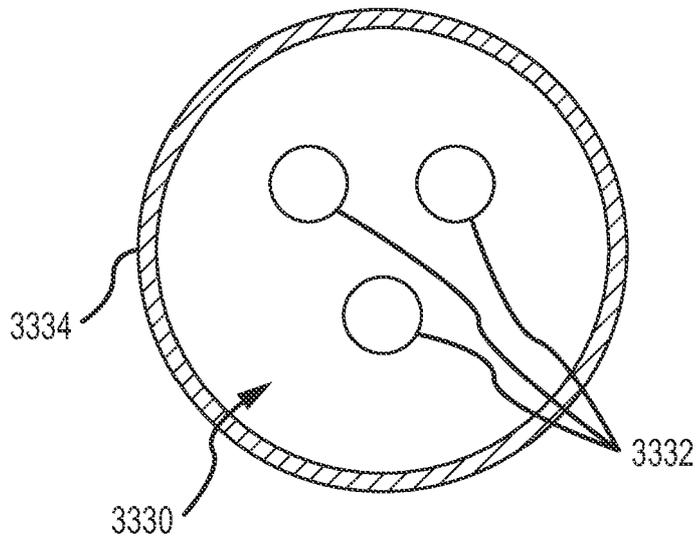


FIG. 33(b)

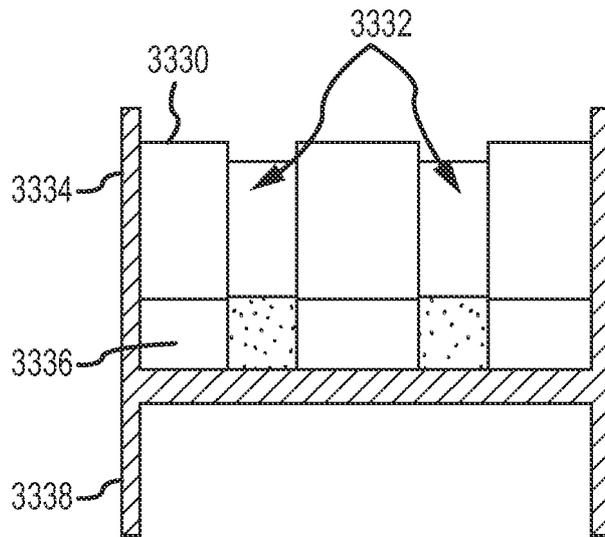


FIG.34(a)

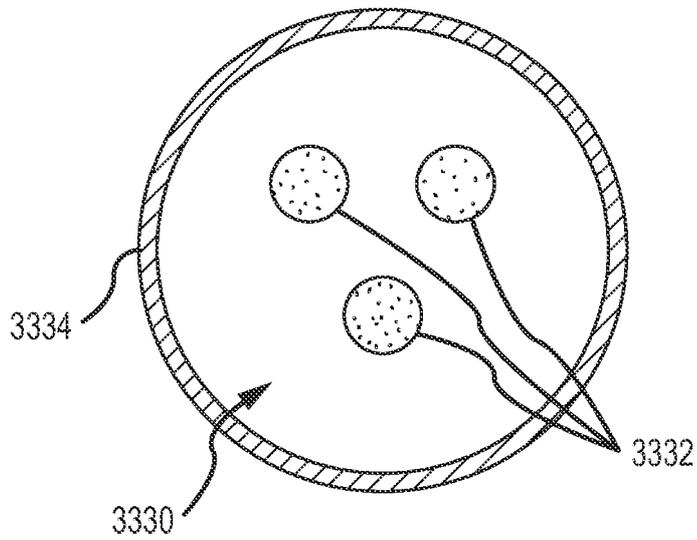


FIG.34(b)

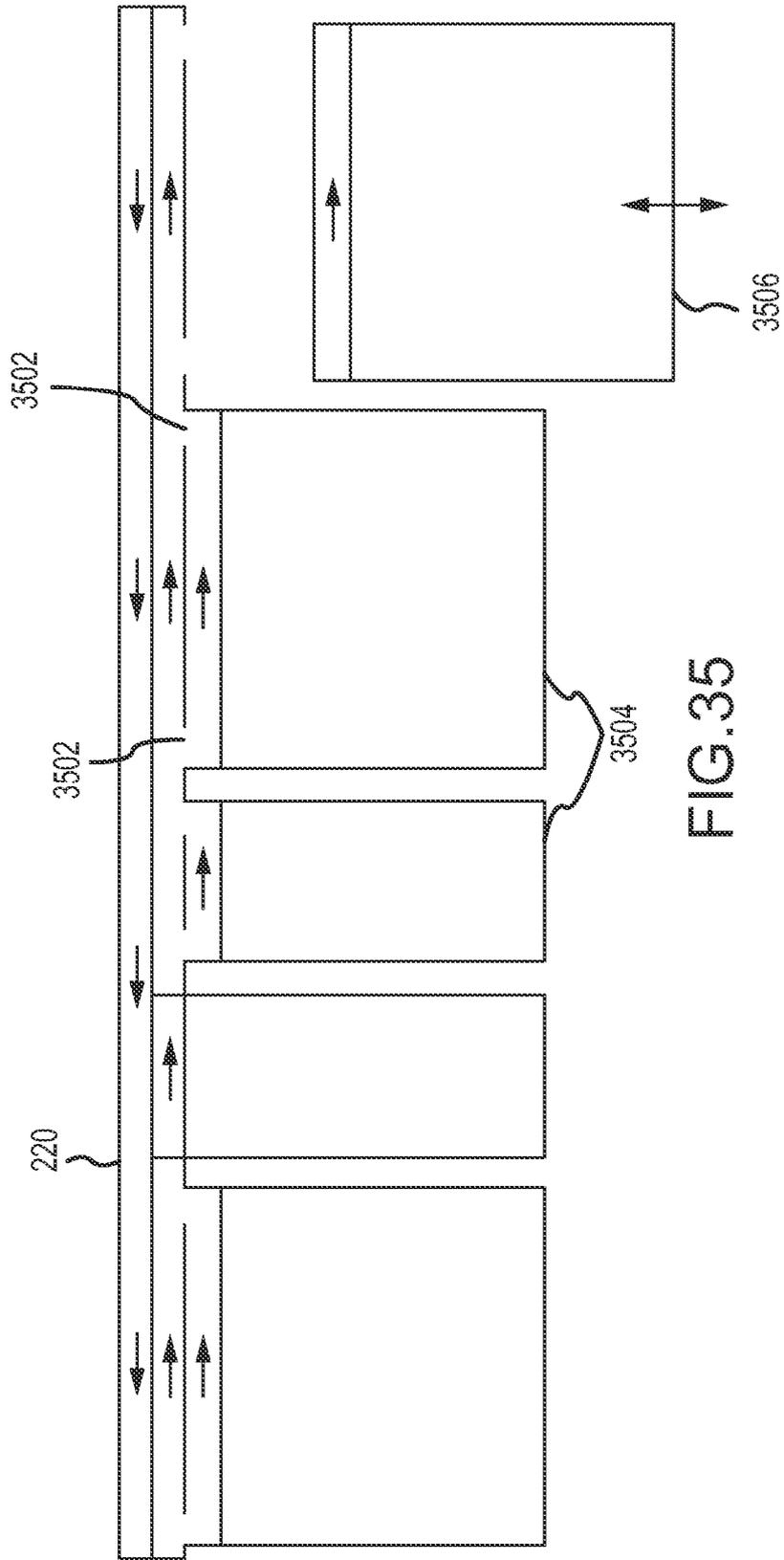
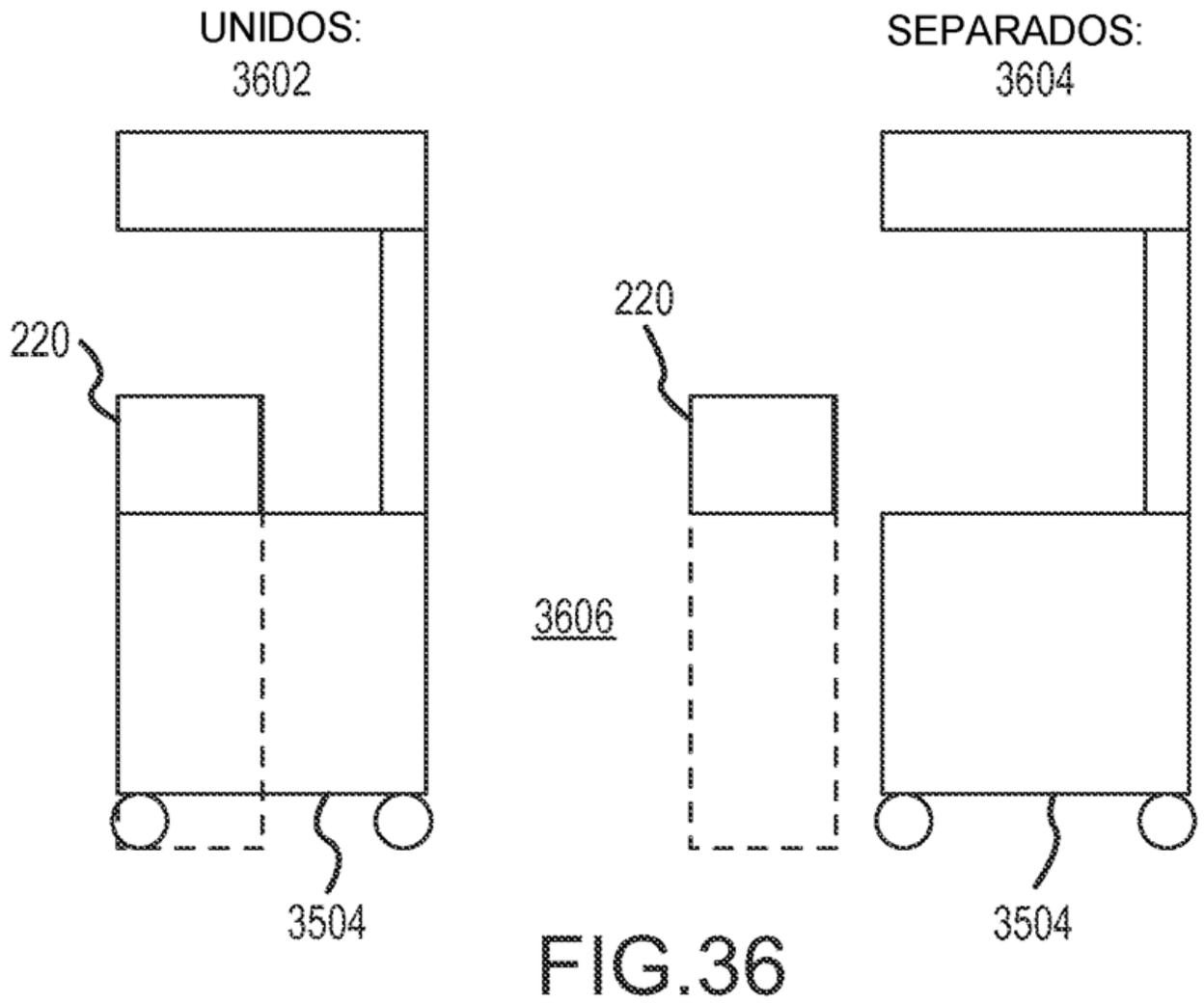
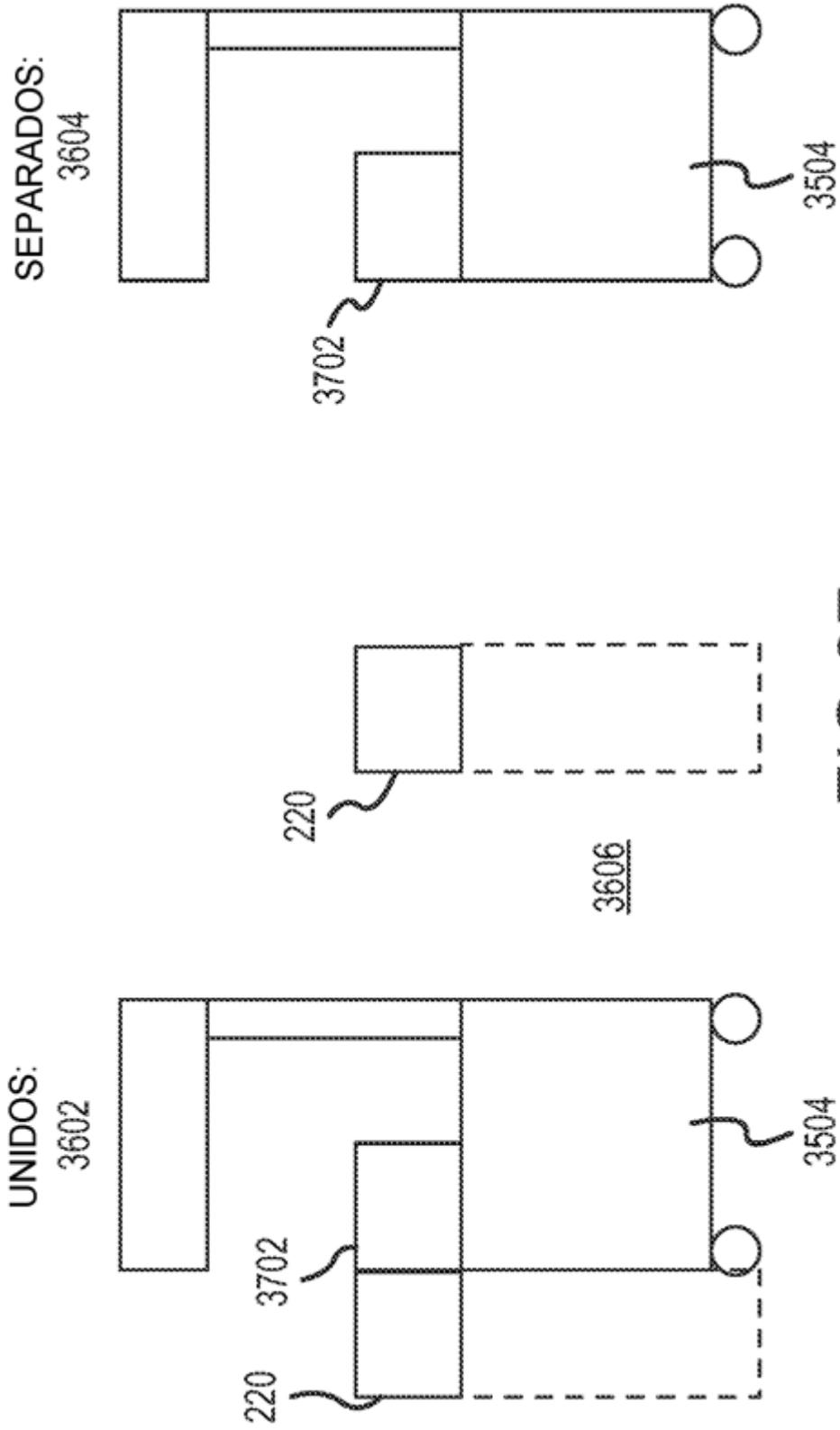


FIG.35





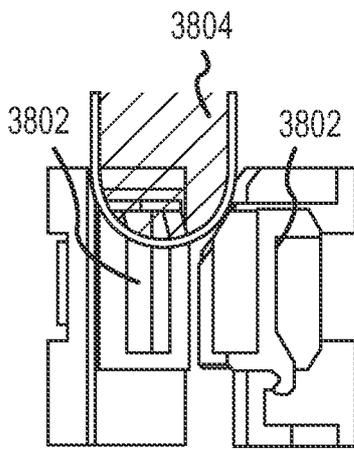


FIG. 38(a)

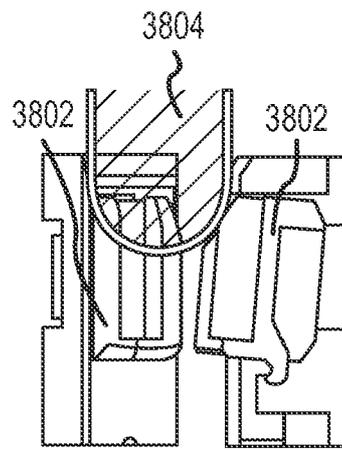


FIG. 38(b)

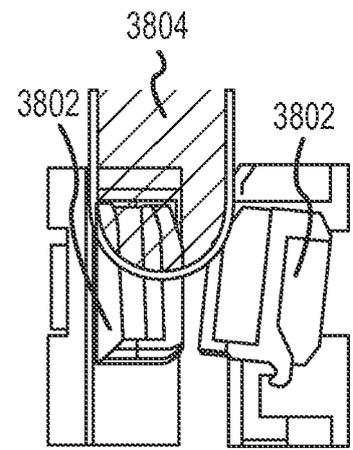


FIG. 38(c)

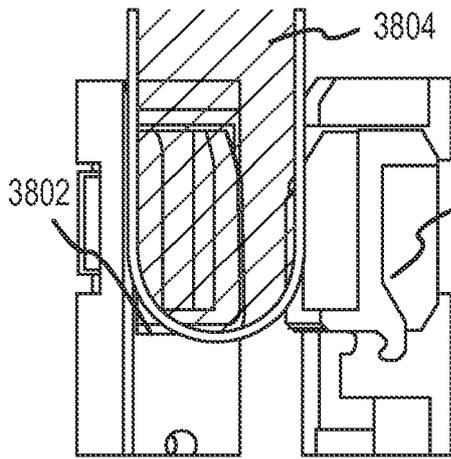


FIG. 38(d)

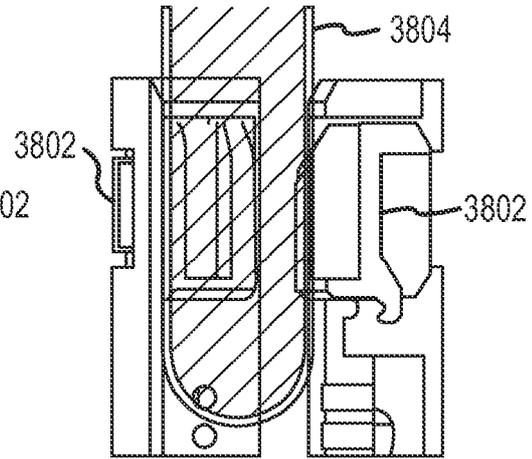


FIG. 38(e)

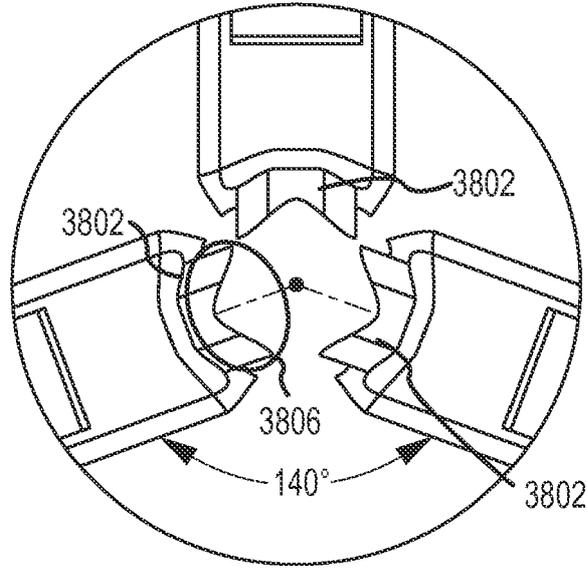


FIG.39

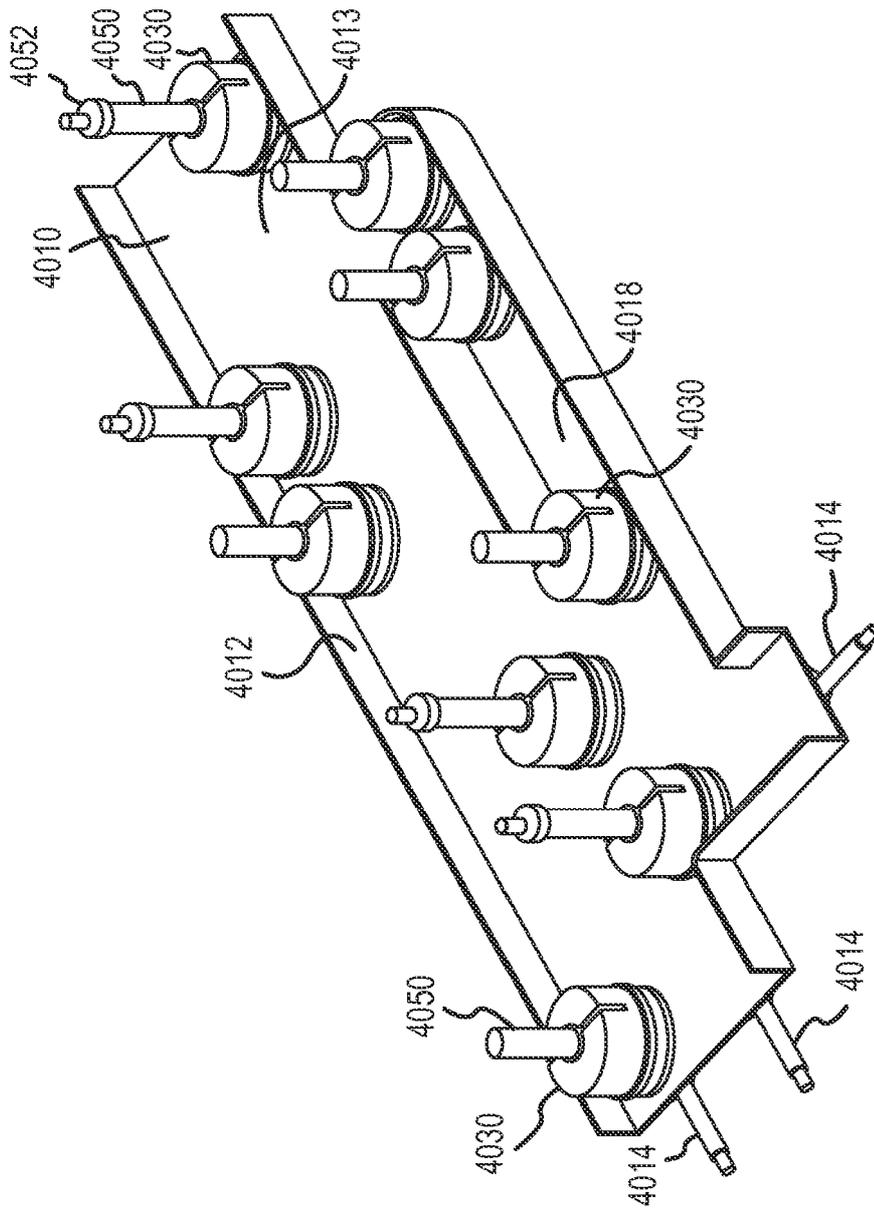


FIG.40

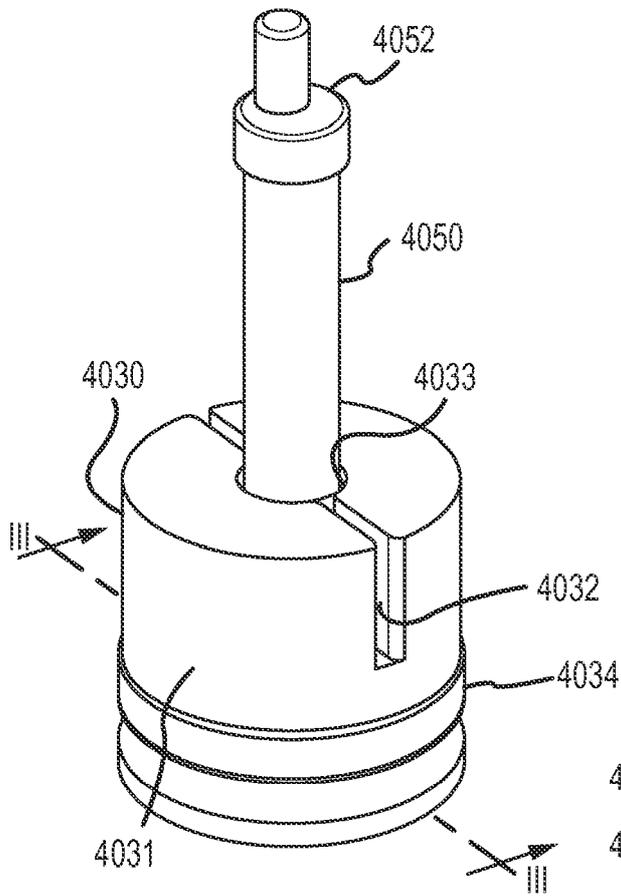


FIG. 41

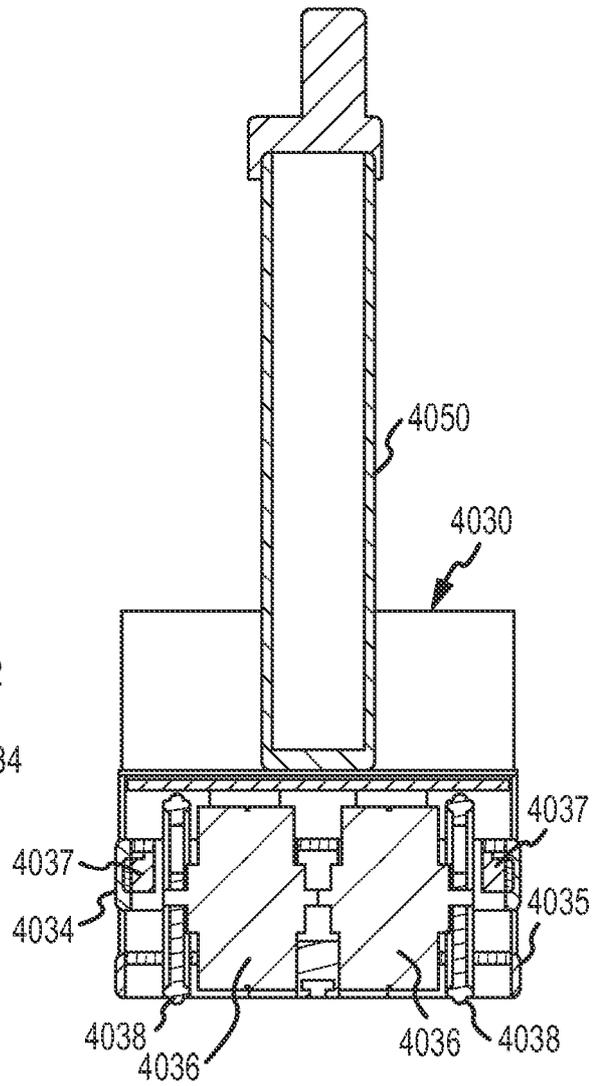


FIG. 42

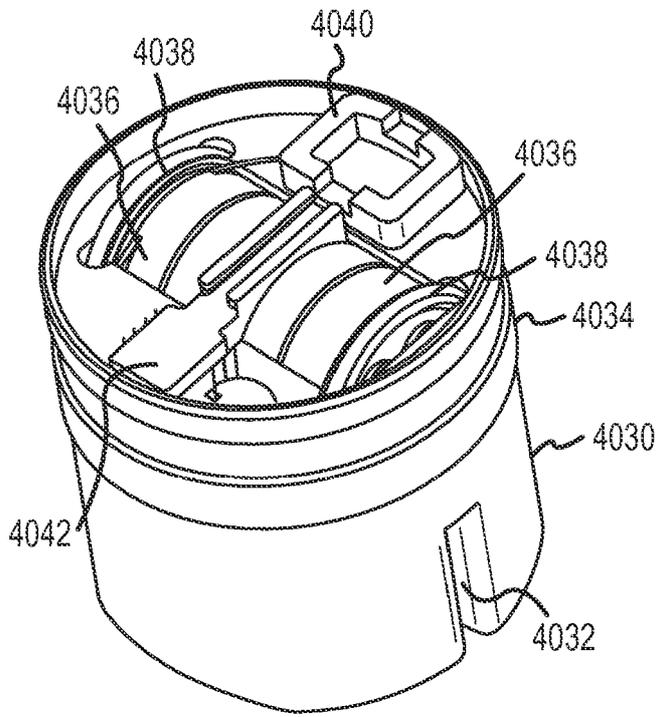


FIG. 43

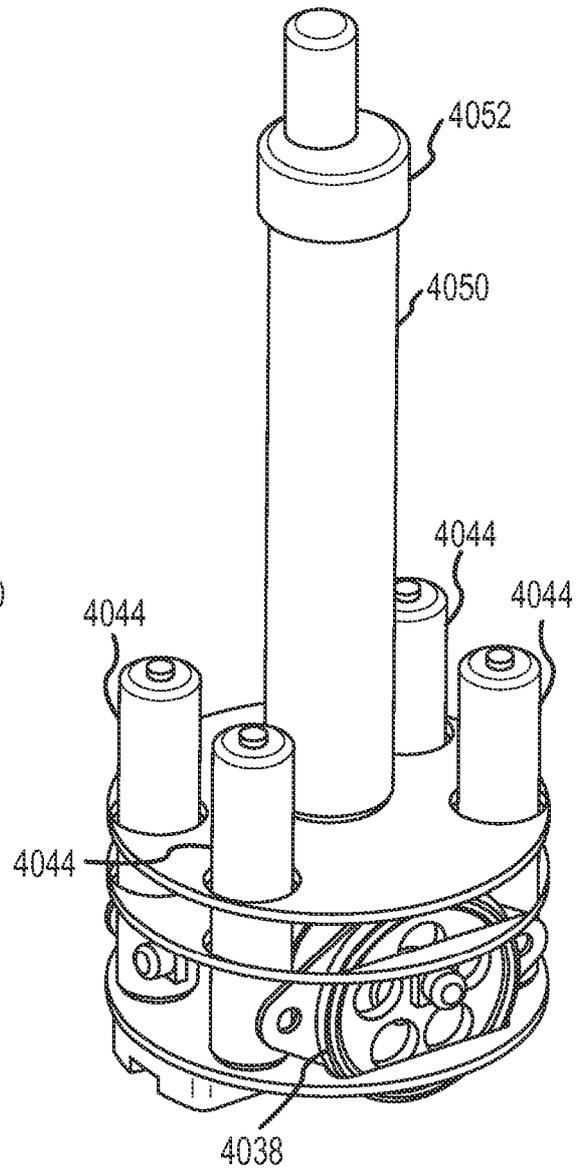


FIG. 44

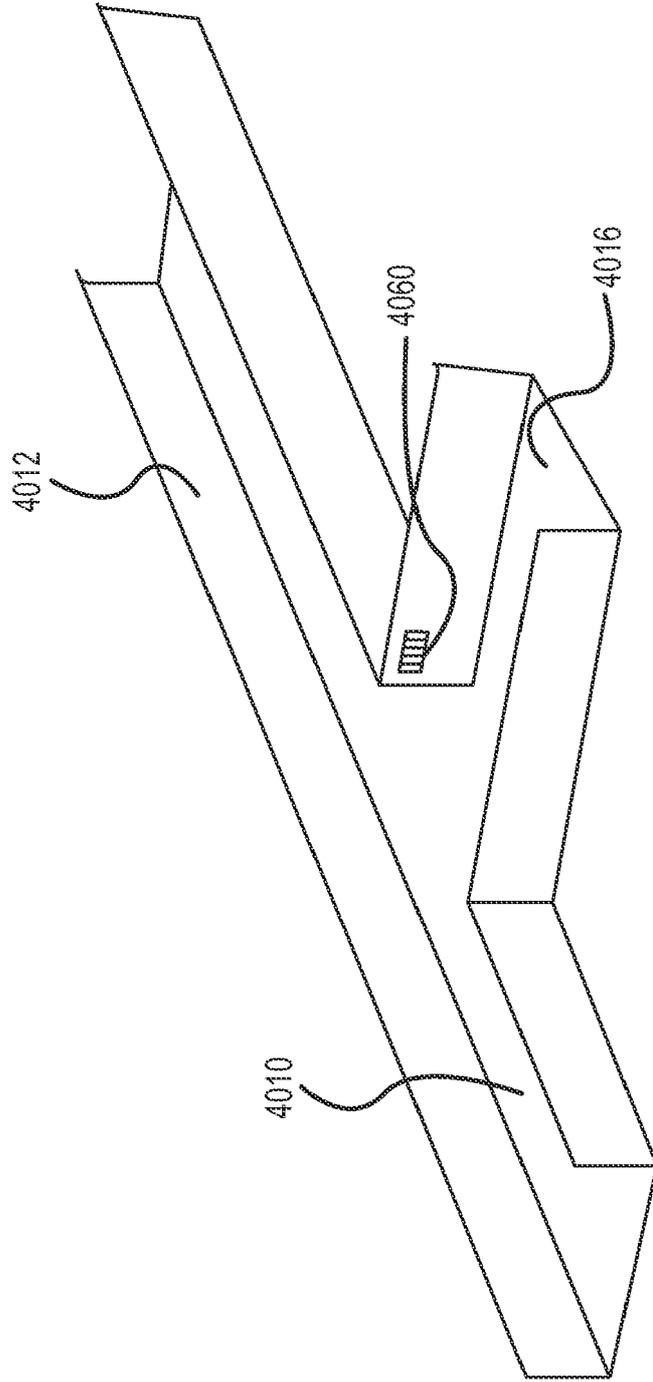


FIG.45

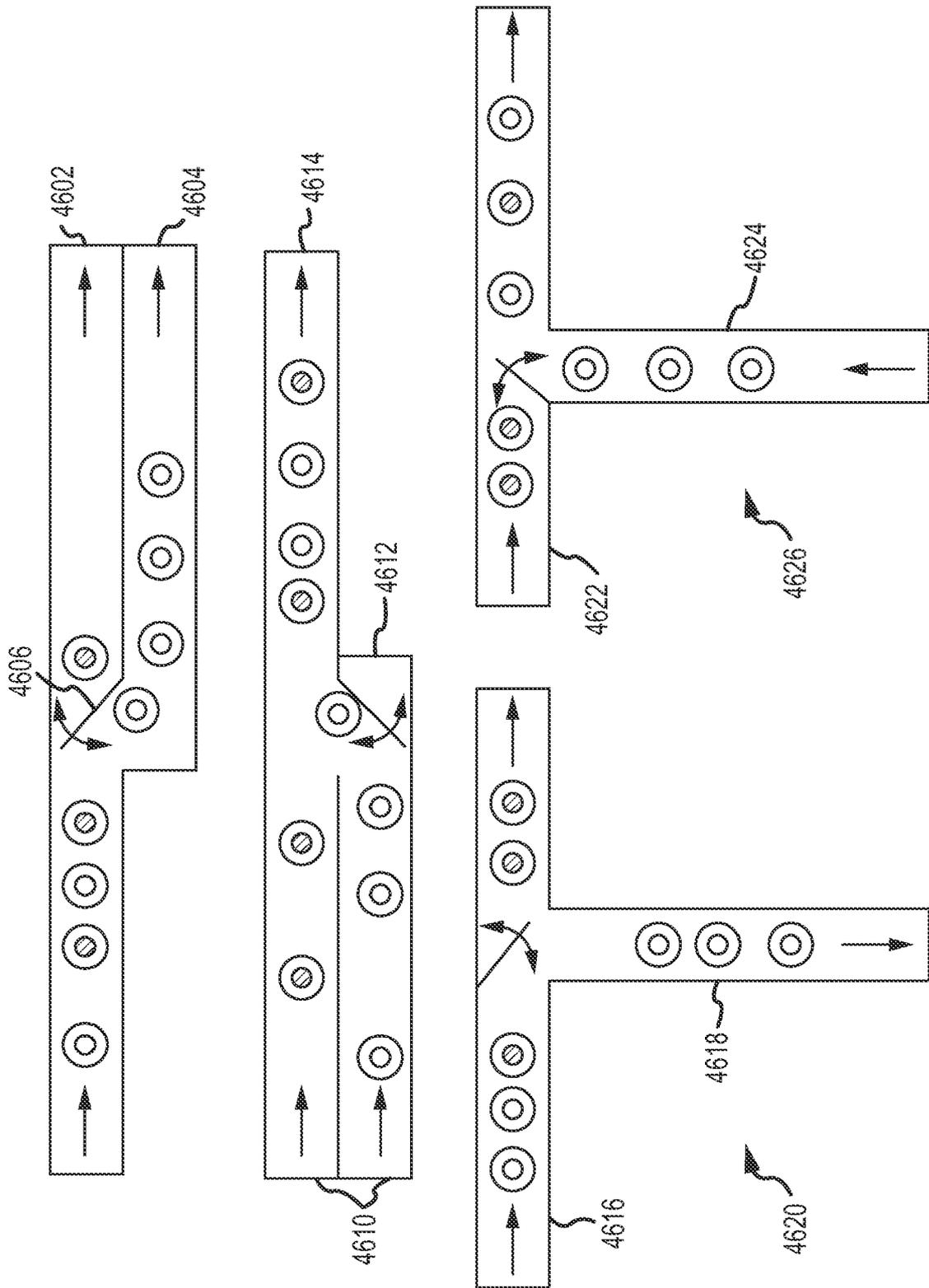


FIG. 46

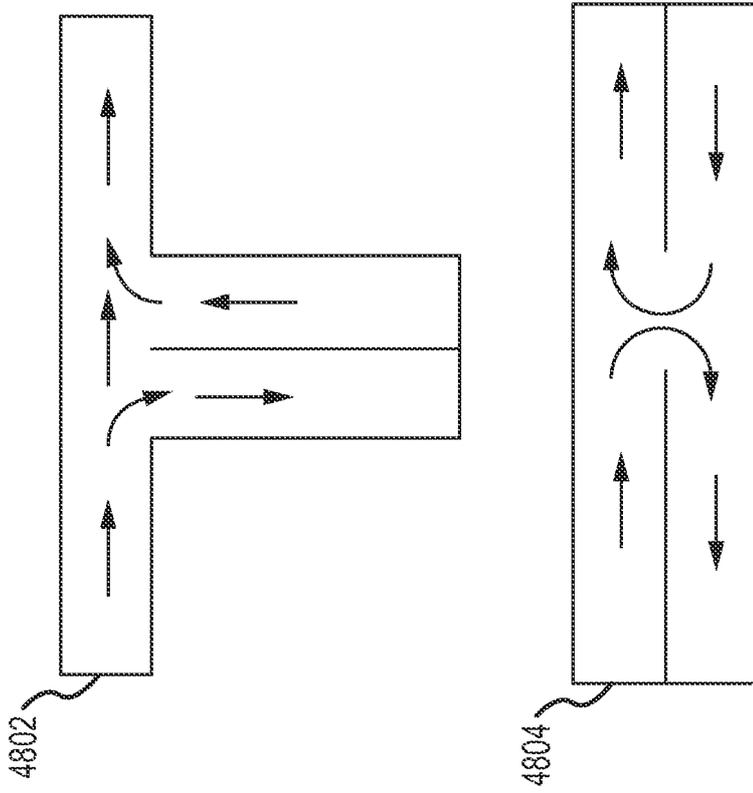


FIG.48

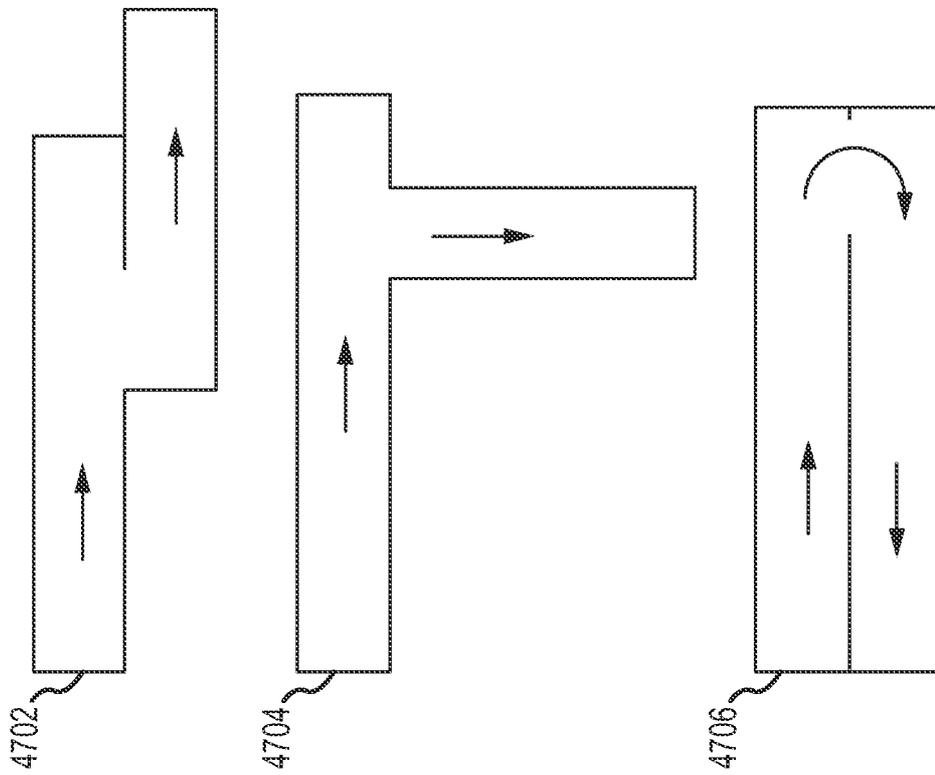


FIG.47

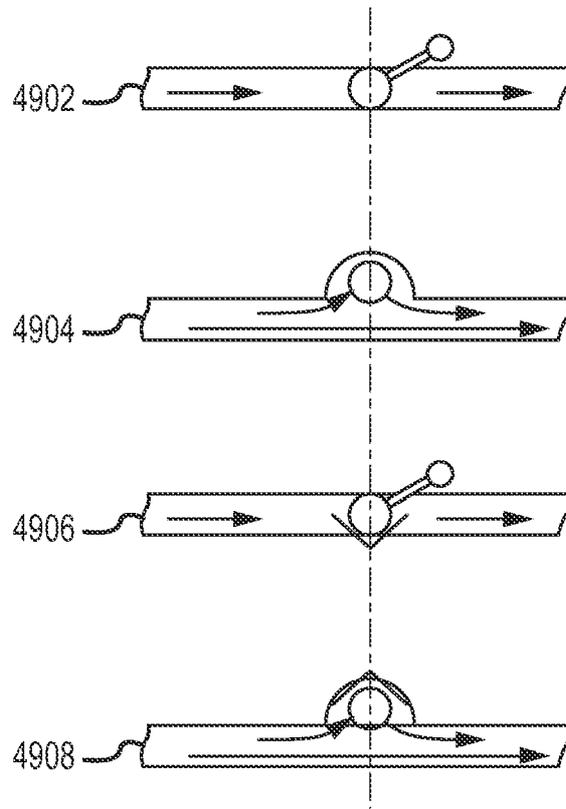


FIG.49

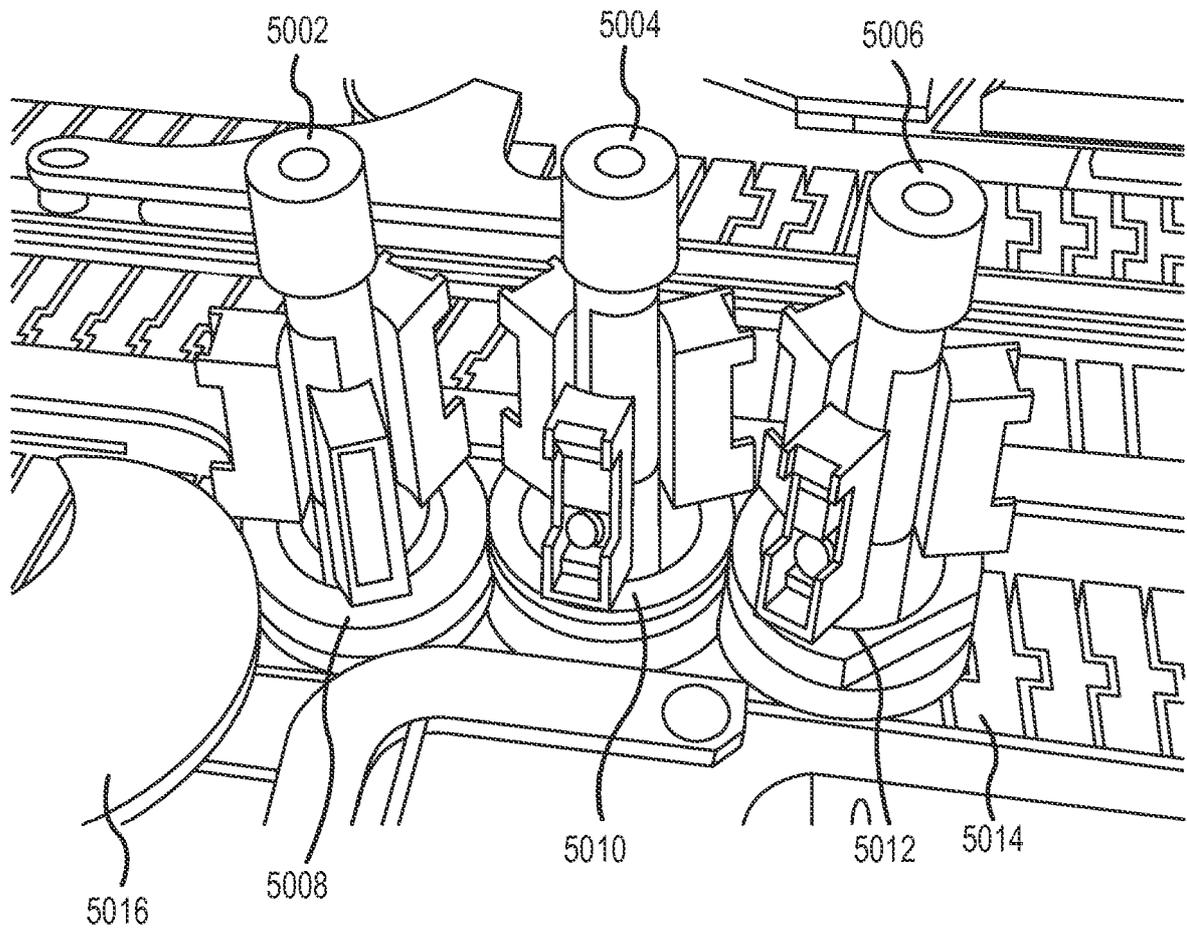


FIG.50

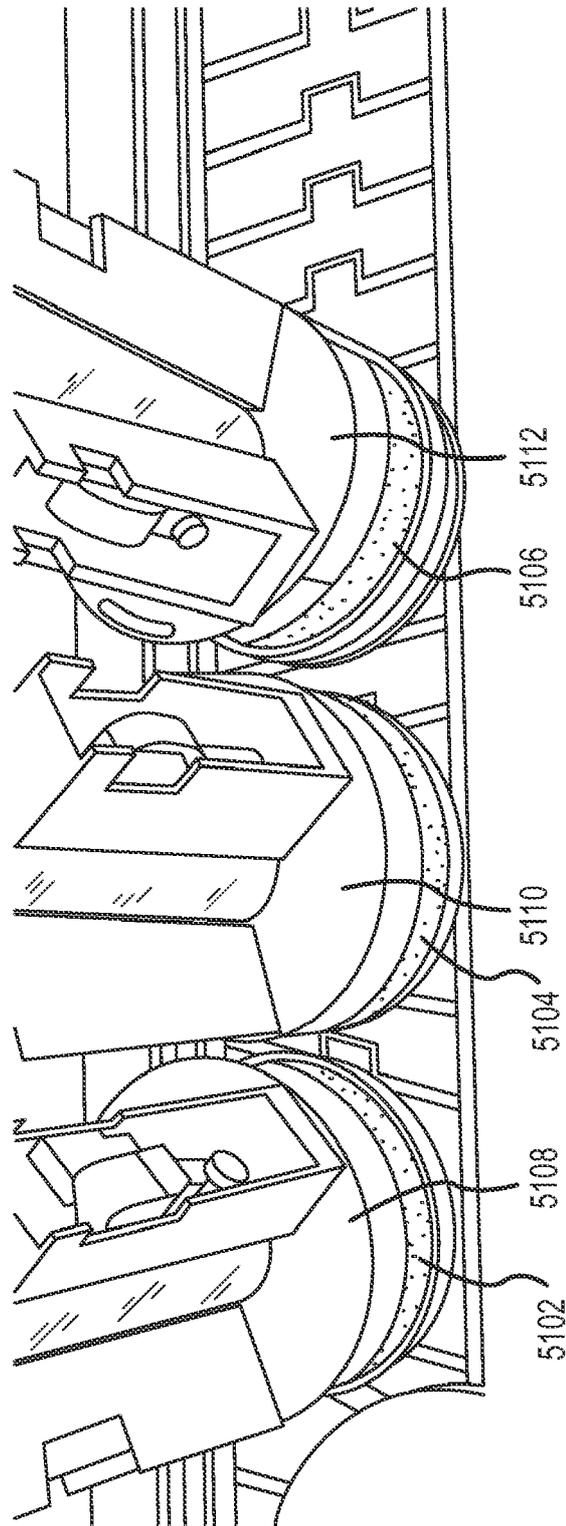
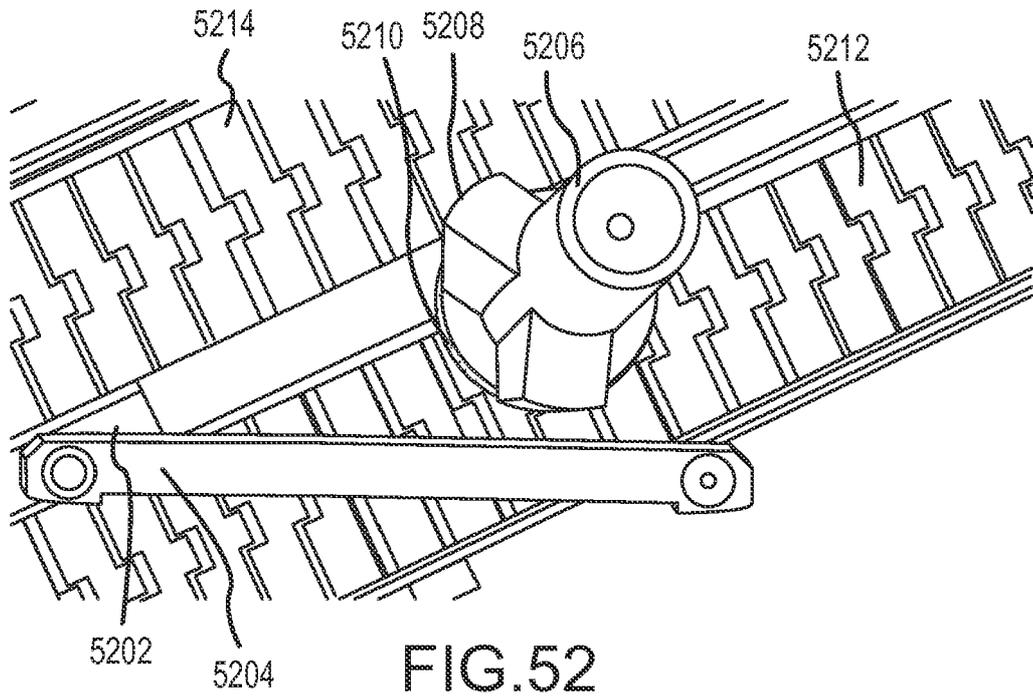


FIG.51



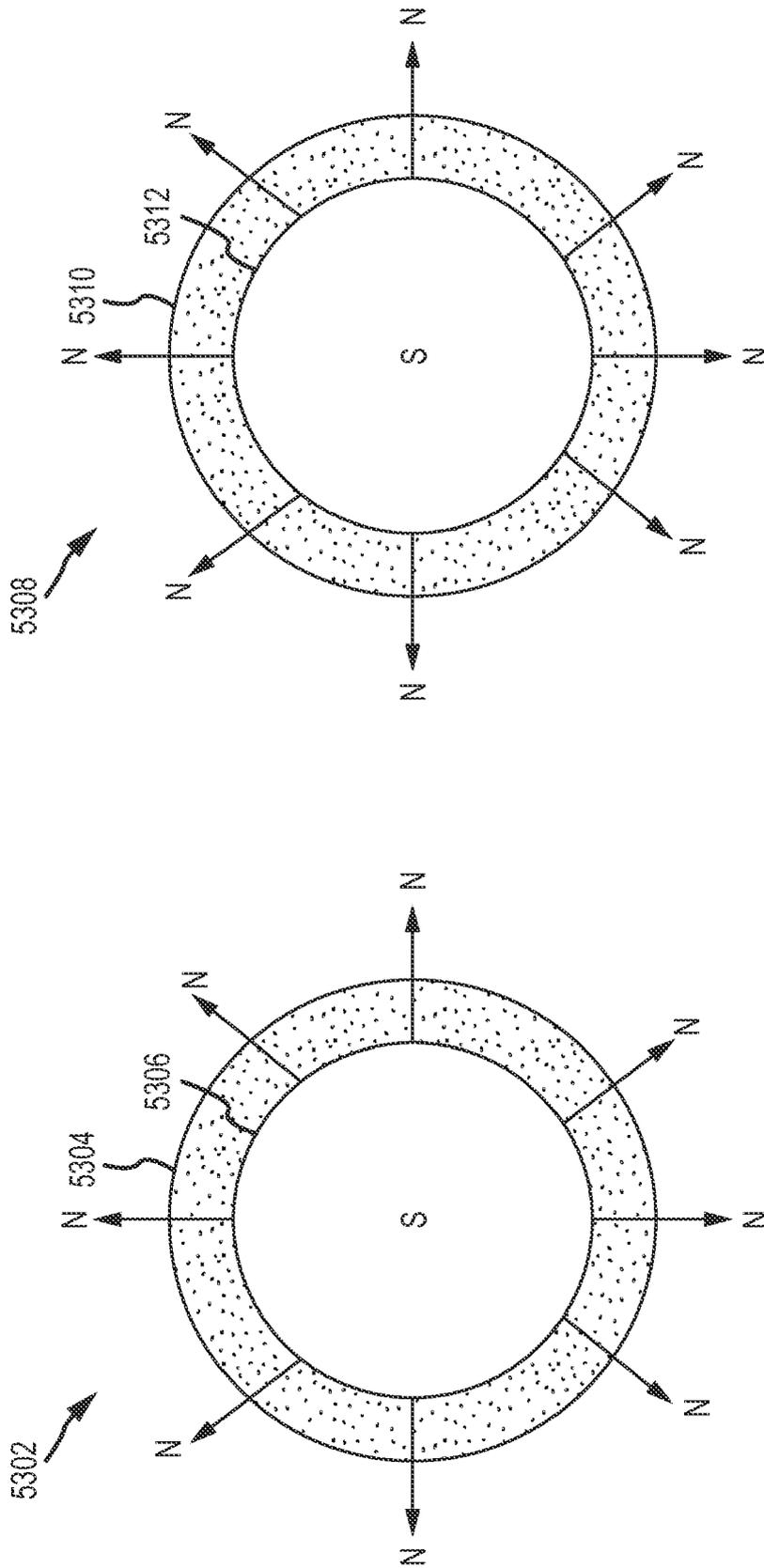


FIG.53

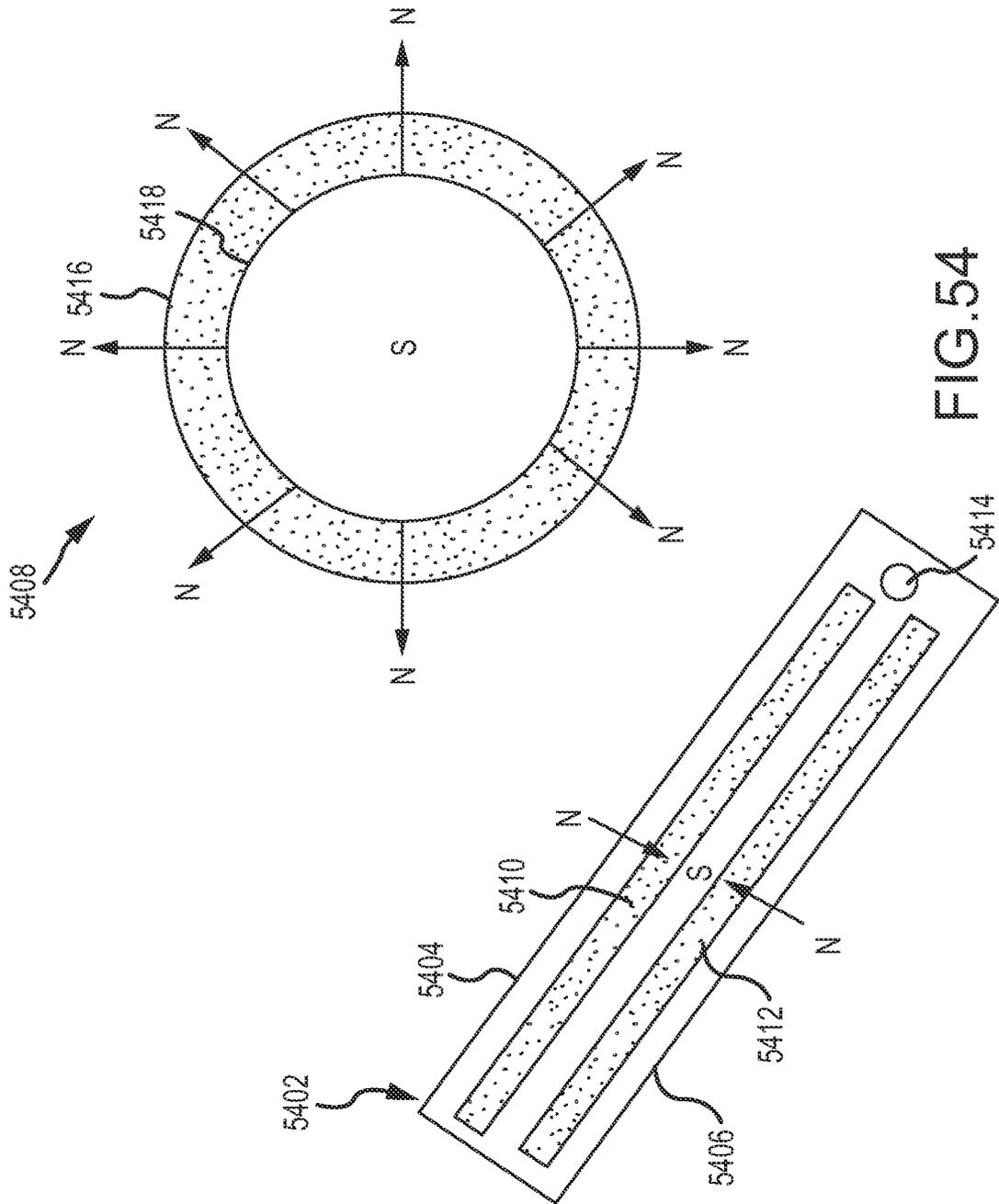


FIG.54

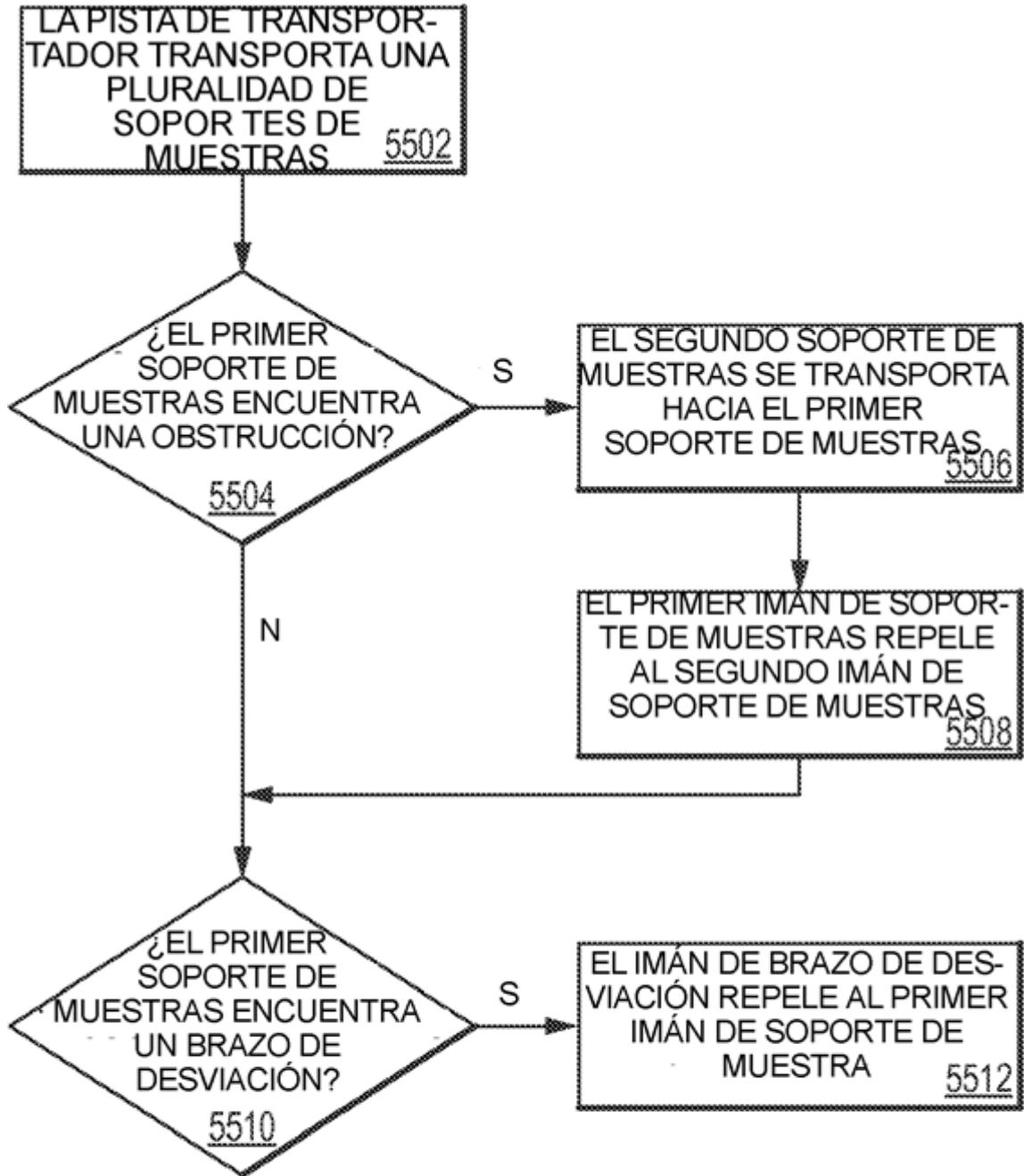


FIG.55



FIG.56

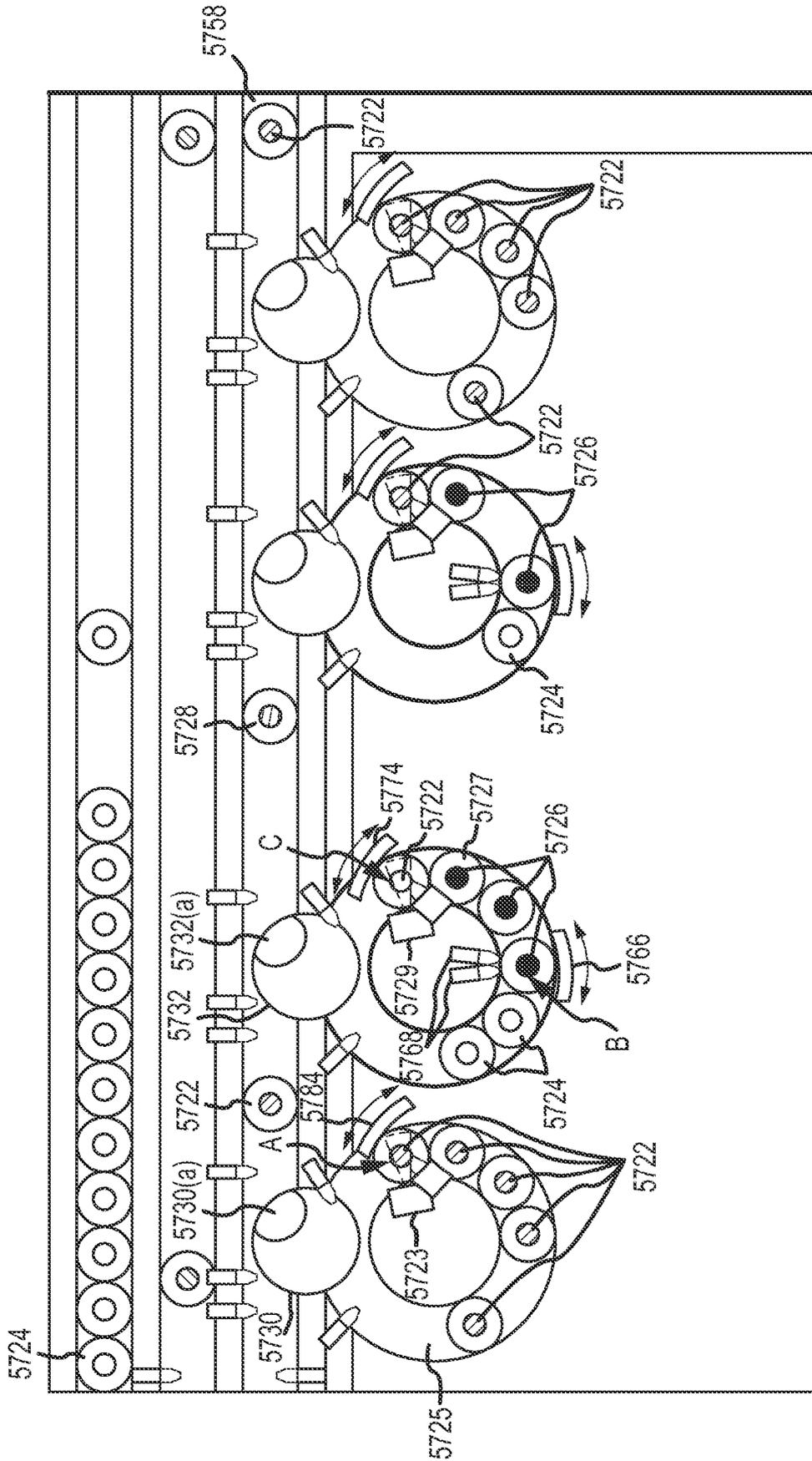
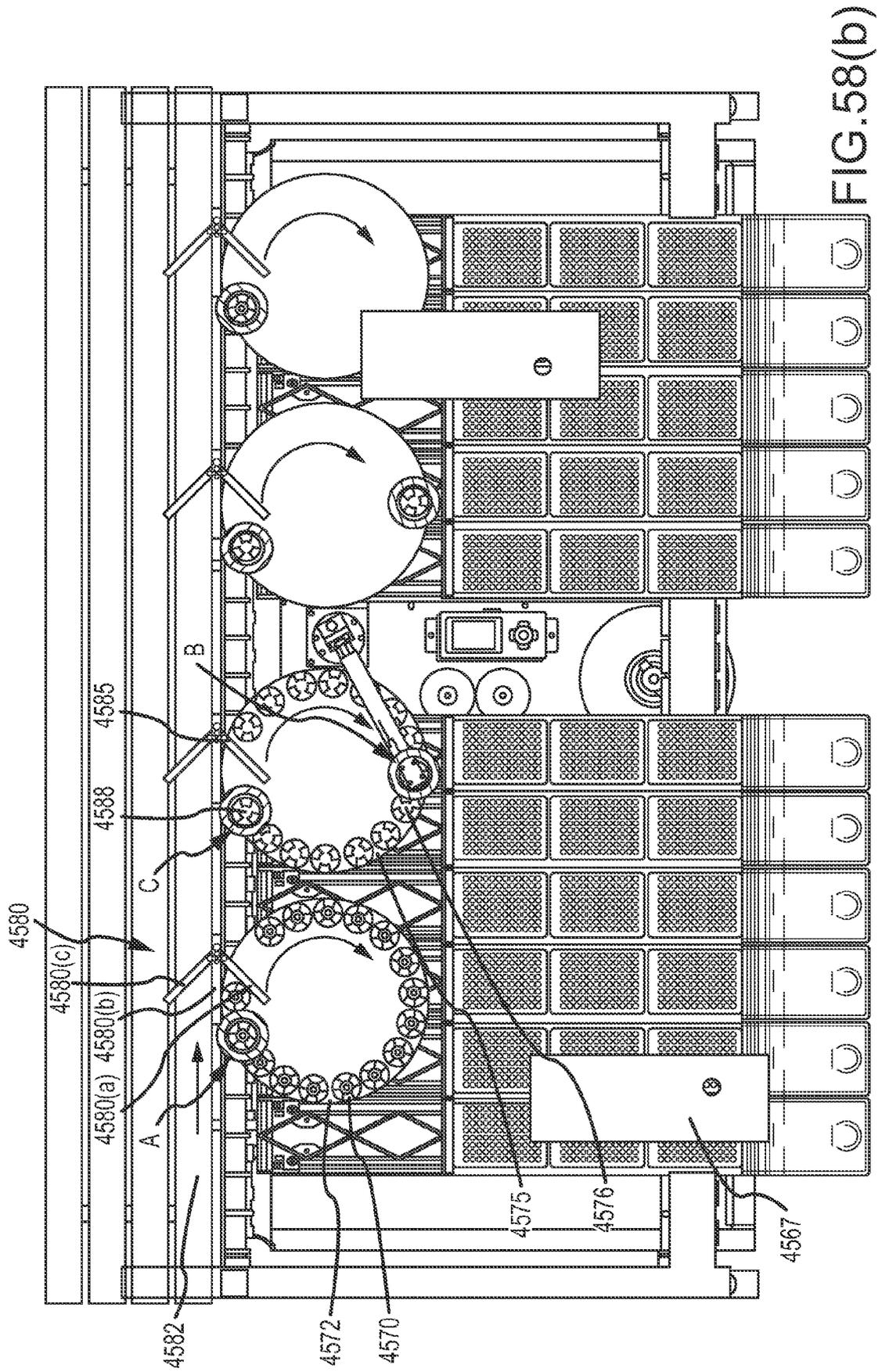


FIG.58(a)



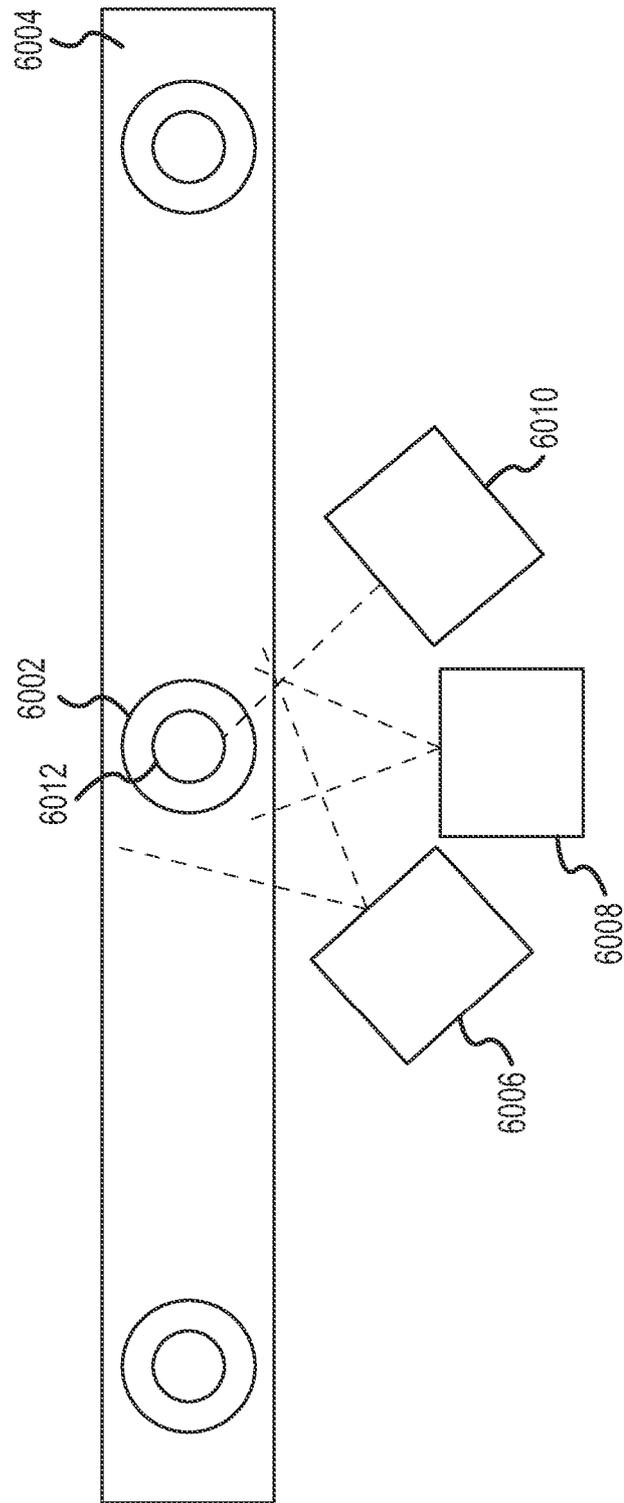


FIG. 60

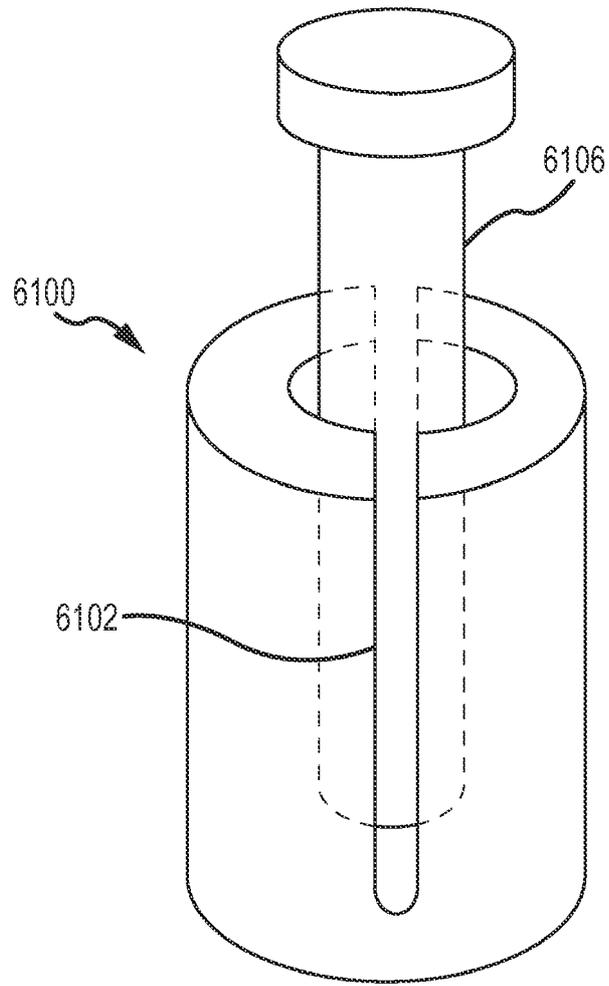


FIG.61

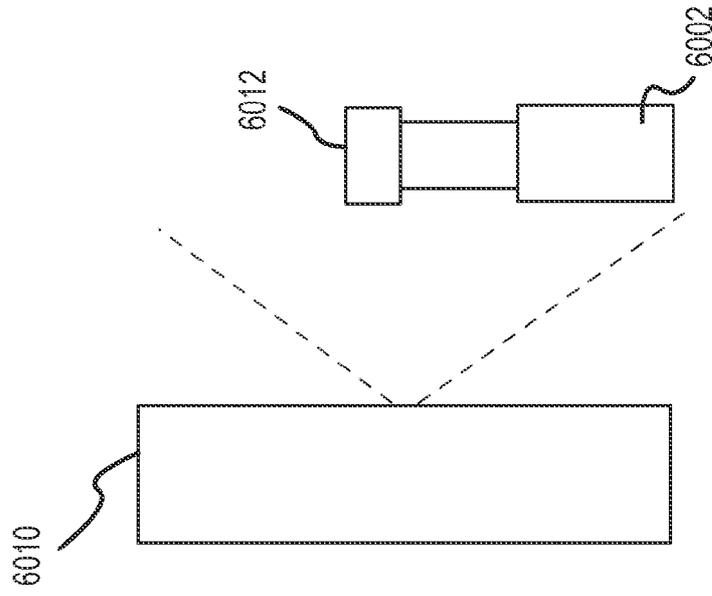


FIG. 62(c)

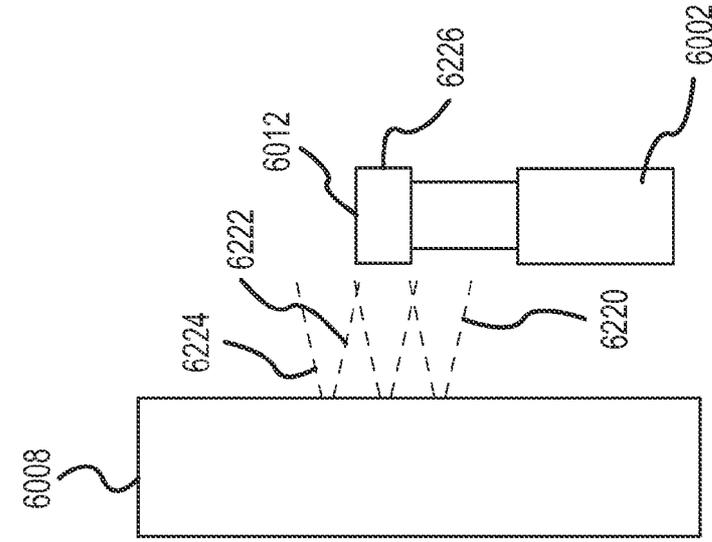


FIG. 62(b)

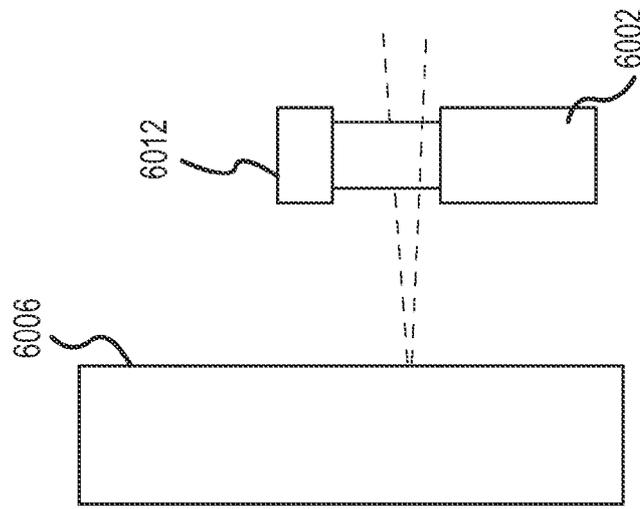


FIG. 62(a)

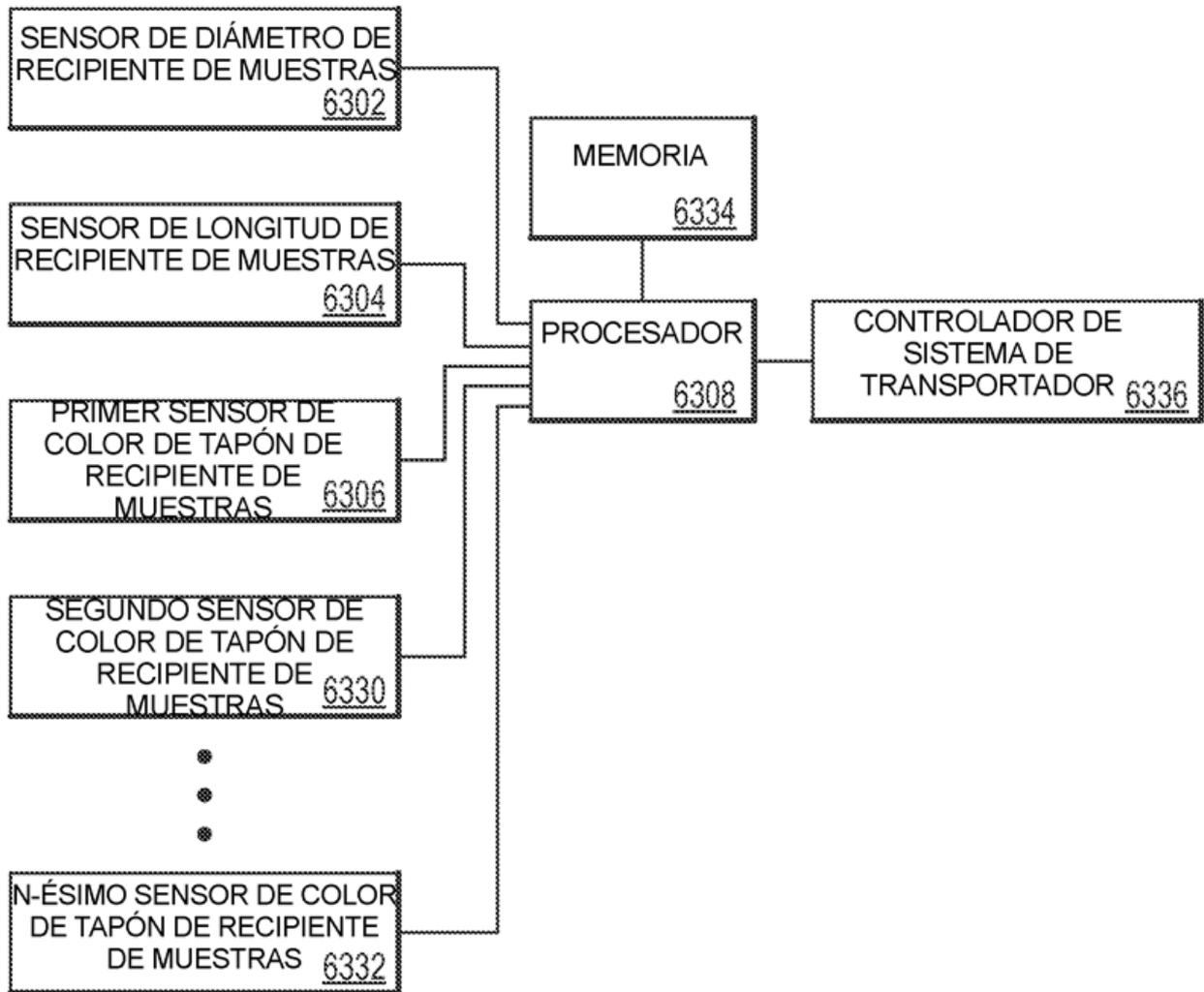


FIG.63

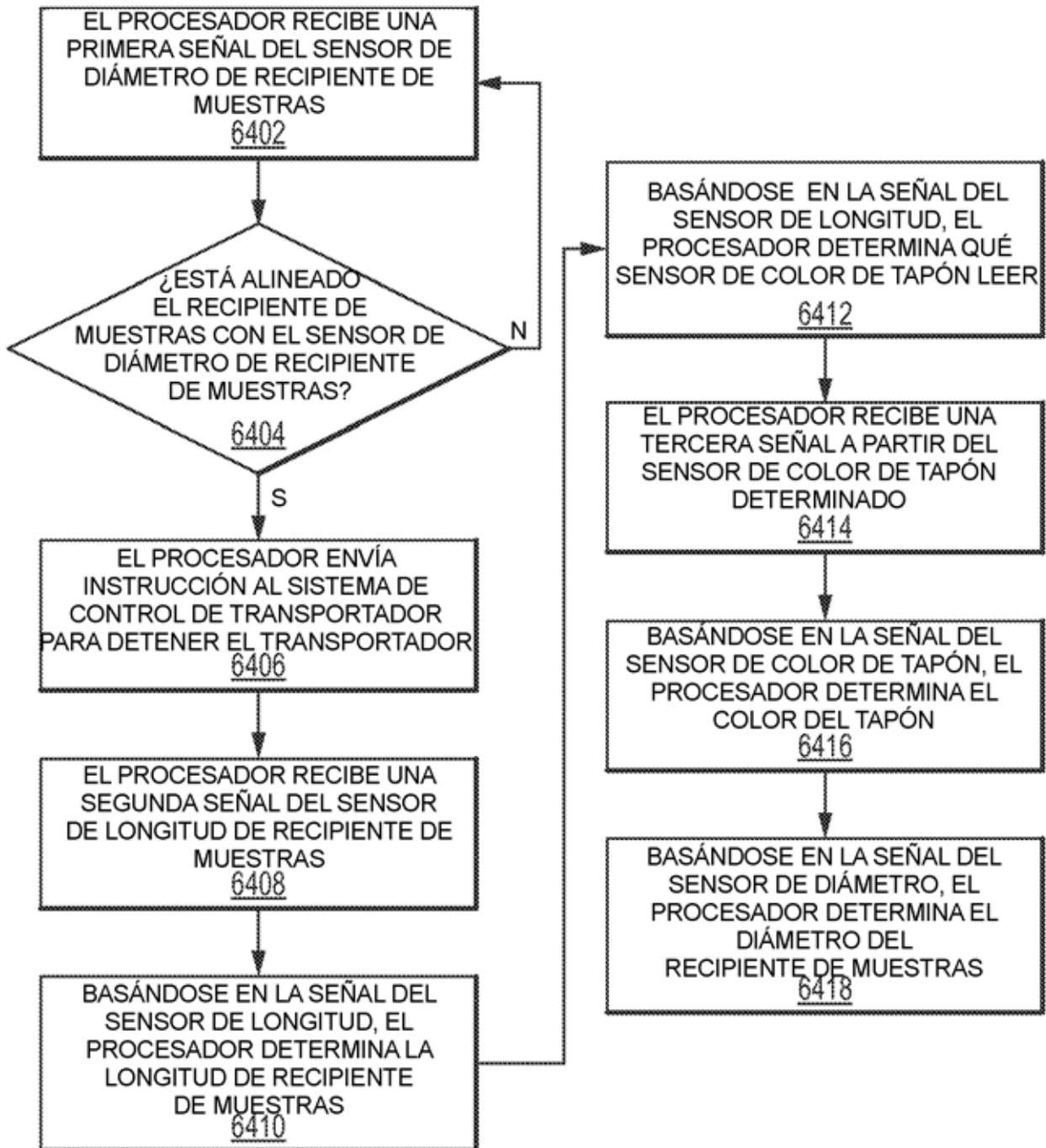


FIG.64

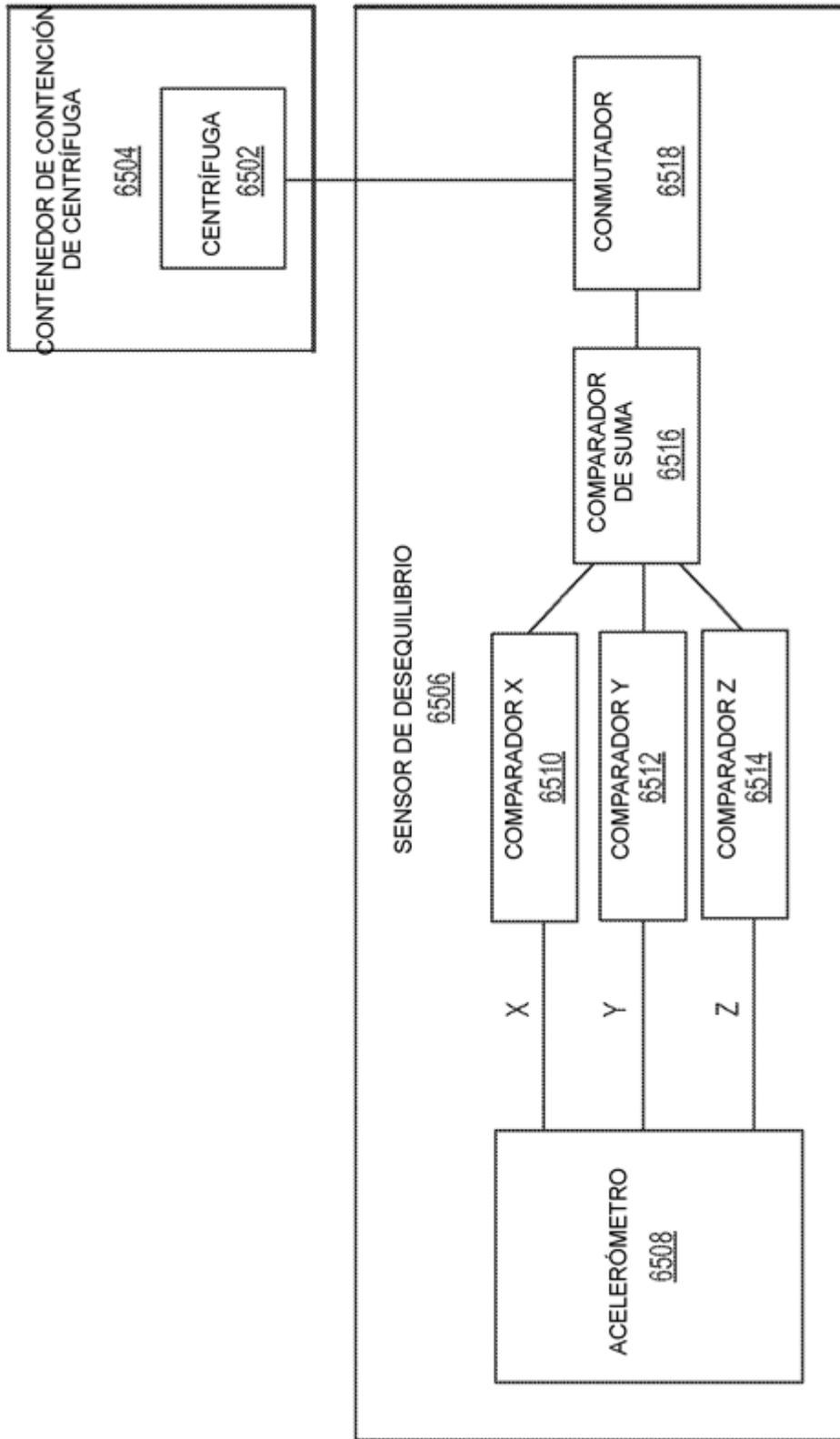


FIG.65

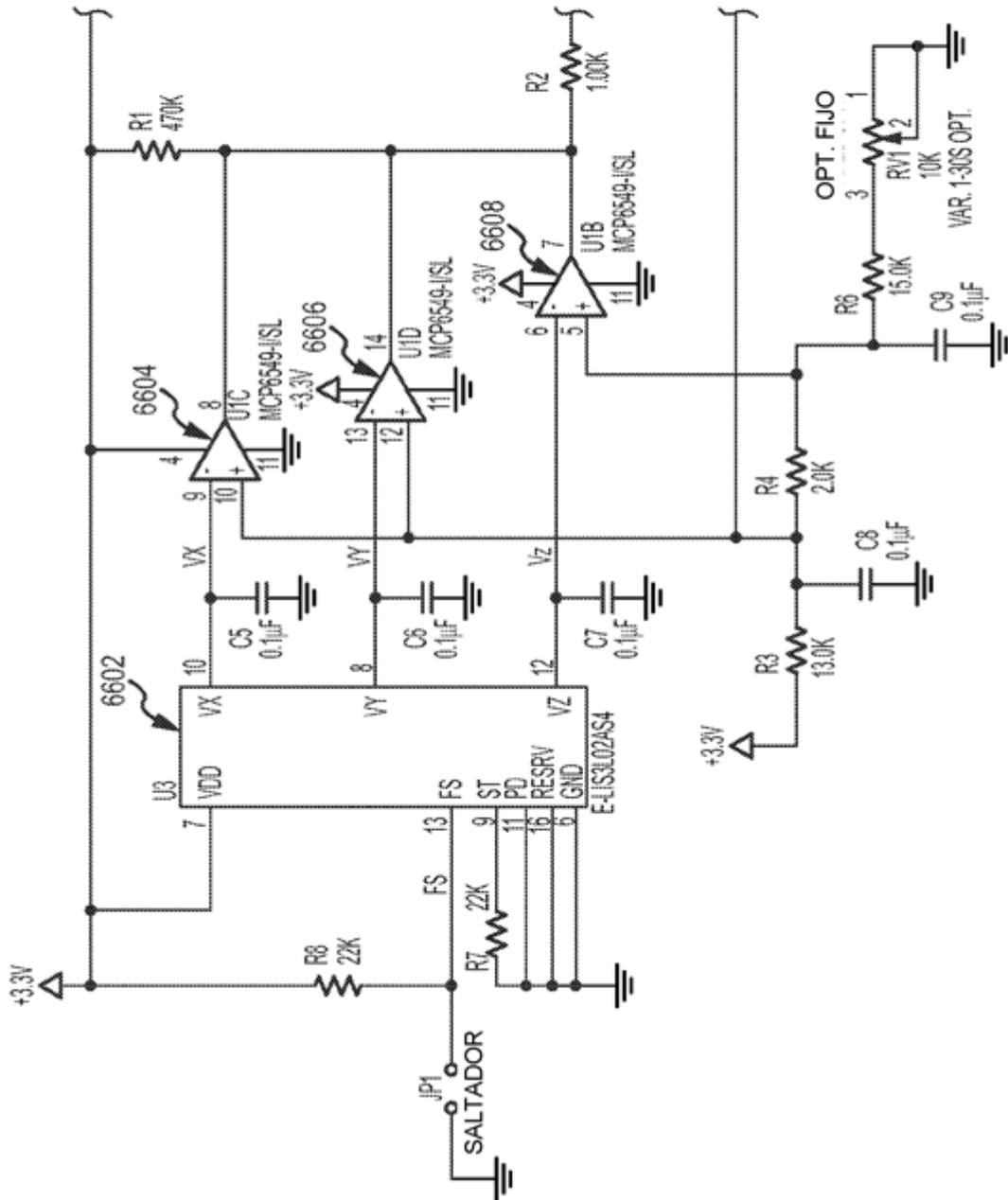


FIG.66(a)

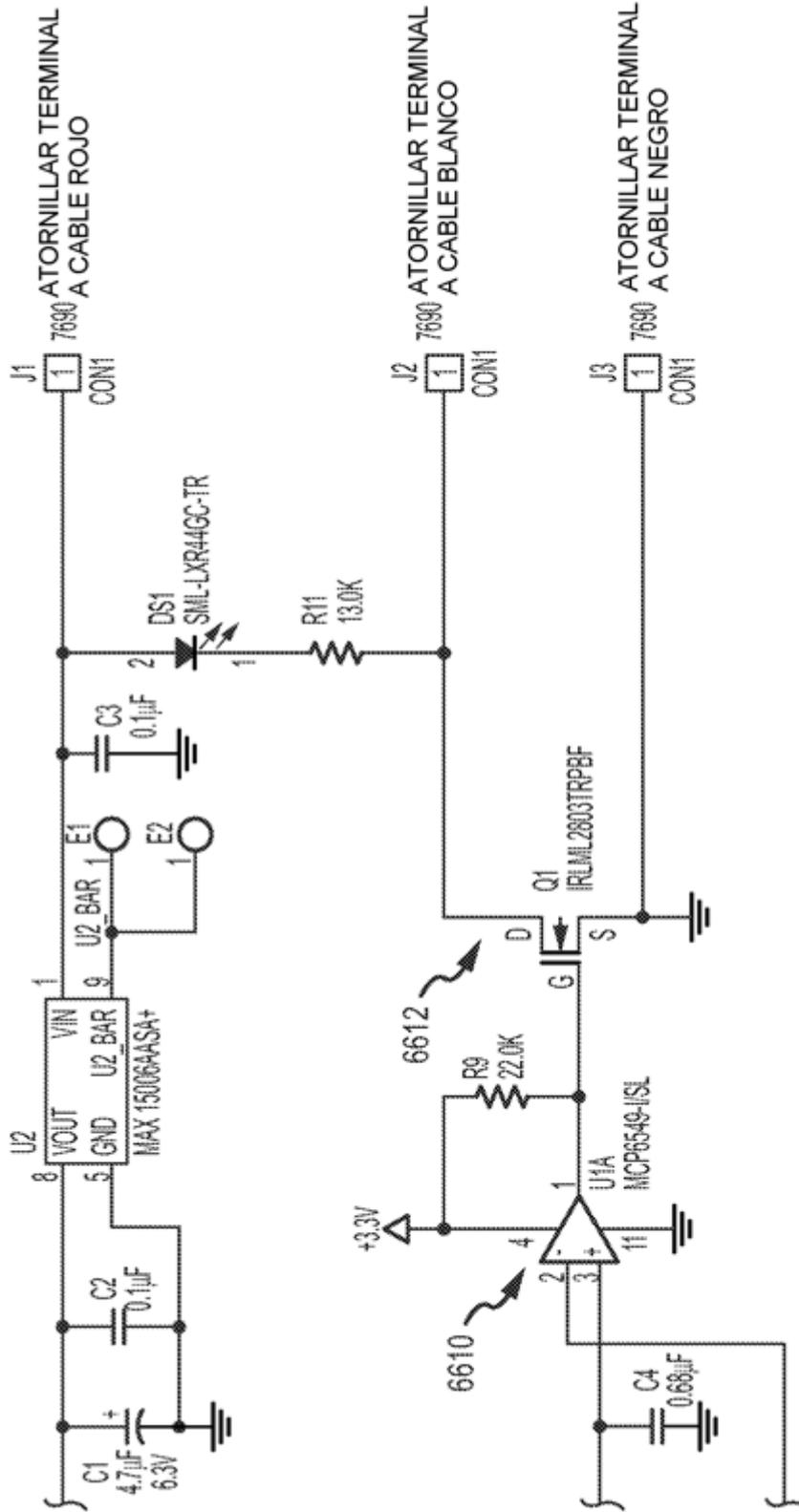


FIG.66(b)

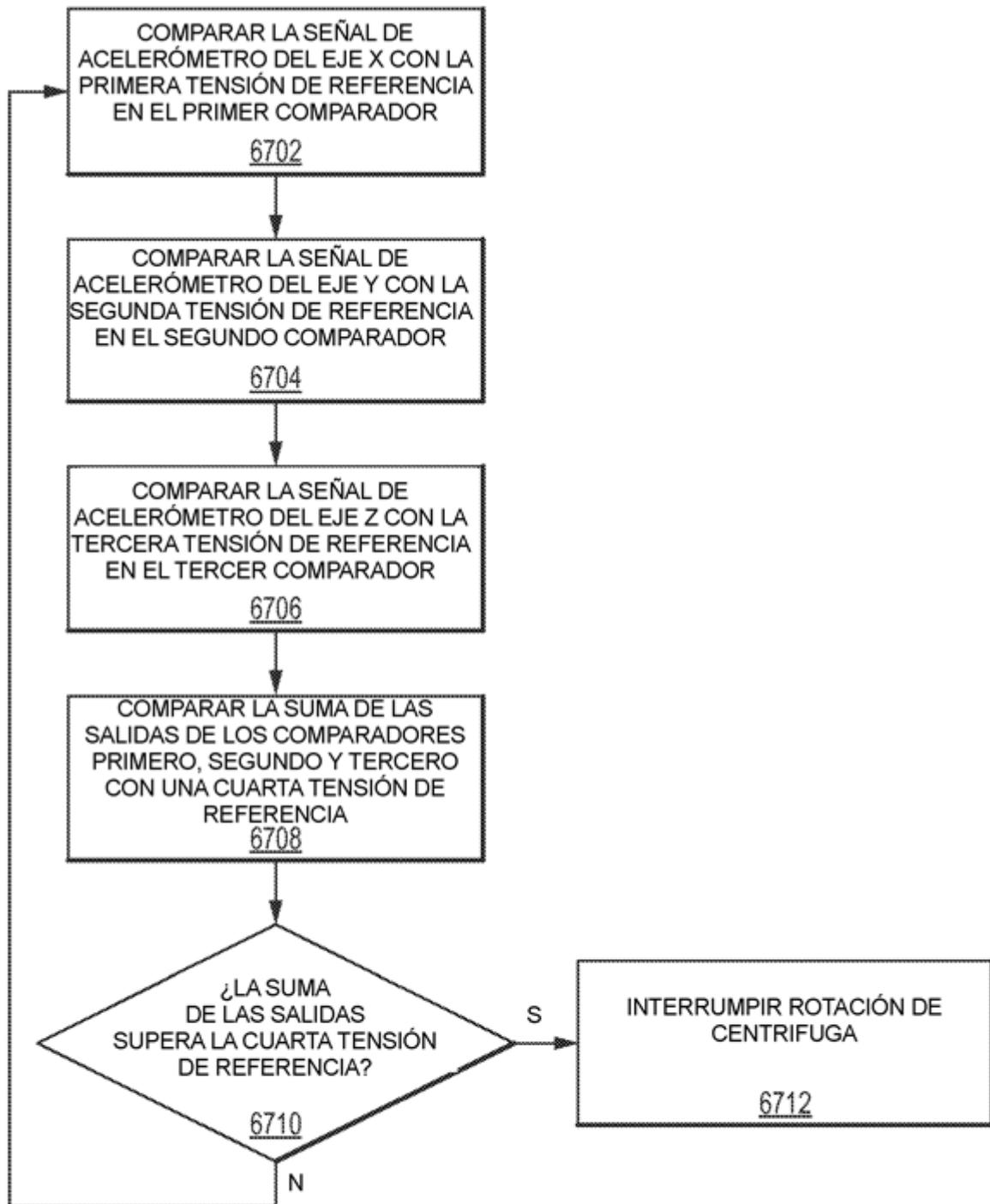


FIG.67

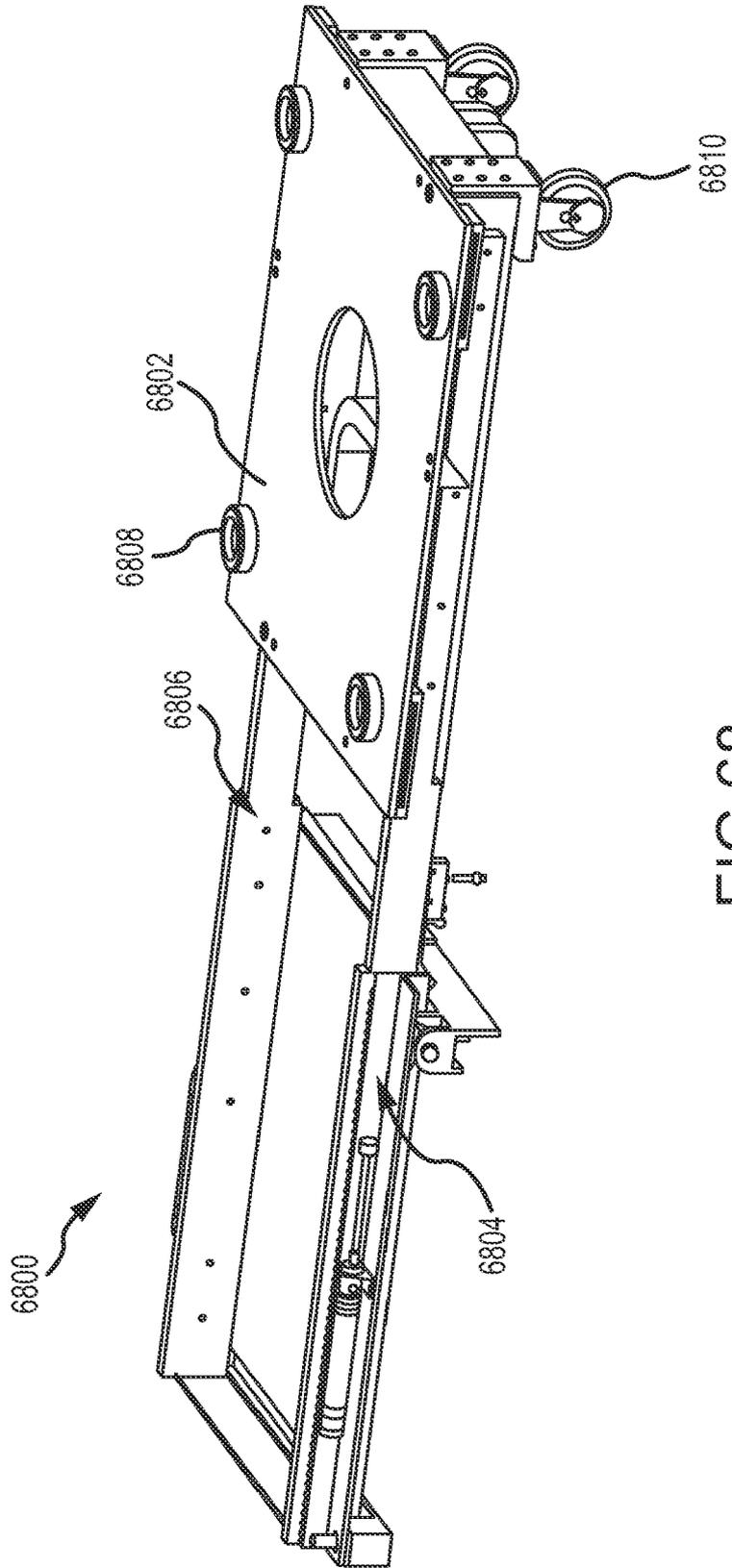


FIG.68

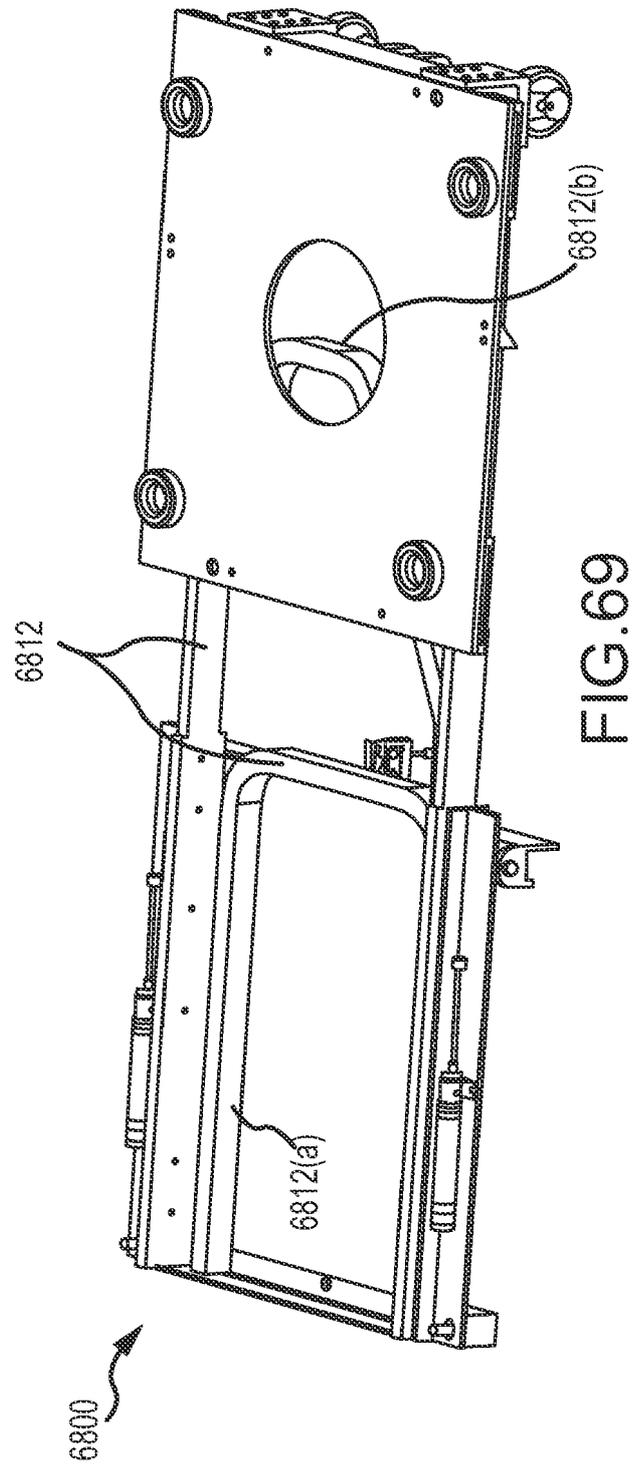


FIG.69

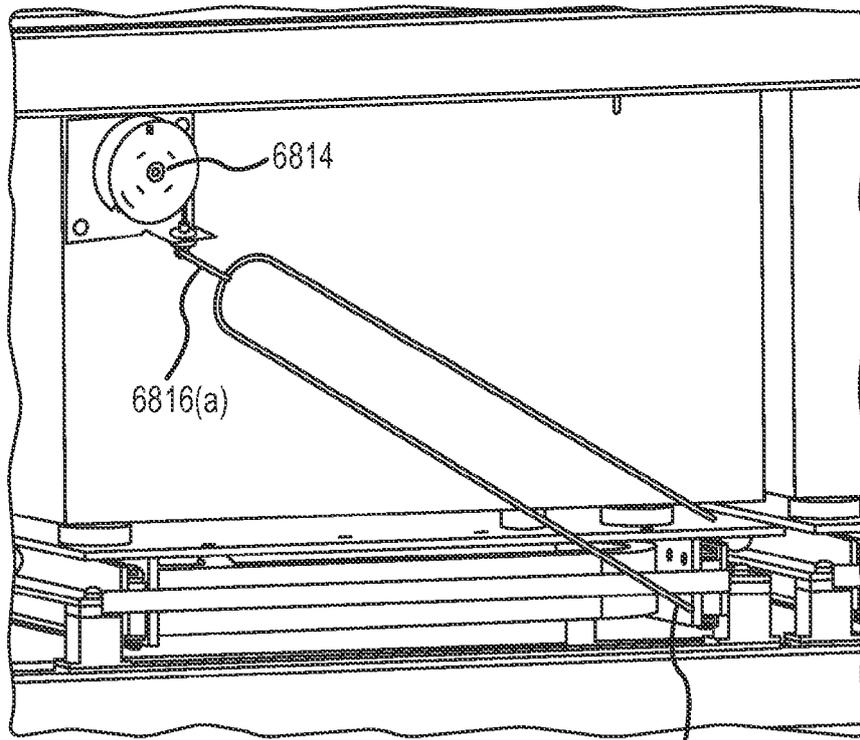


FIG. 70(a) 6818

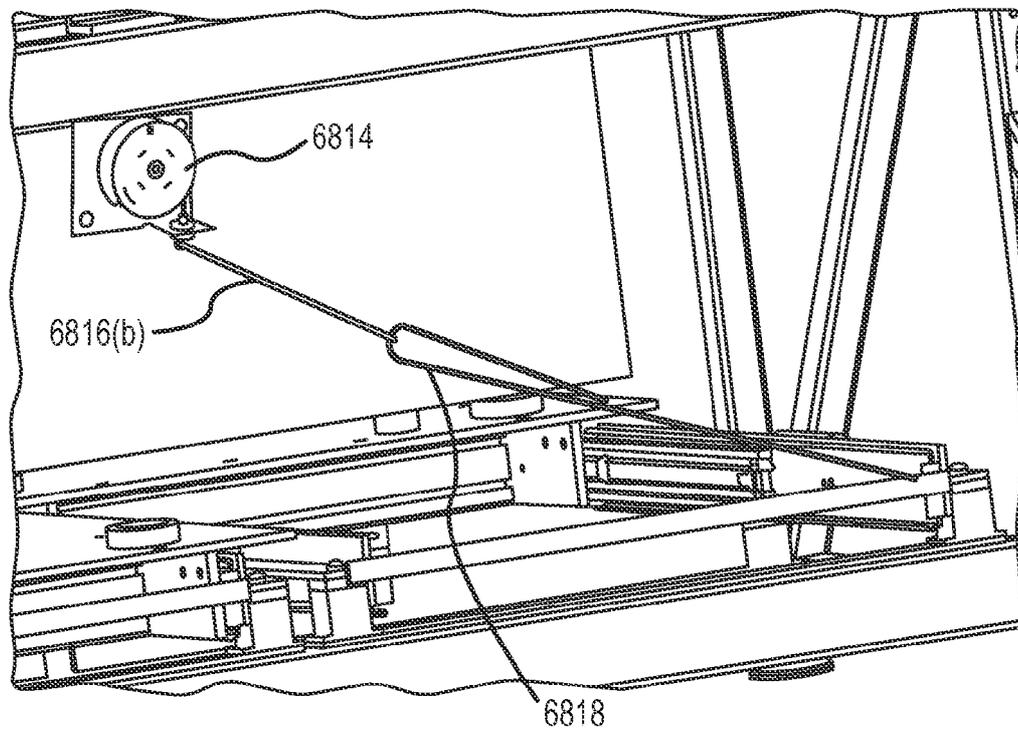


FIG. 70(b)

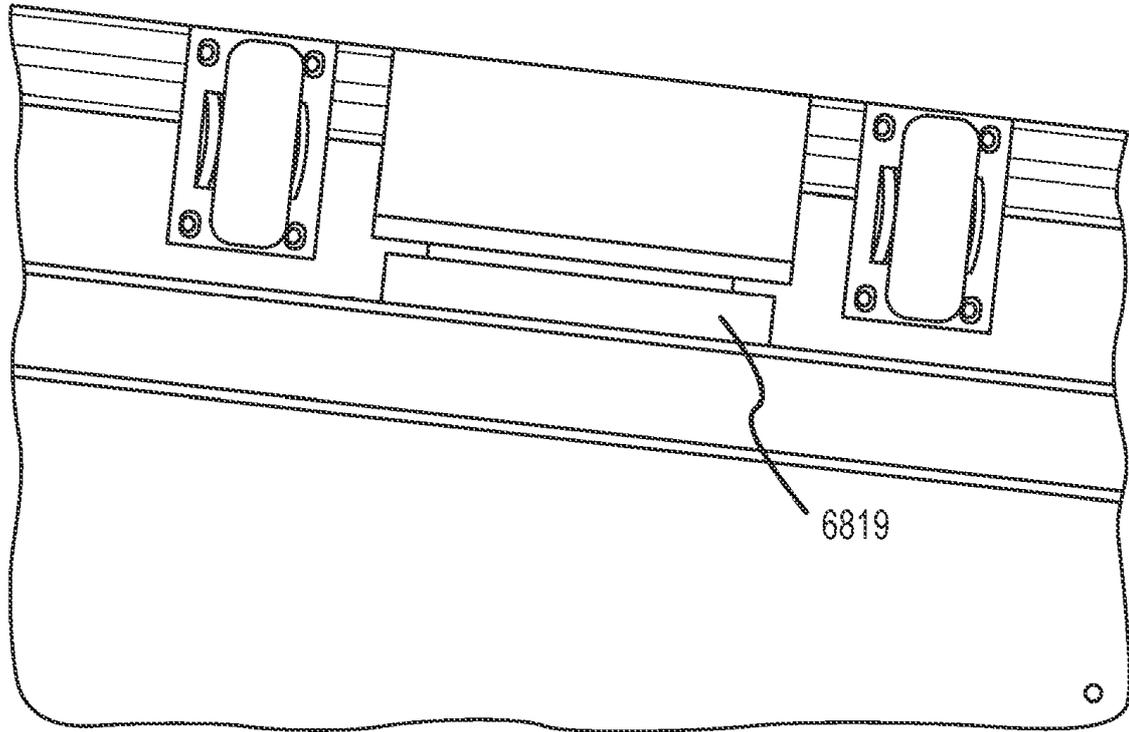


FIG.71

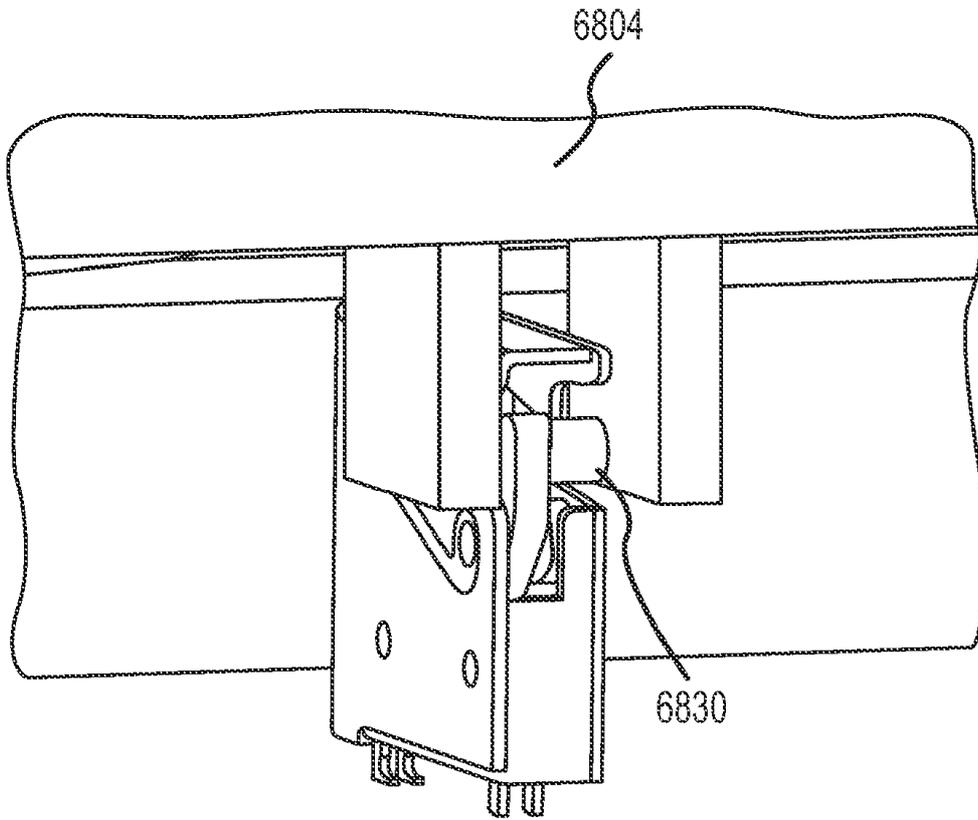


FIG.72(a)

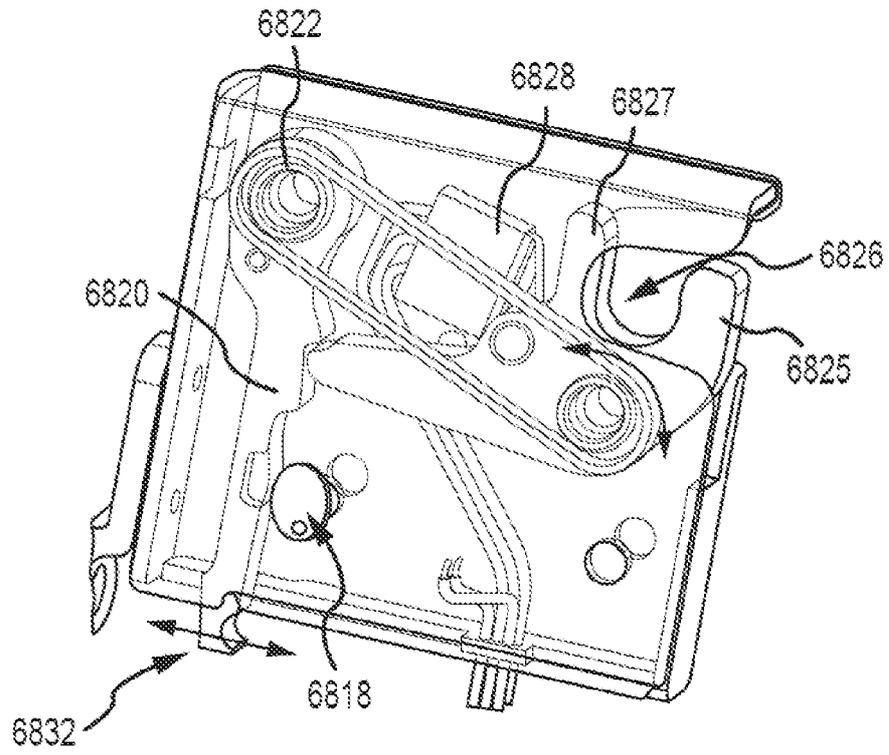


FIG. 72(b)

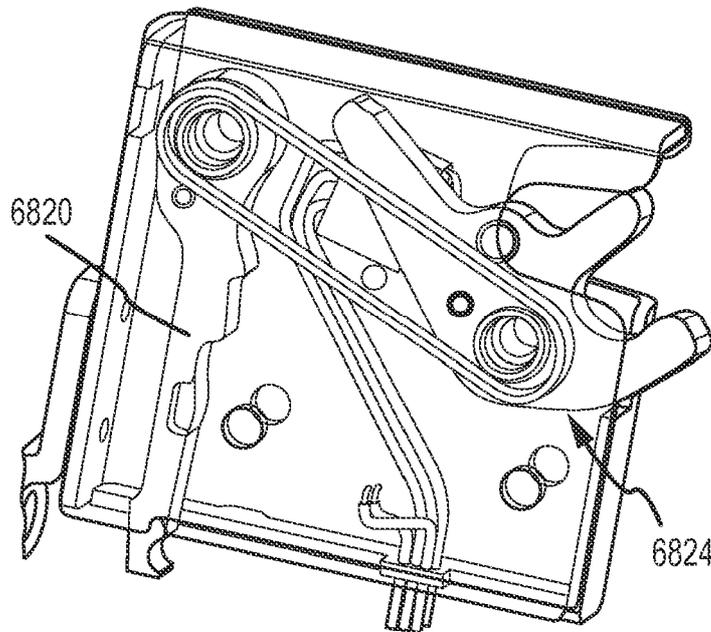


FIG. 72(c)

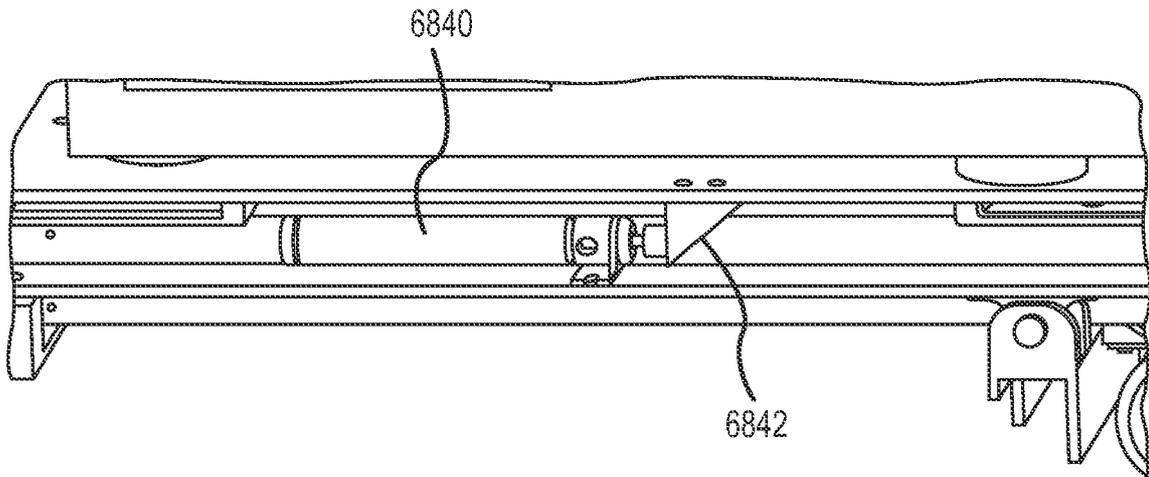


FIG.73

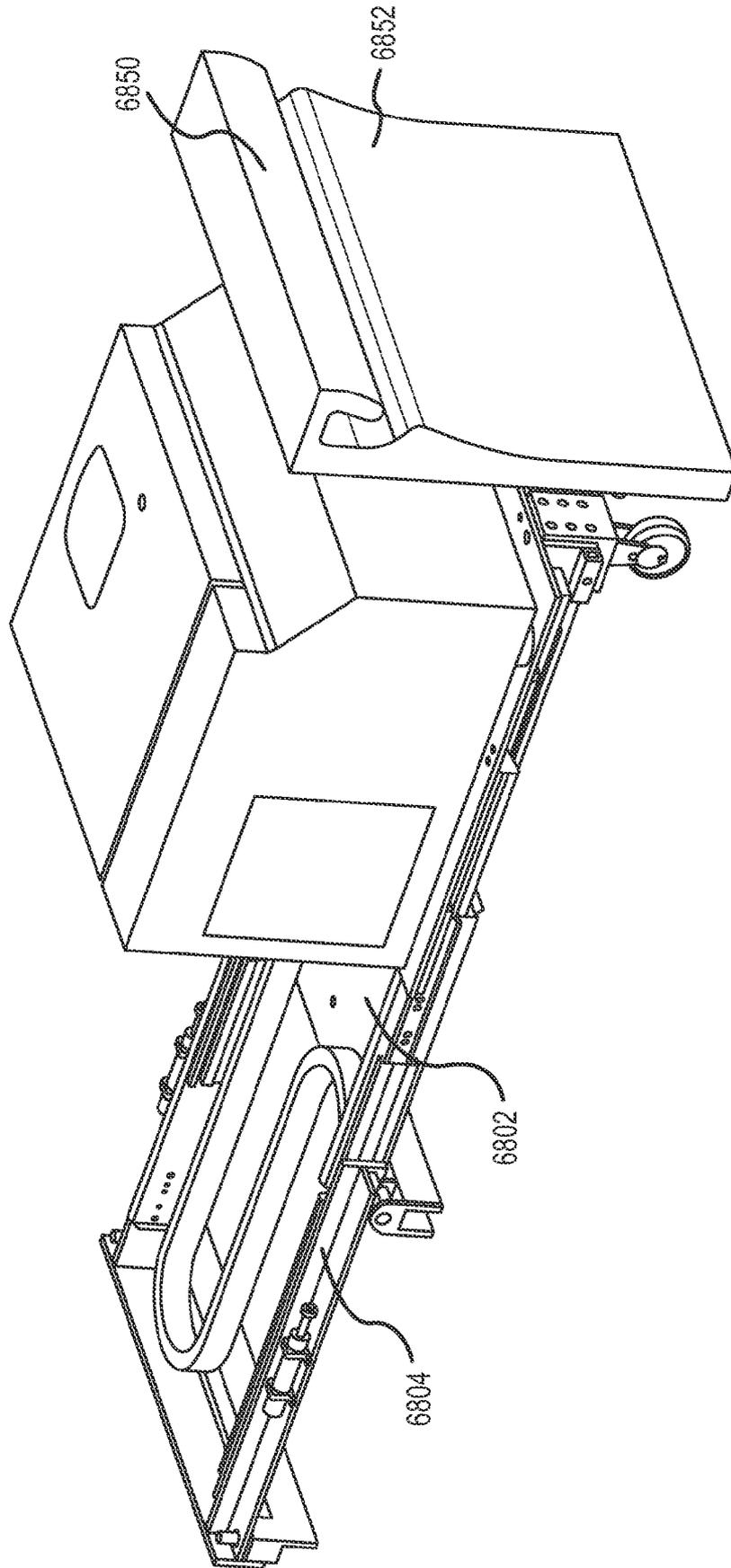


FIG.74

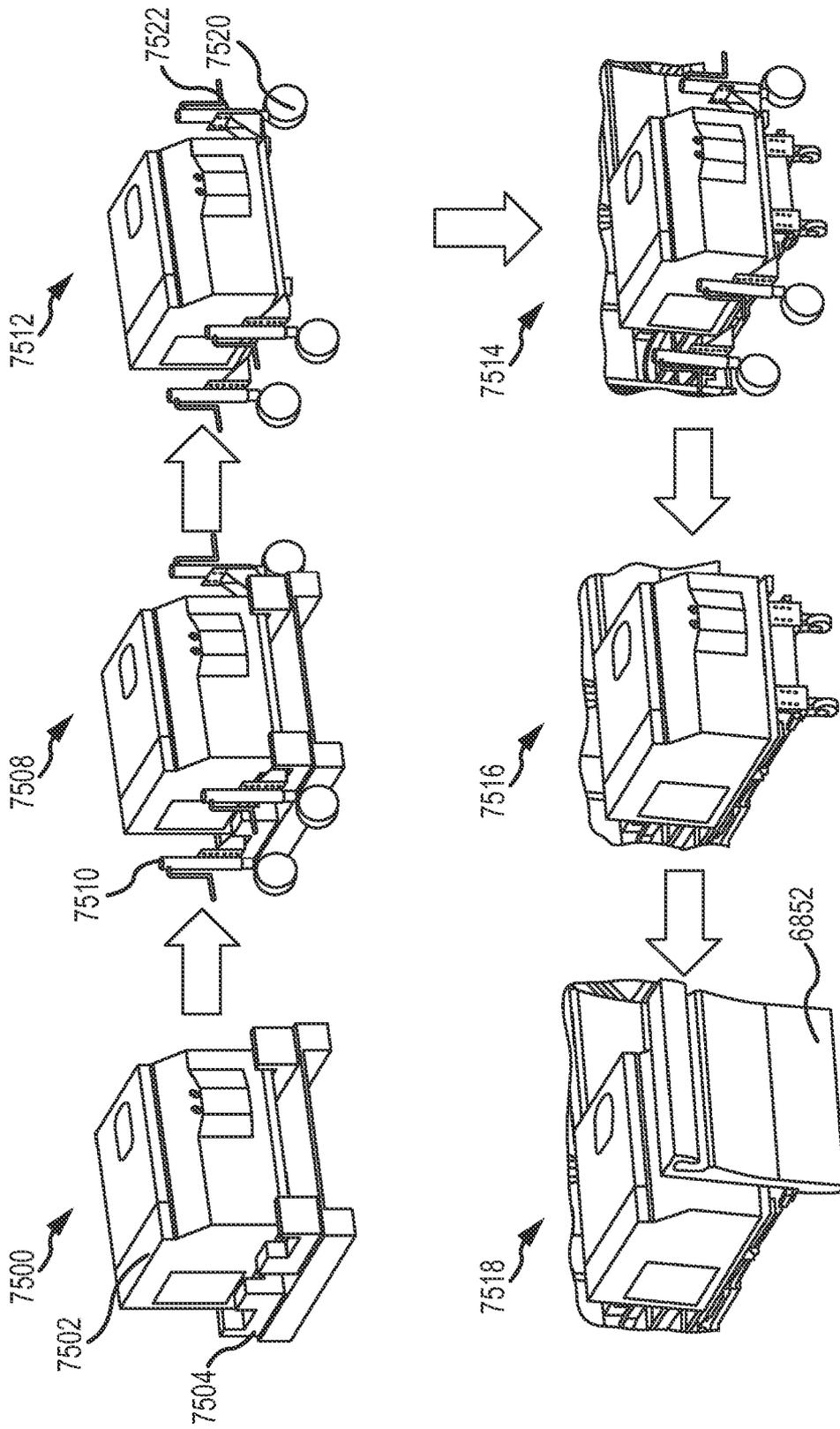


FIG.75

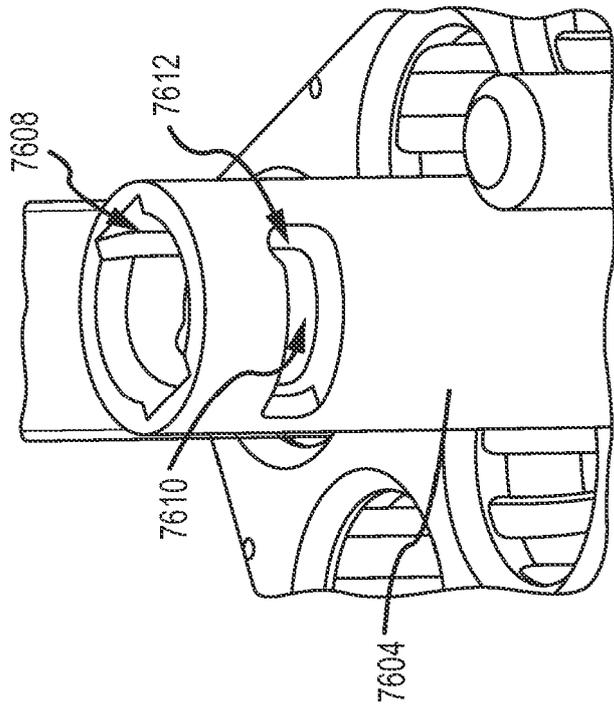


FIG. 76(b)

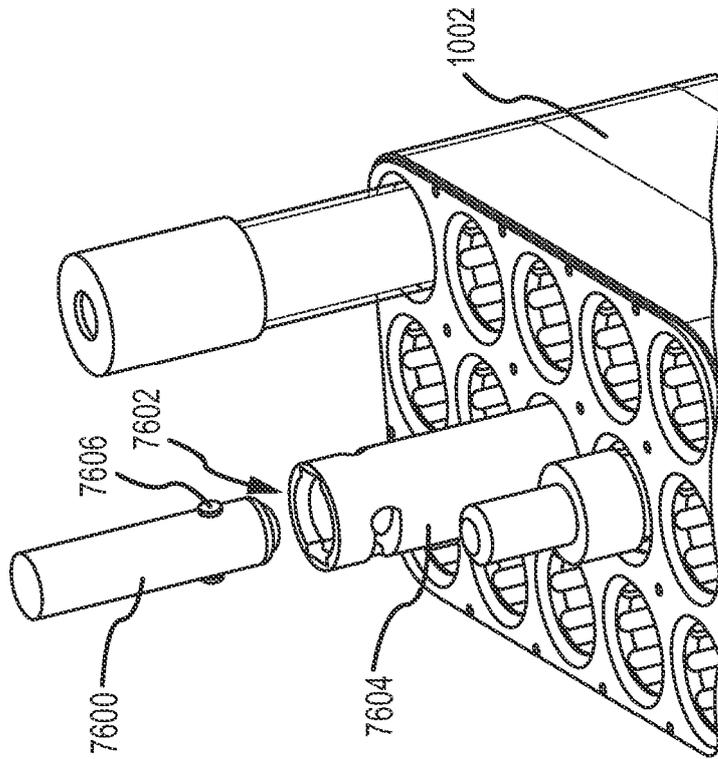


FIG. 76(a)

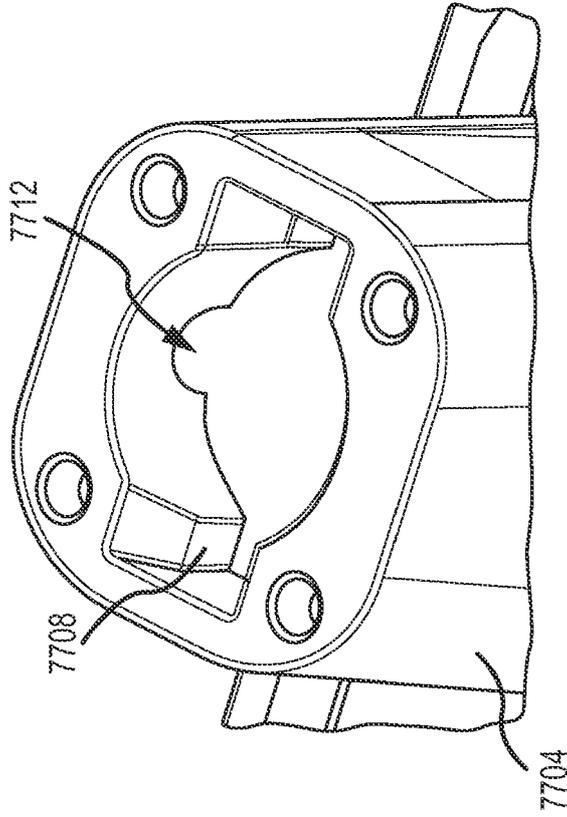


FIG. 77(b)

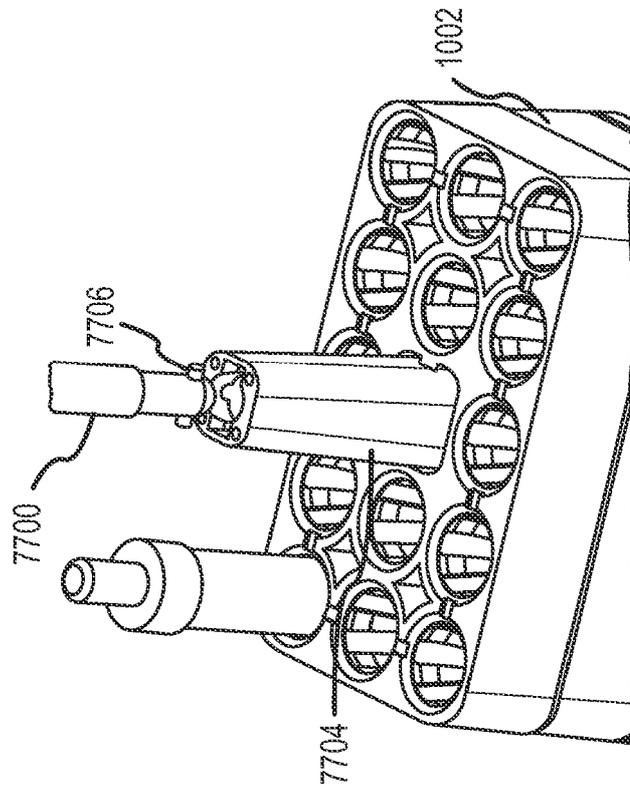


FIG. 77(a)

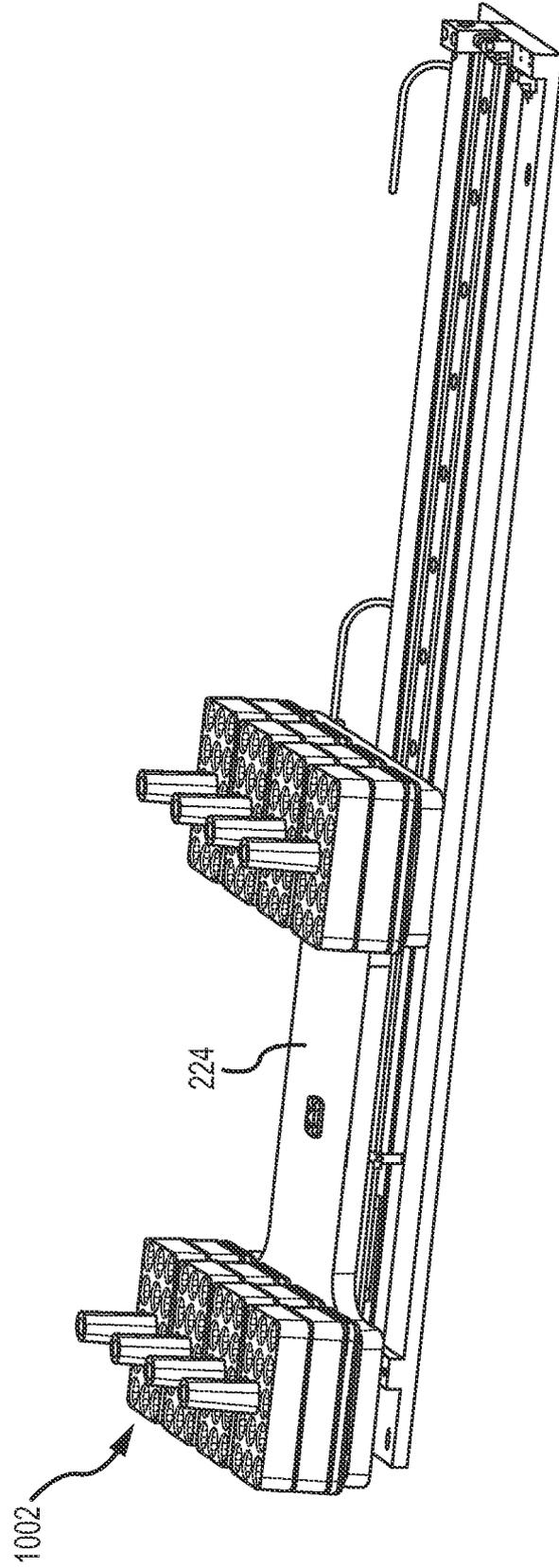
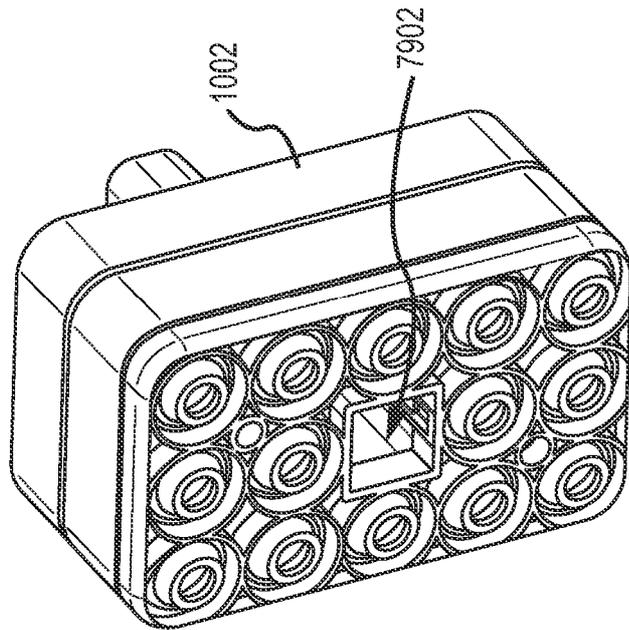
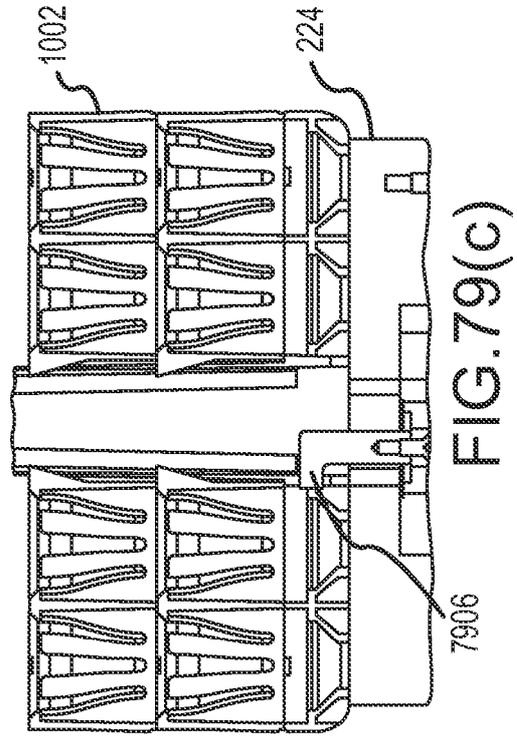
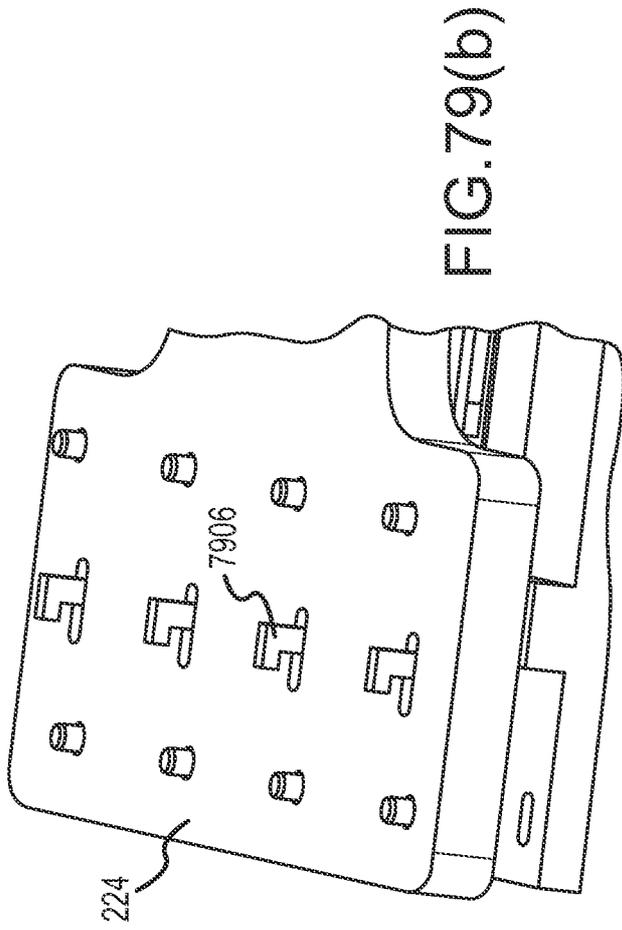


FIG.78



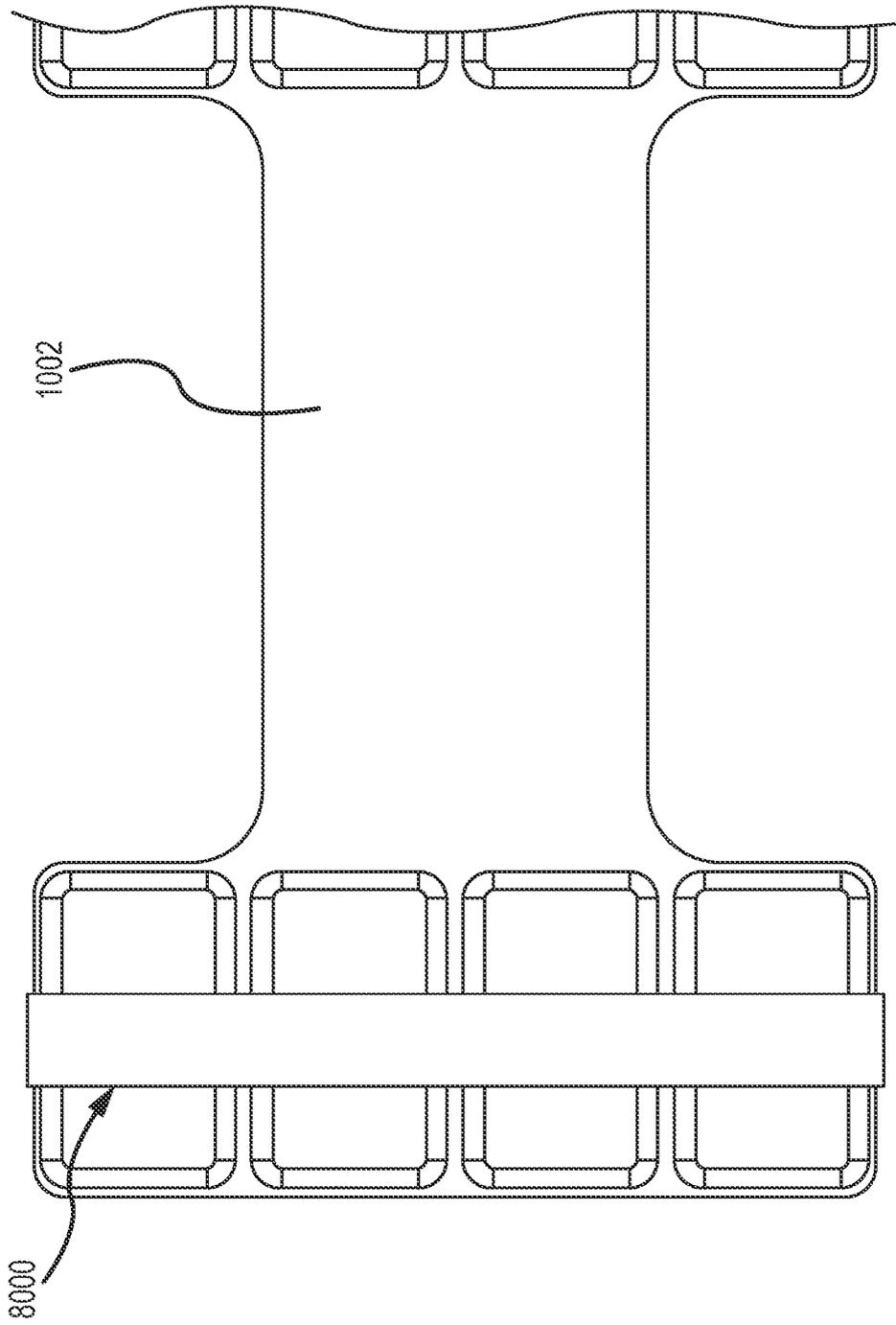


FIG.80

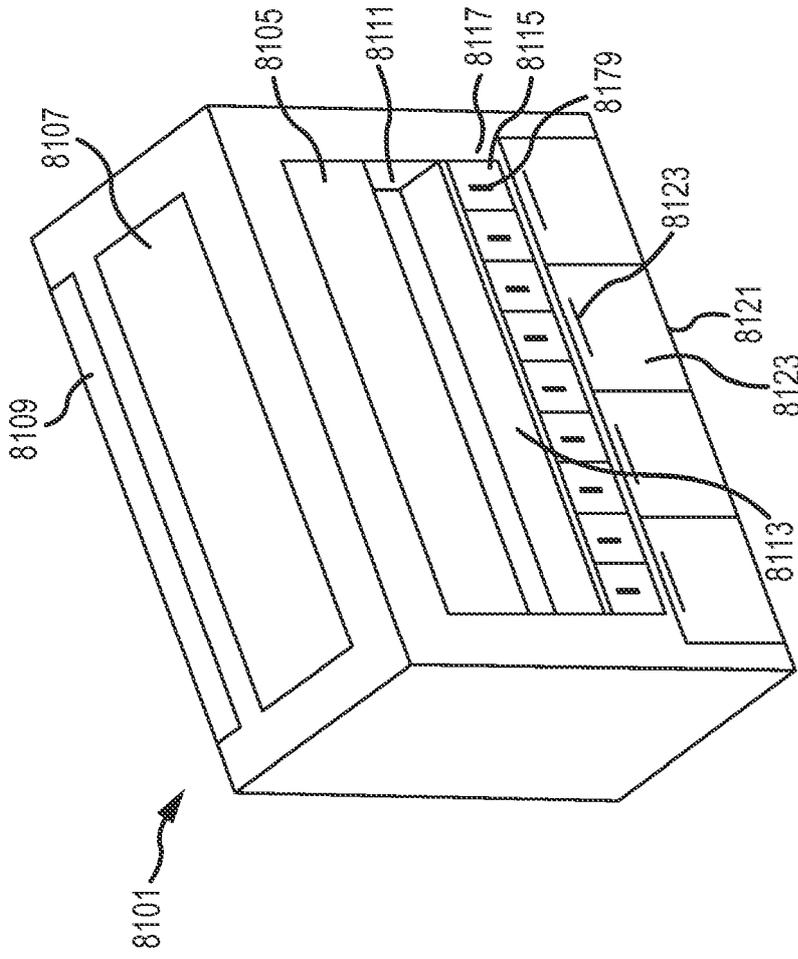


FIG.81

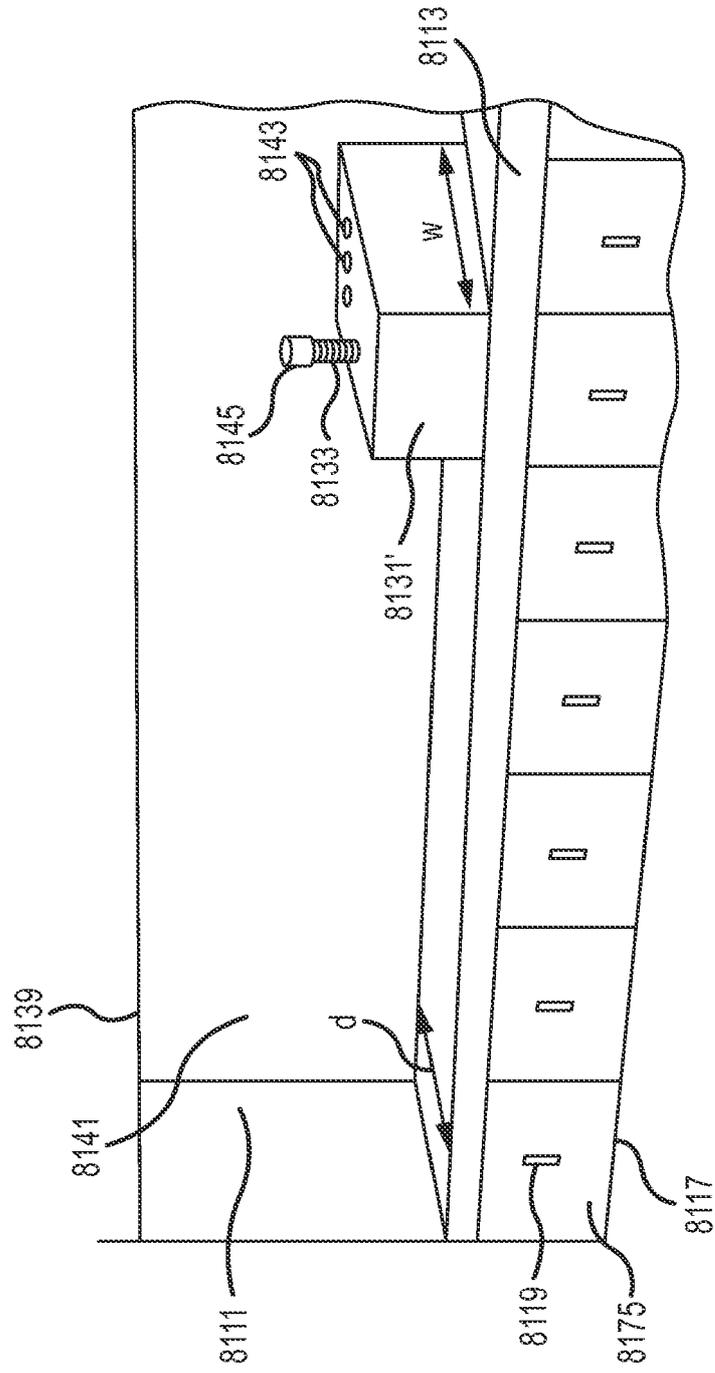


FIG.83

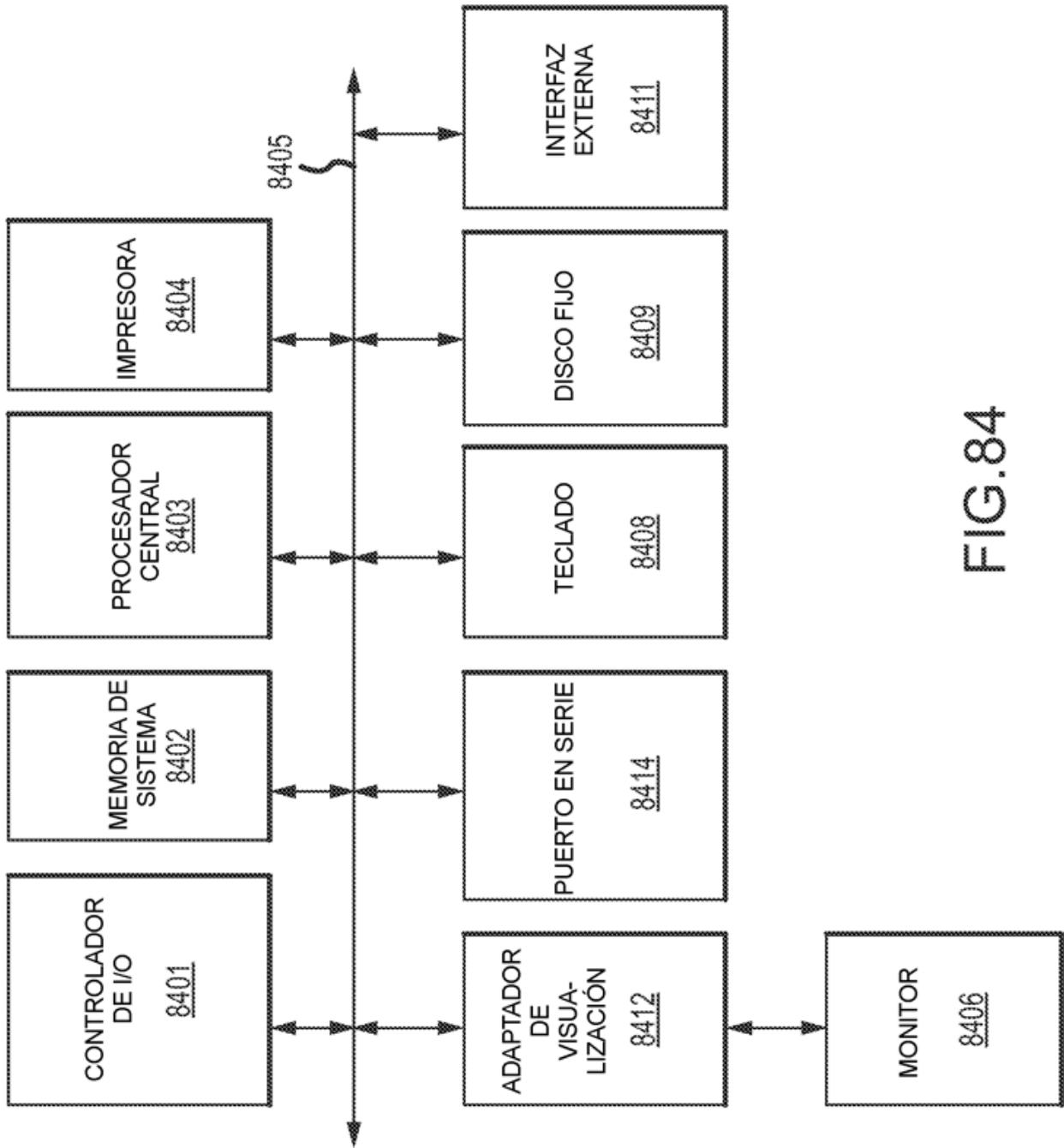


FIG.84