



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 368 119**

51 Int. Cl.:  
**G01N 35/04** (2006.01)  
**G01N 35/02** (2006.01)  
**G01N 35/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08853635 .4**  
96 Fecha de presentación : **26.11.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2225567**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

54 Título: **Sistema de identificación, transporte y direccionamiento automáticos de especímenes de material biológico.**

30 Prioridad: **30.11.2007 IT MI07A2254**

73 Titular/es: **INPECO IP Ltd.**  
**259, St. Paul Street**  
**VLT 1213 Valletta, MT**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.11.2011**

72 Inventor/es: **Pedrazzini, Gianandrea**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.11.2011**

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 368 119 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 de identificación, transporte y direccionamiento automáticos de especímenes de material biológico.

La presente invención se refiere a un sistema de identificación, transporte y direccionamiento automático de especímenes de material biológico.

La necesidad de automatizar completamente un ciclo de producción surge de la necesidad cada vez mayor de garantizar la fiabilidad, la repetibilidad y la seguridad del propio ciclo de producción. Estos objetivos se persiguen en todos los sectores industriales, incluyendo el de la medicina de laboratorio, que es el ámbito de aplicación de la presente invención.

Con el fin de ilustrar mejor la cuestión de la invención, se explican las principales actividades realizadas en un dominio de laboratorio de ensayos, con particular referencia a los problemas derivados del bajo nivel de automatización de la gestión de especímenes de material biológico durante el proceso de ensayo de los mismos.

Después de haber sido recogidos en recipientes específicos, tales como por ejemplo, en el caso de la sangre, tubos de ensayo de plástico o de vidrio, los especímenes de material biológico llegan al laboratorio de ensayos y son sometidos a una serie de etapas encaminadas a su preparación, control y posterior conservación.

Véanse estas etapas con más detalle:

*Etapas de identificación.* La primera acción a realizar sobre un espécimen de material biológico es identificarlo, es decir, reunir toda la información necesaria para la realización correcta de ensayos e informes del espécimen. Tal información puede ser, por ejemplo, datos de identificación de la persona que suministra el material biológico (esto garantiza la identificación unívoca del mismo, un requisito esencial para la correcta presentación de informes de los resultados al final de los ensayos), el tipo de material biológico (sangre, orina, saliva, etc.), el tipo de ensayo que se realiza en el espécimen (esta información es necesaria para definir el tipo de tratamiento que se realizará en el espécimen de material biológico durante la etapa previa al ensayo).

*Etapas previas al ensayo.* La etapa previa al ensayo del espécimen de material biológico incluye todas las acciones que deben realizarse en el espécimen con el fin de prepararlo para la etapa del ensayo. Si el material biológico que se tratará es sangre, estas acciones consisten en centrifugar la muestra contenida en tubos de ensayo y, posteriormente, retirar el tapón de los mismos, con el fin de facilitar la extracción del material biológico de los tubos de ensayo durante la etapa de ensayos.

En algunos casos, se incluye una etapa de división en partes alícuotas en tubos de ensayo, en el que se crean tubos de ensayo "hijos" a partir del tubo de ensayo principal, denominado tubo de ensayo "madre", en los que se distribuye el material biológico contenido en el tubo de ensayo madre.

*Etapas de ensayo.* La etapa de ensayo incluye la extracción del espécimen de material biológico

del recipiente correspondiente y el ensayo químico real del espécimen. La cantidad de especímenes extraídos y el número de ensayos que se realizan dependen del número de ensayos que deben llevarse a cabo en el espécimen biológico.

*Etapas posteriores al ensayo.* La etapa posterior al ensayo consiste en dos actividades principales: informar sobre los resultados de ensayo realizado durante la etapa de ensayos en el espécimen de material biológico y la preservación de los mismos. En algunos laboratorios, el espécimen de material biológico residual contenido en el recipiente correspondiente se conserva en un ambiente refrigerado con el fin de garantizar la integridad en caso de ensayos adicionales. Con el fin de garantizar la conservación correcta del espécimen, una vez que los ensayos se han terminado, el recipiente se cierra mediante la aplicación ya sea de la tapa original o, posiblemente, otro tipo de obturación.

En la actualidad, en la medicina de laboratorio, la gestión de material biológico, dividida en las etapas descritas antes, se realiza ya sea de forma manual o semiautomática, esta última por lo general sólo en los grandes laboratorios.

Vale la pena subrayar que el alto crecimiento de la demanda de servicios de laboratorio ha implicado, en los últimos veinte años, un importante desarrollo tecnológico en este campo; específicamente, se puede observar de hecho una tendencia hacia la automatización de las etapas individuales que caracterizan la gestión de especímenes de material biológico.

Considérese, por ejemplo, los laboratorios de tamaño medio a grande. Dichos laboratorios están hoy en día provistos generalmente con maquinaria especializada para realizar las diferentes acciones que deben realizarse en los materiales biológicos. Por ejemplo, se mencionan los dispositivos adaptados para centrifugar los especímenes y para retirar la tapa o el precinto de los recipientes de material biológico. Durante la etapa de ensayos, el uso de probadores está en desarrollo cada vez más: estos instrumentos son capaces de recoger una cantidad adecuada de especímenes del recipiente, realizar ensayos químicos en él y producir y almacenar los resultados de los ensayos realizados.

A pesar de la tendencia a la automatización de las acciones individuales de cada etapa, poca atención se ha dedicado a la automatización del proceso de ensayos en su conjunto.

Esto significa que, si bien se puede hablar de laboratorios de ensayos semiautomáticos en los que se utilizan los instrumentos y dispositivos adaptados para llevar a cabo determinadas acciones en los especímenes de material biológico, el proceso sin embargo sigue siendo estrictamente dependiente del nivel de atención y destreza del operario al gestionar los especímenes de material biológico.

La coordinación, e incluso a veces el rendimiento, de las acciones individuales del proceso de ensayos es de hecho todavía controlado por el operario, independientemente de si se realizan de forma manual o incluso realizados por las máquinas: a pesar de la evolución tecnológica observada durante los últimos años en la medicina de laboratorio, el operario tiene

todavía la tarea de realizar operaciones repetitivas y potencialmente peligrosas (esto último porque se llevan a cabo en los materiales biológicos) que consisten en la recogida, transporte, movimiento, colocación, apertura, cierre, muestreo y ensayo de los recipientes y el correspondiente material biológico contenido en ellos.

Como consecuencia de esto, es fácil entender que los principales objetivos que deben perseguirse en el ámbito de la medicina de laboratorio son los siguientes:

- minimizar los errores humanos durante el proceso de ensayo de espécimen de material biológico
- disminuir el riesgo biológico al que están expuestos los operarios de laboratorio al manipular especímenes de material biológico potencialmente peligroso (por ejemplo, sangre)
- acelerar el proceso, sobre todo teniendo en cuenta que cada día se ensayan miles de muestras en un moderno laboratorio de ensayos de tamaño mediano.

Por lo tanto se necesita un sistema con el fin de automatizar todo el ciclo de trabajo realizado en un espécimen de material biológico a ensayar, desde el primero de identificación del espécimen a la recopilación de los resultados.

El documento EP-1 106 542 A1 describe un sistema automatizado de laboratorio que comprende un dispositivo de desvío por rotación. El documento US 5 941 366 muestra otro sistema que comprende un dispositivo de desvío.

El propósito de la presente invención es hacer un sistema de identificación, transporte y direccionamiento automático del material biológico contenido en tubos de ensayo con el fin de minimizar la intervención humana en la mayor medida posible durante las diversas etapas del proceso, disminuyendo de este modo los riesgos de error y protegiendo la seguridad de los propios operarios.

De acuerdo con la invención, el objeto es alcanzado por un sistema automatizado de laboratorio como se describe en la reivindicación 1.

Un código de barras es una cadena de caracteres adecuados para ser leídos por un lector de código de barras.

La unidad de control puede ser una aplicación de software instalada en un ordenador personal, dotado de una memoria que contiene todas las informaciones necesarias para realizar las actividades correctas en los tubos de ensayo y adaptado para almacenar su ciclo de vida durante el proceso. Las informaciones de tubos de ensayo incluyen, por ejemplo, datos personales de la persona de la que fue tomado el material biológico, los ensayos que se van a realizar en dicho material biológico y, en algunos casos, el nivel de urgencia requerido para procesar el tubo de ensayo.

El software de aplicación instalado en la unidad de control tiene la capacidad de gestionar urgencias mediante la asignación de prioridades dadas a los dispositivos de transporte que contienen los tubos de ensayo considerados urgentes durante el proceso en el sistema de transporte. Estas prioridades son posibles también mediante el uso de carriles apropiados de prioridad y adelantamiento presentes en el sistema de transporte.

Los dispositivos montados en el sistema se conectan a la unidad de control con el fin de comunicarse con ellos y recibir órdenes en tiempo real.

Las estaciones o módulos dedicados a las etapas previas a los ensayos, de ensayos y posteriores a los ensayos interactúan en posiciones dadas del sistema. Tales posiciones son alcanzables por los tubos de ensayo contenidos en los portadores o dispositivos de transporte y representan los puntos en los que se procesa el tubo de ensayo por parte de los módulos.

Los módulos conectados al sistema pueden comunicarse con la unidad de control del sistema mediante diferentes protocolos de comunicación (serie, TCP/IP, etc.) Esta comunicación consiste en el envío de información sobre el estado de los módulos (desde los módulos a la unidad de control), y en el envío de posibles órdenes de ejecución (desde la unidad de control a los módulos).

El dispositivo de transporte o portador consiste en un recipiente, adaptado para contener el tubo de ensayo en posición vertical y estable. Se mueve a lo largo del sistema y puede llegar a todas las posiciones de interacción con los módulos. Con esta finalidad, el sistema emplea unos dispositivos de parada y desvío, adaptados para detener y desviar los dispositivos de transporte cerca de carriles de desvío y de prioridad.

El dispositivo de transporte de tubos de ensayo se identifica y comprueba con la transmisión de un código de identificación por un chip contenido en el dispositivo de transporte a una red de antenas dispuestas a lo largo del sistema de transporte.

El tubo de ensayo es detectado por un sistema de detección de tubos de ensayo que, además de detectar su presencia real, también identifica algunas características físicas útiles durante las etapas posteriores del proceso. En consecuencia, para confirmar la presencia del tubo de ensayo en el dispositivo de transporte, la unidad de control activa el lector de código de barras que identifica y envía el código de identificación unívoco del tubo de ensayo a la unidad de control.

La asociación del tubo de ensayo y el dispositivo de transporte correspondiente es realizada por la unidad de control después de identificar el tubo de ensayo. Esto permite realizar un seguimiento y comprobación de la posición del tubo de ensayo durante todas las etapas del proceso en el sistema por conocer el código de identificación del dispositivo de transporte que lo contiene.

Estas y otras características de la presente invención se explicarán adicionalmente en la siguiente descripción detallada de un ejemplo de realización práctica mostrado como ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en planta superior del sistema acorde con la presente invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva de una parte del sistema;

la figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea III-III en la figura 1;

la figura 4 es una vista en planta superior del dispositivo de detección de portadores;

la figura 5 es una vista en perspectiva de una parte del sistema con el punto de detección e identificación del tubo de ensayo en el portador en una cinta transportadora;

la figura 6 es una vista en planta superior de parte de la figura 5;

la figura 7 es una vista en perspectiva de una puer-

ta de parada utilizada para detener los portadores que se mueven en la cinta transportadora;

la figura 8 es una vista frontal de la puerta de parada;

la figura 9 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea IX-IX de la figura 8;

la figura 10 es una vista en sección similar a la de la figura 9 con la puerta en posición de reposo;

la figura 11 es una vista en perspectiva de un dispositivo de desvío utilizado para desviar los portadores que se mueven en la cinta transportadora;

la figura 12 es una vista similar a la de la figura 11 con el desviador en posición de reposo;

la figura 13 es una vista en perspectiva superior de una parte del sistema que comprende un carril de adelantamiento;

la figura 14 es una vista frontal de una parte del sistema que comprende un dispositivo de elevación de cinta;

la figura 15 es una vista en perspectiva del dispositivo de elevación de cinta;

la figura 16 muestra una vista en sección longitudinal del dispositivo de elevación de la figura 15 en posición de reposo;

la figura 17 es una vista en sección similar a la de la figura 16 con el dispositivo de elevación en posición de trabajo;

la figura 18 es una vista en perspectiva de una parte del sistema con un dispositivo de giro en U del tubo de ensayo;

la figura 19 es una vista inferior en perspectiva del dispositivo de la figura 18;

la figura 20 es una vista en perspectiva de una parte en ángulo del sistema;

la figura 21 es una vista en planta superior de una parte del sistema con un carril de portadores vacíos para tubos de ensayo urgentes;

la figura 22 es una vista en planta superior de una parte del sistema con tubos de ensayo urgentes cerca de los probadores;

la figura 23 muestra una vista en planta superior de una parte en forma de T del sistema;

la figura 24 es una vista en perspectiva de una parte del sistema que comprende un módulo adaptado para ajustar el flujo de los portadores;

la figura 25 es una vista en perspectiva de una parte del sistema, incluyendo un carril para cargar manualmente los tubos de ensayo urgentes en el portador;

la figura 26 es una vista en perspectiva de una parte del sistema que comprende un dispositivo de giro en U del tubo de ensayo;

la figura 27 muestra una vista en perspectiva de una parte del sistema que comprende un dispositivo para bloquear el tubo de ensayo en posición de muestreo, en posición de reposo;

la figura 28 muestra una vista en perspectiva de una parte del sistema que comprende un dispositivo para bloquear el tubo de ensayo en posición de muestreo, en posición de bloqueo;

La figura 1 muestra un sistema según la presente invención que comprende unos carriles principales de transporte 1 que tienen la función de:

- transportar portadores 3 (es decir, dispositivos adaptados para el transporte de tubos de ensayo, como se describe en la solicitud de patente internacional n. PCT/EP2006/067294) que

contiene tubos de ensayo 4 o portadores vacíos 3 para ser rellenados con tubos de ensayo 4;

- dirigir dichos portadores 3 a carriles secundarios de transporte, paralelos a los carriles principales y situados externos a los mismos, que permiten a dichos portadores 3 alcanzar o superar unos módulos o estaciones 19 y 20 previos al ensayo, unos módulos o estaciones de ensayos 17 (o probadores, instrumentos adaptados para ensayar especímenes de material biológico) y unos módulos o estaciones 21 posteriores a los ensayos. Tales módulos 17, 19-21, al no ser el objeto de la presente invención no se describirán sino que sólo se citan para proporcionar una explicación más clara del sistema de transporte.

Los carriles principal 1 y secundario 2 recíprocamente paralelos albergan unas cintas transportadoras motorizadas 62 que tienen el propósito de transportar los portadores 3 (figura 2 y 3). Un par de cintas 62, que van en un sentido, y un par de cintas 62, que van en sentido opuesto (figura 2 y 3) se proporcionan para cada segmento recto del sistema (conexiones angulares y en forma de T, como se describe más adelante).

El sistema de transporte consiste en unos módulos 51 (figura 2), que se ensamblan mutuamente en un número variable de acuerdo a diferentes configuraciones para cumplir con las diversas necesidades de los laboratorios de ensayos utilizando la presente invención.

Cada módulo 51, además de las dos parejas de carriles 1-2, comprende una estructura deslizante 63 de la cinta 62, en la que se monta un protector superior 64 (figura 3) y que reposa en un perfil inferior 65 por medio de un soporte vertical 66. El perfil inferior 65 reposa en las patas 29, que son ajustables en altura. Una estructura 68 de soporte de cable (figura 3) se fija bajo los dos pares de carriles 1-2.

La cinta 62 se compone de poliuretano reticular revestido con tela impregnada que garantiza un bajo coeficiente de rozamiento con la superficie de reposo del portador 3 durante el movimiento.

Los extremos de la cinta transportadora 62 se funden por medio de una herramienta de fusión adecuada durante la instalación del sistema tras el montaje de los módulos de transporte 51. Este tipo de fusión garantiza una unión homogénea entre los dos extremos de la cinta forman el transportador y evitan oscilaciones del tubo de ensayo 4 contenido en el portador 3 cuando el portador se encuentra con la costura de la cinta a medida que se desplaza en el sistema.

Algunos módulos previos a los ensayos 19-20 y posteriores a los ensayos 21 ejercen una presión vertical hacia abajo en el tubo de ensayo 4 durante una etapa del proceso. Por ejemplo, el módulo para destapar 20, responsable de quitar el tapón del tubo de ensayo durante la etapa previa al ensayo. Mientras se quita el tapón, un módulo así, mediante una operación en la parte superior del tubo de ensayo 4, ejerce una acción de compresión vertical hacia abajo en el tubo de ensayo 4 contenido en el portador 3. Esta compresión es transmitida por el portador 3 a la cinta 62 por debajo. Como el portador 3 es estacionario durante la etapa de destapar el tubo de ensayo 4, en el punto de funcionamiento del módulo para destapar 20, la presión transmitida genera un pellizco de la cinta 62 entre el portador 3 y la parte inferior de la estructura

63 (que es la superficie de deslizamiento de la cinta). Tal pellizco hace que la cinta 62 se ralentice y provoca un desgaste de la base de soporte del portador 3 en la cinta 62 por efecto de la fricción generada por el movimiento de la cinta 62.

El sistema está provisto de un dispositivo 10 de elevación de cinta (figura 14-17) con el fin de superar ese problema.

Dicho dispositivo 10 de elevación de cinta tiene la función de levantar la cinta 62 aproximadamente 1,5 mm cerca de los puntos de acción de los módulos que tienen el problema descrito, con el fin de generar una suspensión de la cinta 62 en dichos puntos. Dicha suspensión impide el contacto de la cinta 62 contra la estructura 63 (figura 14).

Dicho dispositivo de elevación 10 consiste en un cuerpo externo 71 que contiene un cilindro neumático 72 alimentado por medio de un regulador de flujo 73. El movimiento de tal cilindro genera la rotación de una corredera 74 sobre un pasador 75. En ausencia de portador 3 (condiciones de reposo), la corredera 74 está en la posición inferior (figura 17) y la cinta no está elevada. Cuando un portador 3 alcanza el punto de funcionamiento del módulo en cuestión, el cilindro neumático 72 se mueve en la dirección de la corredera, lo que genera una rotación a la derecha. A continuación de esa rotación, la corredera 74 se dispone en la posición que se muestra en la figura 16 generando el levantamiento de la cinta 62. La presencia de un resorte (no se muestra) dentro de la cinta permite el retorno a la posición horizontal.

Un dispositivo 11 de giro en U (figuras 18-19), que tiene la función de transferencia del portador 3 de la pareja de cintas 62 que van en un sentido a la pareja de cintas 62 que van en sentido opuesto, se encuentra al final del sistema de transporte con el fin de permitir al portador 3 invertir el sentido del movimiento. Dicho dispositivo 11 de giro en U comprende una placa delgada de plástico 110 montada sobre un eje vertical 112 girado por un motor 113.

Dicho motor 113 está presente en cada extremo del sistema de transporte y además de generar la rotación de la placa 110 también tiene la función de mover uno de los dos pares de cintas 62. El movimiento se transmite por medio de una cinta 114 y una transmisión en ángulo 114 a una polea 115 que, al girar, genera el movimiento de la pareja de cintas 62 (figura 19).

Cuando el portador 3 alcanza el final de la cinta 62, el movimiento giratorio de la placa 110 permite que el portador 3 vaya a la cinta 62 moviéndose en sentido opuesto.

Dicho dispositivo 11 de giro en U puede estar presente también en un segmento intermedio del sistema de transporte (figura 26), con el fin, cuando sea necesario, de permitir giros en U de los portadores vacíos 3 o los portadores que contengan tubos de ensayo que no deben procesarse por los módulos conectados al sistema de transporte posteriores al punto en el que está presente el giro en U. La presencia de giros en U es particularmente útil en sistemas de transporte de gran tamaño.

Un portador 3, cuya dirección debe ser invertida, continúa en el carril principal 1 y se canaliza al dispositivo 11 de giro en U; si en cambio el portador tiene que continuar en dirección rectilínea a lo largo del sistema de transporte se transporta sobre el carril secundario 2 para superar el giro en U.

Como se mencionó, el sistema de transporte es una estructura modular que consiste en un número variable de módulos de transporte 51. Estas características permiten adaptar el sistema de transporte a los diversos laboratorios de ensayos en los que se instala, cumpliendo de este modo con las funciones logísticas de estos laboratorios. Este objetivo se alcanza también en virtud de la utilización de los dos siguientes módulos:

- módulo 12 de esquina (figura 20);
- un módulo de giro con forma de T (figura 23).

El módulo 12 de esquina se utiliza para obtener un recorrido angular del sistema de transporte. Dicho módulo en ángulo puede hacerse según diferentes ángulos, por ejemplo, la realización descrita en esta memoria es un módulo en ángulo de 90° que confiere una forma de L al sistema de transporte.

La figura 20 es una vista en perspectiva de un módulo 12, formado por la intersección perpendicular de dos módulos de transporte 51. Dos dispositivos 111 de cambio de dirección, totalmente similares a los dispositivos 11 de giro en U descritos anteriormente, permiten al portador 3 desplazarse desde un módulo de transporte 51 a los otros dispuestos en una posición perpendicular. Específicamente, la placa 110 en la posición interna garantiza el paso del portador 3 desde la unidad principal de transporte 1 a la de la dirección perpendicular, mientras que la placa externa 110 garantiza el paso del portador desde la unidad de transporte secundaria 2 a la de la dirección perpendicular.

El módulo de giro en forma de T (figura 23) comprende dos segmentos rectilíneos 16-17, que tienen una configuración en forma de "T". El segmento 16 se une por los extremos a unos segmentos rectilíneos adicionales del tipo representado en la figura 4 y comprende un carril principal 1, en el que discurre el portador 3, que es desviado sobre el carril secundario 2 del segmento 16, siendo encaminado al carril secundario 2 del segmento 17 mediante una placa 110. La forma de un protector superior 79 obliga al portador en desplazamiento 3 a pasar al carril principal 1 del segmento 17 (figura 25). El regreso del portador 3 en el segmento 16 del módulo en forma de T 15 es equivalente: el portador 3 es forzado por la forma del protector superior 79 a desplazarse sobre el carril secundario 2 del segmento 17, para luego desviarse sobre el carril secundario 2 del segmento 16 mediante una placa adicional 110.

Con el fin de seguir el recorrido y comprobar el direccionamiento correcto del sistema de transporte, la posición del portador móvil 3 es registrada por un aparato de detección de portadores. Este aparato de detección de portadores es capaz de identificar la presencia y la identidad del portador 3 en tiempo real a medida que el portador 3 se desplaza en el sistema de transporte. Se basa en la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID), y consiste en una red de antenas 23 distribuidas bajo la cinta 62 del sistema de transporte (figura 4), que son capaces de recibir los datos transmitidos por un transpondedor 90 contenido en el cuerpo del portador 3 al paso del portador 3.

Este transpondedor 90 es un dispositivo dotado de una memoria interna capaz de almacenar y transmitir datos; no requiere energía eléctrica, ya que es alimentado por el campo magnético generado por la red de antenas 23. Con el paso del portador 3 en la cin-

ta transportadora cerca de una antena 23, el campo electromagnético generado por la antena alimenta el transpondedor, que mediante la modulación de dicho campo electromagnético, transmite los datos almacenados en su memoria interna a la antena 23. El código de identificación que permite reconocer el propio portador se almacena en la memoria de un transpondedor de portador. Se trata de un código unívoco, lo que significa que un único código de identificación personal individual se asocia a cada portador 3 del sistema de transporte. La información del código de identificación recibida por la antena se envía a la unidad de control 100, que asocia la posición del portador 3 en la cinta transportadora, sobre la base de la posición de la antena 23 que envió la información. Las antenas 23 colocadas debajo de la cinta 62 se distribuyen estratégicamente a lo largo del sistema de transporte: una antena 23 está presente en cada punto en el que se debe comprobar o conocer la identidad del portador 3, para decidir el recorrido y almacenar el ciclo de vida (por ejemplo, en los puntos de desvío entre la unidad principal de transporte 1 y la unidad secundaria de transporte 2, o en los que los puntos en que los tubos de ensayo 4 son procesados por los módulos).

La identificación de un portador 3 por la antena n 23 es posible gracias a la presencia de una puerta de parada 8 situada cerca de cada antena 23 (figura 7-10). La puerta de parada 8 detiene el portador 3 en el punto exacto en el que se encuentra la antena 23 debajo de la cinta 62, permitiendo que la antena 23 reciba el código de identificación enviado por el transpondedor 90. Dicha puerta de parada 8 consiste en un cuerpo externo 91 fijado a la estructura 63 del módulo de soporte por medio de un soporte 97 (figuras 7 y 13). Dicho cuerpo externo 91 incluye un selector 93, fijado al cuerpo externo por medio de un tornillo insertado en un agujero 95. El movimiento de un cilindro neumático 92, alimentado por un regulador de flujo 96, determina un giro a la derecha del selector 93 sobre el pasador 95 (figuras 9-10). El selector 93 está normalmente en configuración girada, denominada posición "abierta" (figura 10). Con el fin de detener el paso de un portador, el selector 93 gira hacia la izquierda yendo a la posición "cerrada" (figura 9): en tal posición, el selector sobresale y bloquea el recorrido del portador en el sistema de transporte. Un resorte ubicado en el interior del selector 93 permite restaurar la posición "abierta". La información de identificación del portador 3 identificada por la antena 23 se comunica a la unidad de control, que encamina los portadores hacia los módulos previos al ensayo 19 y 20, de ensayo 17 y posteriores al ensayo 21, desviando, si es necesario, su recorrido desde un carril principal 1 a un carril secundario 2, o un carril de muestreo 13.

Este desviador se obtiene por medio de un dispositivo 9 de desvío de portador (figuras 11-12), instalado cerca de un desvío del carril principal 1 en una posición exactamente posterior a la de una puerta de parada 8 (figura 13). Dicho dispositivo de desvío 9 consiste en un soporte frontal 41 y un soporte trasero 42, que permiten fijar el dispositivo 9 desviador de portador sobre la pared lateral interna de la estructura 63 del carril principal 1. Los dos reguladores de flujo 43 ajustan el movimiento de un cilindro 44, responsable de la rotación de una palanca 45 sobre un pasador 46. La palanca 45 se encuentra generalmente en la posición denominada "abierta": se vuelve hacia la izquierda, como se muestra en la figura 12, con el

fin de permitir que los portadores 3 continúen por el recorrido del carril principal 1. Cuando un portador 3 debe ser desviado del carril principal 1 a un carril secundario 2, la palanca 45 se gira hacia la derecha (figura 11). En tal posición, llamada posición "cerrada", la palanca 45 sobresale sobre el módulo de transporte, obligando a desviar el recorrido del portador 3 desde el carril principal 1 al carril secundario 2 (figura 13).

El carril secundario 2 puede tener funciones diferentes de acuerdo a cómo un módulo dado interacciona con el resto del sistema de transporte.

Para los módulos que interaccionan con el carril secundario 2 (es decir, en la posición externa), tiene la función de carril de direccionamiento de los portadores 3 que contienen los tubos de ensayo 4 a dichos módulos. En esta configuración, la posición del dispositivo de desvío 9 que precede a la desviación está "abierta", es decir, los portadores 3 se ven obligados a continuar al carril principal 1. Tal dispositivo pasa a la posición "cerrada" si la unidad de control 100 decide encaminar a un portador 3 al carril secundario 2.

Para los módulos 51, que por razones de diseño interaccionan con el carril principal 1 (figura 1) en lugar de con el carril secundario 2 (es decir, en una posición interna, tal como, por ejemplo, el módulo de destapar 20 y el módulo de volver a tapar 21), el carril secundario 2 tiene la función de carril de adelantamiento de tales módulos (figura 5).

En consecuencia, el portador 3 que contiene un tubo de ensayo 4, que no requiere el tipo de procesamiento proporcionado por tales módulos, o un portador vacío 3, que debe superar dichos módulos, se desvía en dicho carril secundario 2, para luego ser encaminado de nuevo sobre el carril principal 1 al final del desvío 62. En tal configuración, el dispositivo de desvío 9 que precede a la desviación se encuentra en una posición "cerrada", es decir, en una posición para forzar a los portadores a entrar en el carril secundario 2, considerado en este caso como el carril principal o de adelantamiento (figura 13). El dispositivo de desvío 9 pasa a la posición "abierta" si el portador debe ser encaminado al módulo.

El retorno al carril principal 1 de los portadores 3 desviados hacia el carril de adelantamiento está garantizado por la presencia de un sensor de presencia 32 colocado dentro de una ventana 33 en la pared lateral de la estructura 63, mirando internamente al carril de adelantamiento 2 (figura 13). Si un sensor así detecta el paso de un portador 3 en el carril de adelantamiento 2, la puerta de parada 8 del carril principal 1 en una posición adyacente al sensor 32 permanece cerrada, bloqueando el paso de un posible portador 3 y permite devolver el portador 3 desde el carril de adelantamiento al carril principal 1. Este procedimiento garantiza una gestión de "devolución de portador" que evita posibles colisiones entre los portadores en el carril de adelantamiento 2 y portadores en el carril principal 1.

Un uso adicional del carril secundario 2 consiste en hacer un carril 14 de portadores vacíos (figura 21), situado aguas arriba del módulo de carga y descarga. Dicho carril 14 de portadores vacíos tiene la función de garantizar la disponibilidad de portadores para la carga de tubos de ensayo 4. Esta necesidad puede surgir como consecuencia de una petición de que un tubo de ensayo sea procesado con urgencia en caso de no disponibilidad de portadores en el sistema. En esta situación, la unidad de control 100 puede activar la

puerta de parada 8 y liberar un portador vacío 14 para ser cargado con un tubo de ensayo 4 sobre el carril secundario 2.

Como alternativa al carril descrito 14 de portadores vacíos, se puede colocar un carril 80 de portadores vacíos de carga manual aguas abajo del módulo de carga y descarga 18 (figura 25) con el fin de garantizar la disponibilidad de portadores vacíos en caso de que tubos de ensayo urgentes deban ser cargados en el sistema. Dicho carril tiene un determinado número de portadores vacíos en cola, como se muestra en la figura 25, en la puerta de parada 8 en la posición "cerrada". El operario puede tener acceso a dicha área presente en el sistema y cargar manualmente los portadores en cola 3 con tubos de ensayo urgentes 4. Un dispositivo 5 de detección de tubos de ensayo, al detectar la presencia del tubo de ensayo, activa la puerta de parada, llevándolo a la posición "abierta" permitiendo que el portador 3 cargado con el tubo de ensayo 4 llegue al punto de parada posterior en el que se encuentra un lector 7 de código de barras. Dicho lector de código de barras, como se explica más adelante, permite identificar el tubo de ensayo y asociarlo con el portador correspondiente, identificado por la antena 23 situada debajo de la cinta.

La necesidad de garantizar la prioridad de muestreo de tubos de ensayo considerados urgentes se garantiza mediante un almacén intermedio 16 de tubos de ensayo urgentes (figura 22) situado cerca de los probadores, que consiste en una desviación de prioridad 17 situada en el carril principal 1. Los portadores que contienen tubos de ensayo urgentes que llegan a la puerta de parada 201, a la derecha en la figura 22, no se desvían, sino que siguen por el carril principal 1. En la puerta de parada 202, el portador que contiene un tubo de ensayo urgente se desvía mediante el dispositivo de desvío 17 sobre el carril secundario 2, hacia el punto de muestreo 99. Con el fin de permitir a ese portador 3 tener absoluta prioridad, una puerta de parada 203 situada en la unidad secundaria de transporte 2 controla el recorrido de los portadores 3 que contienen tubos de ensayo no urgentes 4 previamente desviados sobre el carril secundario 2, deteniendo de este modo el desplazamiento si un portador 3 que contiene un tubo de ensayo urgente fue desviado de la puerta de parada 202.

Un dispositivo 5 de detección de tubos de ensayo, situado en el punto de detección 22 (figura 5) en el carril secundario 2 cerca del módulo 18 de carga/descarga de tubos de ensayo (figura 1), permite detectar la presencia del tubo de ensayo 4 y de algunas de sus características físicas, tales como, por ejemplo, en el caso de un sistema de detección de cámaras, la altura, diámetro y color del tapón. Esta información puede ser utilizada por los distintos módulos durante las etapas posteriores del proceso (por ejemplo, la información de diámetro se utiliza por algunos probadores para establecer la cantidad de líquido que se recogerá del tubo de ensayo durante la etapa de ensayo). El tipo de características físicas identificadas depende del tipo de dispositivo utilizado para detectar el tubo de ensayo.

En la realización mostrada, se utilizan dispositivos 5 de detección de presencia y altura consistentes en dos sensores fotoeléctricos de presencia: sensor de presencia 301 y el sensor de altura 302. Dichos sensores 301 y 302 son activados por la unidad de control 100 cuando la antena 23 colocada debajo de la cinta

cerca del punto de detección 22 detectan el código de identificación del portador 3, que se mantiene detenido en la posición de la puerta de parada 8. El sensor de presencia 301 se activa para comprobar la presencia del tubo de ensayo 4 en el portador 3, mientras que el sensor de altura 302 se activa para comprobar la altura del tubo de ensayo. Dicho sensor 302 se coloca con el fin de detectar el tubo de ensayo solo si este tiene una altura contenida en un determinado intervalo de alturas. En el caso de que el tubo de ensayo sea inferior al valor mínimo de dicho intervalo, el sensor 302 no detecta su presencia y el tubo de ensayo se considera "bajo" si tiene una altura como para ser incluido en la ventana de exploración del sensor 302 se considera "alto".

Los dos sensores 301 y 302 se instalan en un soporte 303 fijado al protector superior 304 del sistema.

Tras la confirmación de la presencia de tubo de ensayo enviado por el dispositivo de detección 5 a la unidad de control 100 (junto con la información sobre la altura del tubo de ensayo), un lector 7 de código de barras (figura 5) se activa para identificar el código de barras presente en la etiqueta aplicada a la pared lateral del tubo de ensayo 4. Con el fin de permitir una correcta lectura del código de barras, un dispositivo de rotación 6 de tubo de ensayo, garantiza una rotación del tubo de ensayo sobre su eje durante el tiempo de escaneo láser de dicho código de barras 7, como se describe en la solicitud internacional de patente n. PCT/EP2006/069275.

Un lector de código de barras es un dispositivo láser capaz de escanear el código de barras. El código de barras del tubo de ensayo 4, una vez decodificado en un código de identificación, se comunica a la unidad de control 100.

La unidad de control garantiza la asociación unívoca del código de identificación del tubo de ensayo 4 con el código de identificación del portador 3 identificado por la antena 23 en el punto de detección 22. De esta manera, es posible identificar el tubo de ensayo 4 por medio del portador correspondiente 3 a lo largo del proceso en el sistema de transporte.

Después de completar positivamente la identificación del tubo de ensayo 4, el portador 3 que contiene el tubo de ensayo 4 podrá empezar a desplazarse por el sistema.

Los portadores 4, que contienen tubos de ensayo 4 que deben llegar a un probador 17 y permitir el muestreo de tubos de ensayo, se derivan sobre el carril secundario 2, para luego desviarse por segunda vez sobre un carril de muestreo 13. Se pueden hacer diferentes configuraciones de carril de muestreo (placa, recta, en forma de L), de acuerdo con los diferentes tipos de probadores existentes 17.

Cuando se alcanza un módulo de ensayo 17, el tubo de ensayo contenido en el portador 3 se detiene en el punto de trabajo de dicho módulo, en el que el material biológico puede ser recogido. Esta recogida se puede realizar desde tubos de ensayo cerrado y desde tubos de ensayo abiertos, sobre la base del tipo de probador, y se realiza generalmente por medio ya sea de agujas, si el tubo está cerrado, o de pipetas, si el tubo de ensayo está abierto, accionadas por los brazos mecánicos que tienen la tarea de aspirar el material biológico del tubo de ensayo y transportarlo al probador.

Si el probador utiliza agujas, el tubo de ensayo no debe desgarrarse antes de llegar en el probador, ya que

la aguja se inserta en el tubo de ensayo a través del caucho presente en la superficie superior del tapón.

Si el probador utiliza pipetas, el tubo de ensayo deberá llegar al punto de trabajo del probador sin tapón para permitir que la pipeta sea insertada dentro del cuerpo del tubo de ensayo y aspirar el espécimen.

A diferencia del primer procedimiento, este segundo procedimiento de aspiración no tiene problemas particulares, porque en el primer caso puede que no sea posible extraer la aguja, una vez que se inserta dentro del tubo de ensayo, con lo que queda atascada en el caucho del tapón. Este error representa una causa importante de riesgo porque el tubo de ensayo puede ser extraído del portador 3 que lo contiene y ser levantado por el brazo robótico al que está conectada la aguja y por lo tanto llevado al probador, causando daños que son fácilmente imaginables.

Con el fin de superar este problema, puede haber presente un dispositivo 121 de bloqueo de tubo de ensayo, adaptado para bloquear el tubo de ensayo contenido en el portador 3 durante la etapa de muestreo, como se muestra en la figura 28. Dicho dispositivo de bloqueo 121 se monta en el protector superior 64 del sistema de transporte y comprende un anillo de bloqueo 122 adaptado para realizar un movimiento vertical con respecto a la superficie desde arriba hacia abajo, y viceversa.

Este anillo 122, controlado por un pistón neumático, o, alternativamente, por un motor eléctrico es movable verticalmente entre una posición alta de reposo (figura 27) y una posición más baja de bloqueo, cuando el tubo de ensayo se detiene en el punto de trabajo, antes del muestreo, de modo que el anillo 122 aplica una pequeña presión por el tapón del tubo de ensayo.

Durante el muestreo, se inserta la aguja en el tubo

de ensayo penetrando en el caucho del tapón y saliendo después de haber realizado la aspiración.

En virtud de la presencia del anillo 123, el tubo de ensayo, a pesar de ser sometido a tensión en la dirección vertical, permanece bloqueado en el portador sin moverse, permitiendo de este modo que el brazo mecánico del probador extraiga la aguja del caucho del tapón. Al final del proceso, el bloque 122 vuelve a la posición alta permitiendo que el tubo de ensayo continúe en su recorrido.

En condiciones de altas cargas de los tubos de ensayo a procesar, puede estar presente un módulo 81 de ajuste de flujo de portadores (figura 24), que tiene la función de transporte de portadores 3 cargados con tubos de ensayo 4 a los carriles de estacionamiento que esperan que el tráfico excesivo que sea procesado por el sistema.

En concreto, la unidad de control 100, de acuerdo con el procesamiento realizado en los tubos de ensayo, puede decidir desviar los portadores cargados en dicho módulo 81 de ajuste de flujo. Esta elección se determina sobre la base de la carga de los módulos previos a los ensayos y de ensayos: si un tubo de ensayo 4 en un portador 3 debe ser procesado por un módulo dado en ese tiempo de trabajo para el procesamiento de otros tubos de ensayo, se pone en espera en el módulo 81 de ajuste de flujo. Dicho módulo 81 de ajuste de flujo se compone de cinco carriles de estacionamiento 82 adaptados para dar cabida a tubos de ensayo 4 en los portadores 3. Tales tubos de ensayo se sueltan sobre el carril principal de transporte 1 por medio del carril de liberación 83. El flujo de transporte y liberación de los portadores 3 en el módulo 81 de ajuste de flujo es ajustado por la presencia de los dispositivos 9 de desvío de portadores y las puertas de parada 8 situadas en el carril secundario 2, como se muestra en la figura 24.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema automatizado de laboratorio para la manipulación de tubos de ensayo (4) que contienen especímenes de material biológico soportados por dispositivos de transporte (3) a lo largo de unos carriles de guía (1, 2), en los discurren unas cintas transportadoras motorizadas (62),

que incluye un dispositivo de detección (5) del tubo de ensayo (4) situado en la zona de carga del tubo de ensayo (4) en el dispositivo de transporte (3), un dispositivo de lectura de código de barras aplicado sobre la superficie lateral de dicho tubo de ensayo (4) adaptado para identificar el tubo de ensayo (4), dicho código de barras se aplica al tubo de ensayo antes de ser cargado en el dispositivo de transporte, unos medios de identificación y de control, preferiblemente del tipo RFID, del dispositivo de transporte (3) de los tubos de ensayo (4), que comprende una red de antenas (23) debidamente situadas en el sistema en los dispositivos de parada (8) con el fin de poder comunicarse con los transpondedores de unos correspondientes medios de transporte (3) que almacenan datos de reconocimiento del dispositivo de transporte correspondiente (3), y una unidad de control (100) capaz de asociar los dispositivos de transporte (3) de los tubos de ensayo (4) con los tubos de ensayo correspondientes, mediante la recepción de los datos y la transmisión de órdenes a los dispositivos montados en el sistema,

**caracterizado** porque

comprende unos módulos (51), que se ensamblan mutuamente en un número variable de acuerdo a diferentes configuraciones,

cada módulo (51) comprende un carril principal (1) y por lo menos un carril secundario (2) paralelo con dicho carril principal (1), y se comunican entre sí mediante un dispositivo de desvío (9) del dispositivo de transporte (3) cada uno de los cuales comprende un soporte frontal (41) y un soporte trasero (42) que permiten fijar el dispositivo de desvío (9) a la estructura (63) del carril principal (1), unos reguladores de flujo (43) adaptados para ajustar el movimiento de un cilindro (44) responsable de la rotación de una palanca (45) sobre un pasador (46) entre una posición de reposo adaptada para permitir que el dispositivo de transporte (3) continúe su desplazamiento por el carril principal (1), y una posición de trabajo adaptada para desviar linealmente el dispositivo de transporte (3) desde el carril principal (1) al carril secundario (2).

2. Un sistema según la reivindicación 1, **caracterizado** porque incluye un dispositivo de elevación (10) de la cinta transportadora (62) adaptado para evitar el contacto entre la cinta (62) y la estructura de soporte (63) de los carriles (1-2) en caso de una acción de compresión en el tubo de ensayo (4) y por lo tanto en la cinta (62).

3. Un sistema según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicho dispositivo de elevación (10) comprende un cuerpo externo (71) que contiene un cilindro neumático (72) alimentado por medio de un regulador de caudal (73) adaptado para permitir la rotación de una corredera (74) sobre un pasador (75) integral con dicho cuerpo externo (71) entre una posición de reposo y una posición de trabajo con la cinta elevada (62), un resorte en el interior de la corredera permite el regreso del mismo a la posición de reposo.

4. Un sistema según la reivindicación 1, **caracte-**

**rizado** porque incluye unos módulos (51) que se pueden componer de acuerdo a diversas configuraciones, cada una de ellas comprende un primer par de carriles adyacentes y recíprocamente paralelos principal (1) y secundario (2) para el adelantamiento de los dispositivos de transporte (3) y/o para dirigir los dispositivos de transporte (3) de los tubos de ensayo (4) a las estaciones previas a los ensayos (19-20), las de los ensayos (17) y las posteriores a los ensayos (21), por deslizamiento de los dispositivos de transporte (3) mediante unas cintas transportadoras correspondientes (62) alojadas en dichos carriles (1-2), movibles en la misma dirección, y un segundo par de carriles similares (1-2), paralelos y adyacentes a dicho primer par, pero con un sentido contrario de movimiento a la cintas transportadoras (62) con respecto a dicho primer par.

5. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un dispositivo (5) de detección de altura y de presencia de fotovídeo que comprende dos sensores fotoeléctricos (301 y 302) activados por la unidad de control cuando la antena (23) colocada cerca de un punto de detección (22) detecta el código de identificación del dispositivo de transporte (3), el primer sensor (301) se activa para controlar la presencia del tubo de ensayo (4) en el dispositivo de transporte (3) el segundo sensor (302) se activa para controlar la altura del tubo de ensayo (4), la presencia del tubo de ensayo activa el lector de código de barras para el código de barras presente en la etiqueta del tubo de ensayo (4).

6. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende una parte de esquina (12) que consta de dos módulos adyacentes de transporte rectilíneo (51), el paso de los tubos de ensayo desde un módulo (51) al otro se determina mediante unas placas horizontales motorizadas (110) adaptadas para tomar el dispositivo de transporte (3) del tubo de ensayo (4) desde una cinta (62) del primer módulo (51) depositándolo de este modo en la cinta (62) del segundo módulo (51).

7. Un sistema según la reivindicación 6, **caracterizado** porque comprende dos módulos rectilíneos de transporte (51) que son integrales entre sí y tienen una forma de "T" (15).

8. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichos dispositivos de transporte (3) comprenden unos transpondedores alimentados por el campo electromagnético generado por la red de antenas (23).

9. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende unas puertas de parada (8) cada una de las cuales comprende un cuerpo externo (91) fijado a la estructura (63) del módulo de transporte (51) por medio de un soporte (97), y que incluye un selector movable (93) por medio de un cilindro neumático (92), alimentado por un regulador de flujo (96), entre una posición de bloqueo del dispositivo de transporte (3) y una posición de reposo en la que se permite el paso del dispositivo de transporte (3), un resorte ubicado en el interior del selector (93) permite el retorno a la posición de reposo desde la posición de bloqueo.

10. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un módulo de ajuste (81) del flujo de portadores cargados que tiene unos carriles de estacionamiento (82) y un carril de liberación (83).

11. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un dispositivo de giro en U (11) en un segmento intermedio del sistema de transporte, que comprende una placa (110) de giro en U en la que los portadores (3) son transportados por medio del carril principal (1), el carril secundario (2) proporciona el desvío del portador (3) si el giro en U no es necesario.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

12. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un dispositivo (121) de bloqueo de tubo de ensayo que incluye un anillo (123) movable vertical y selectivamente entre una posición alta de reposo y una posición baja de bloqueo del tubo de ensayo en el que el anillo (123) se acopla con el tapón del tubo de ensayo.

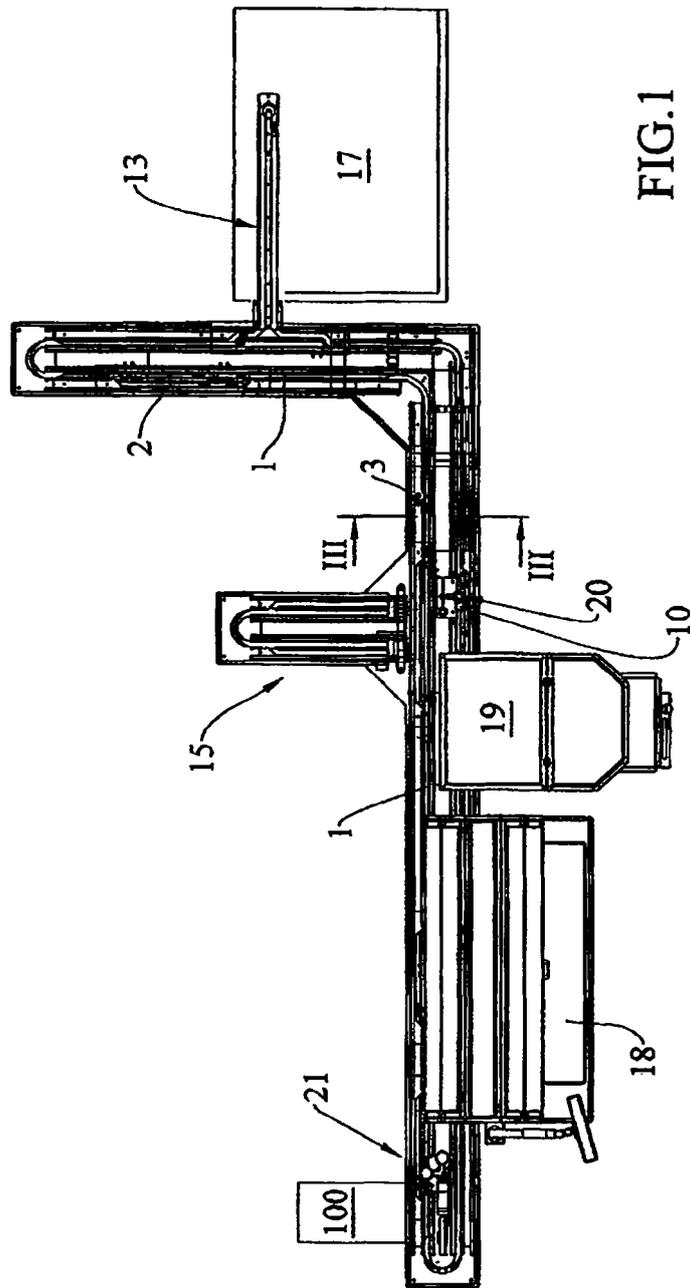


FIG.1

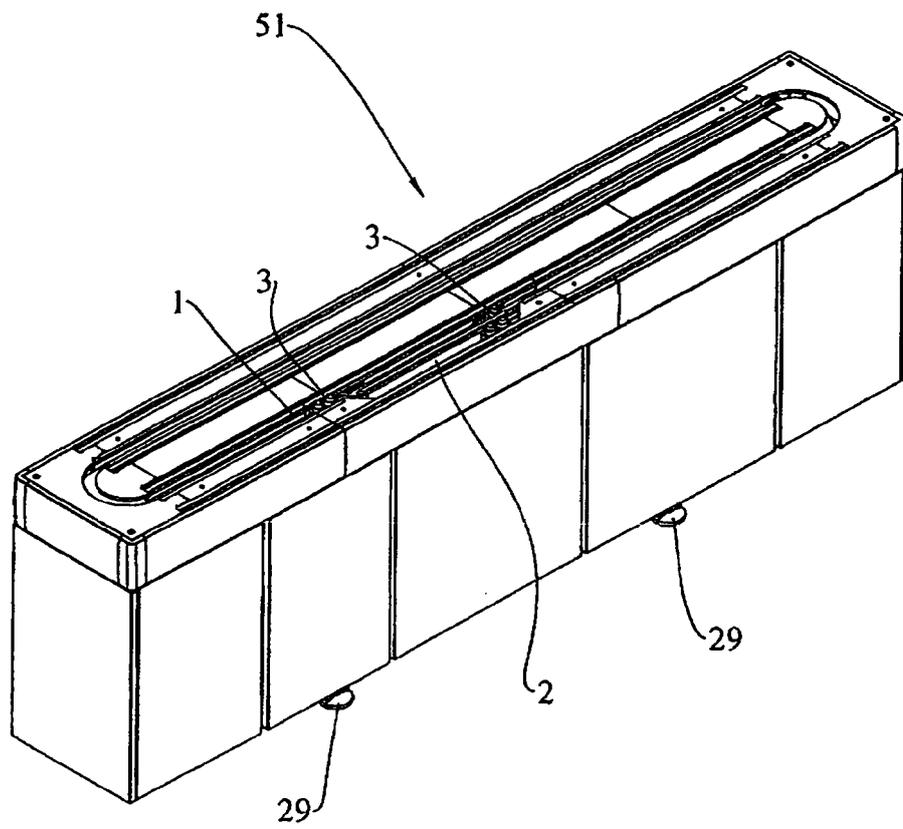
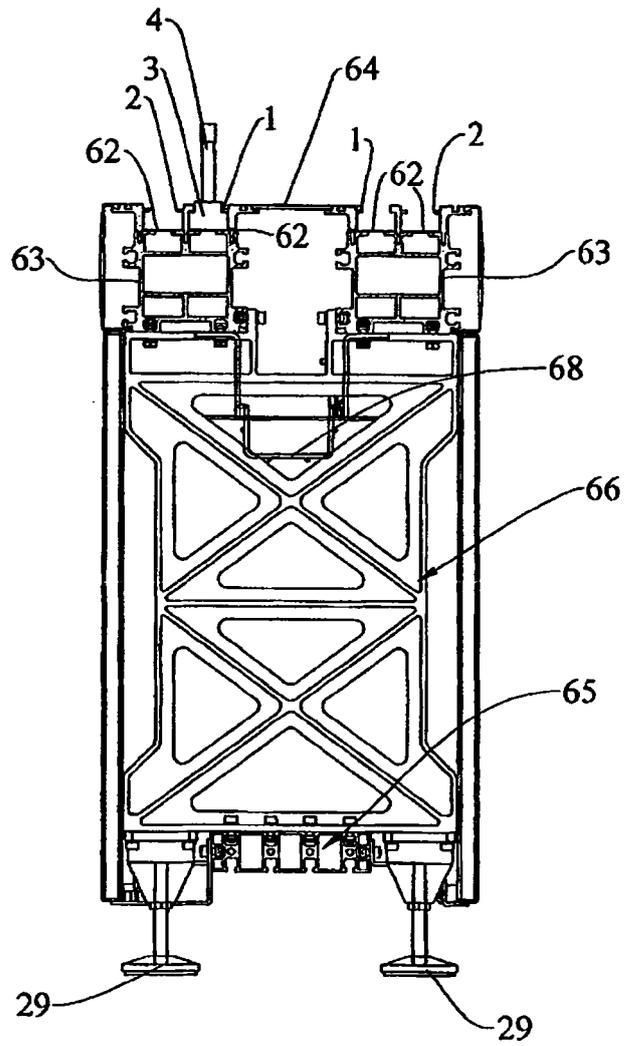


FIG.2



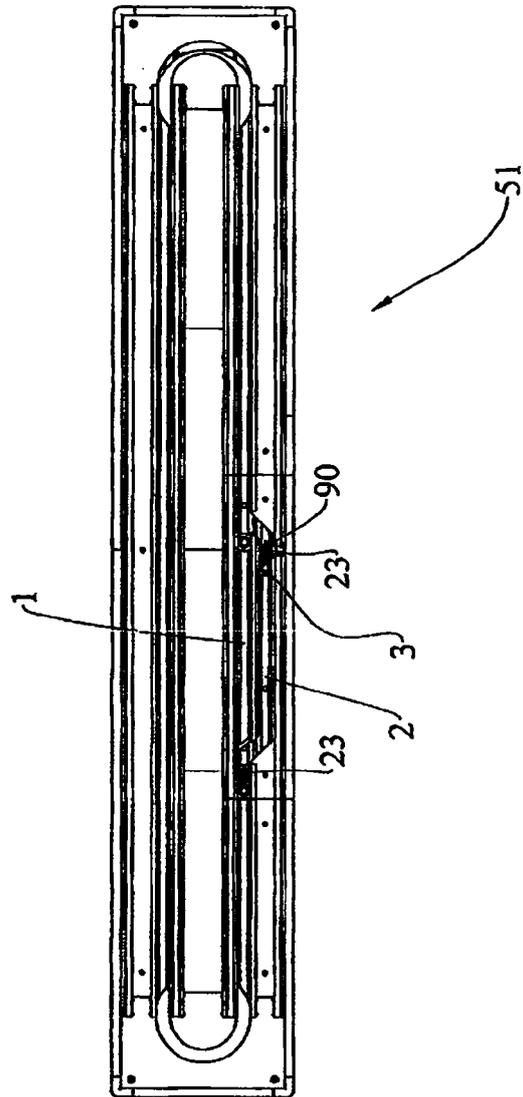


FIG.4

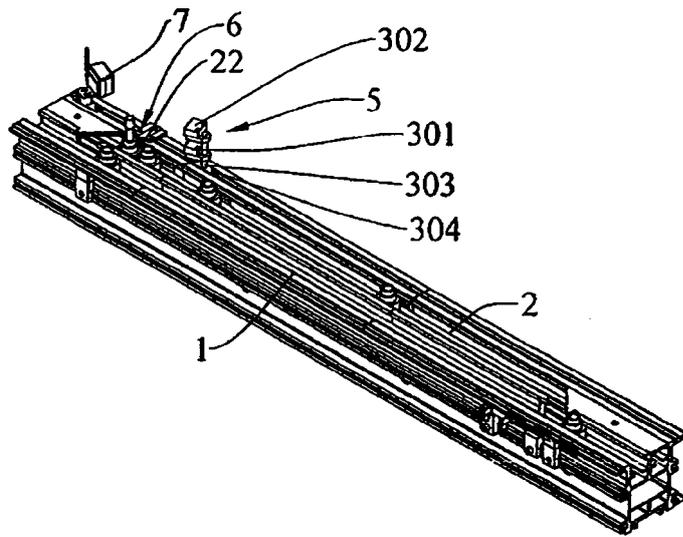


FIG.5

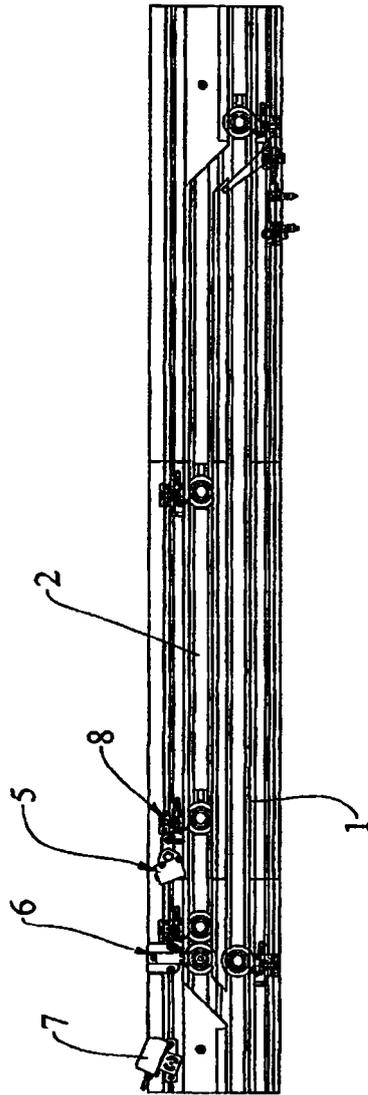


FIG.6

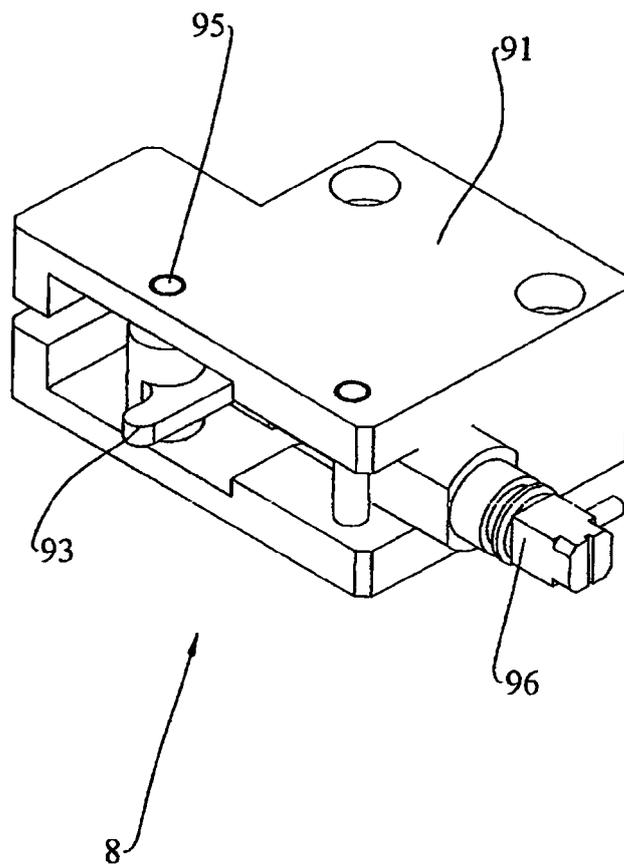


FIG. 7

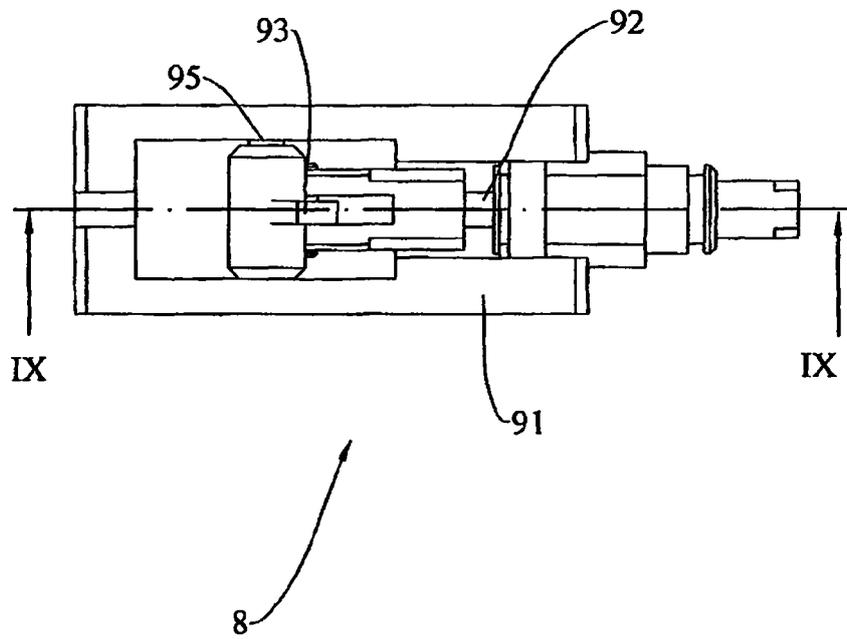


FIG.8

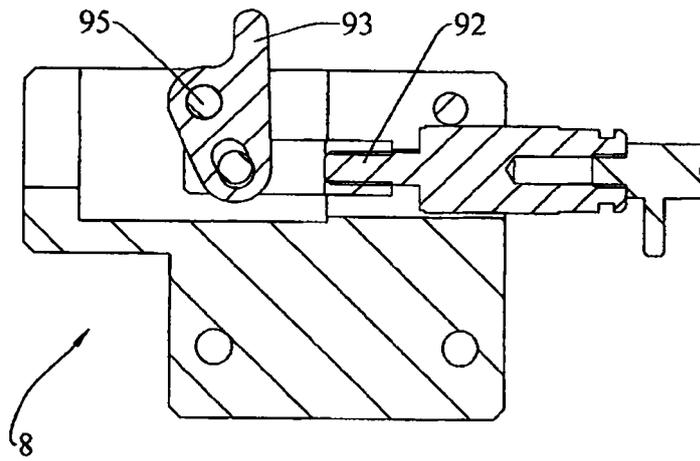


FIG. 9

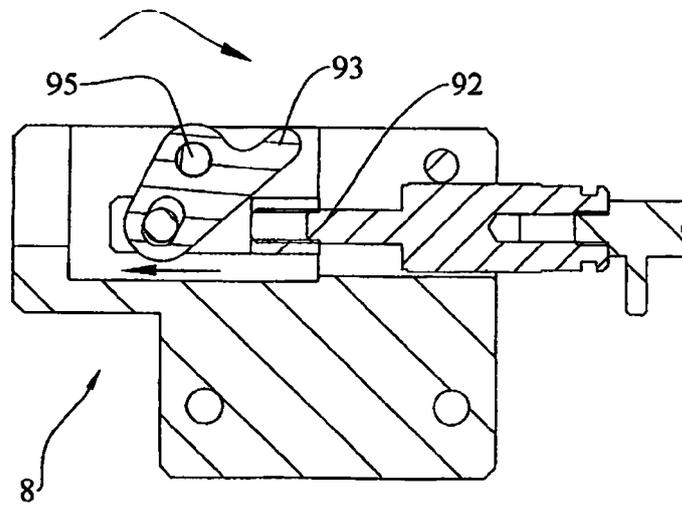
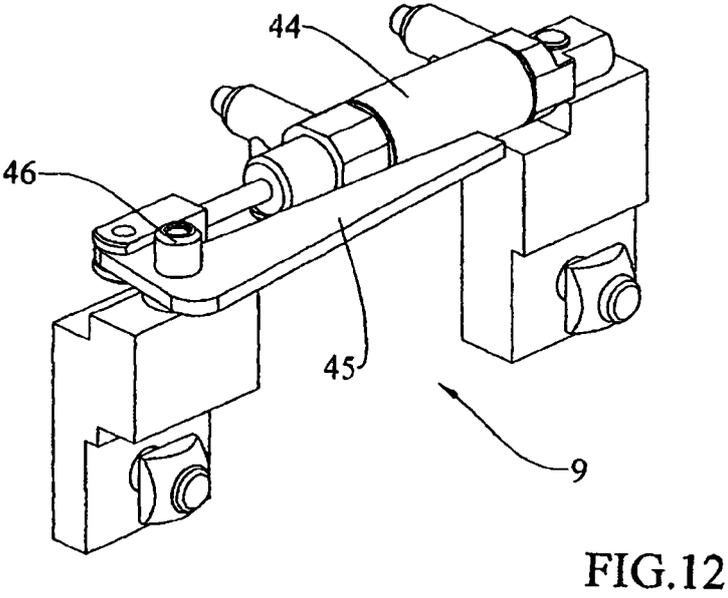
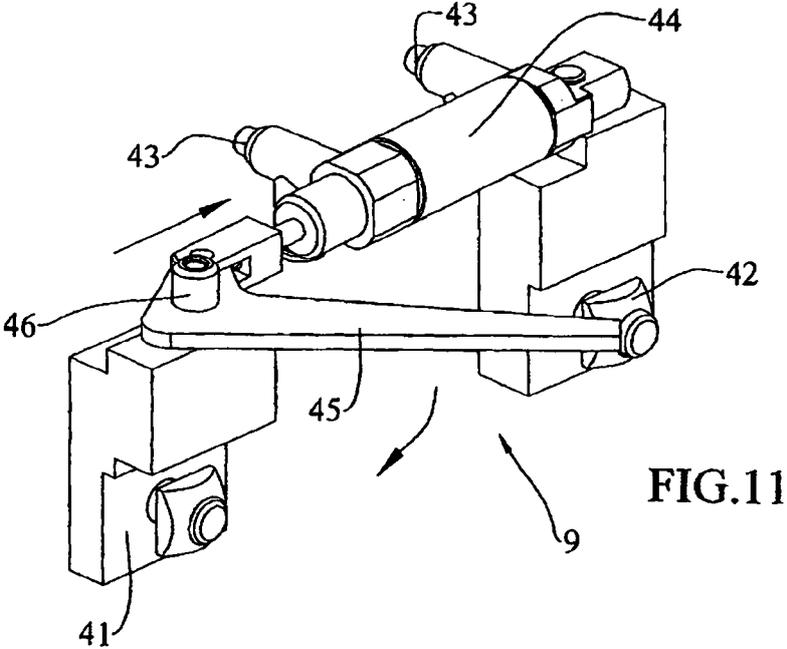


FIG. 10



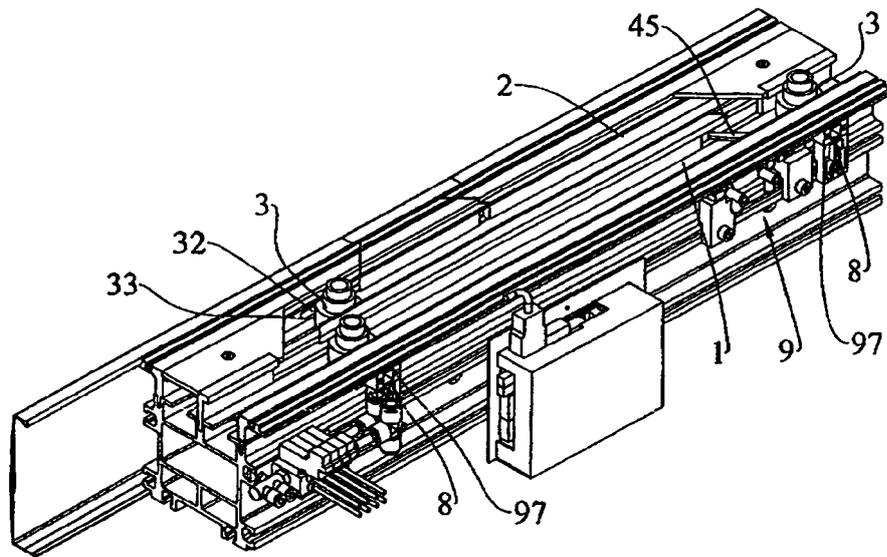


FIG.13

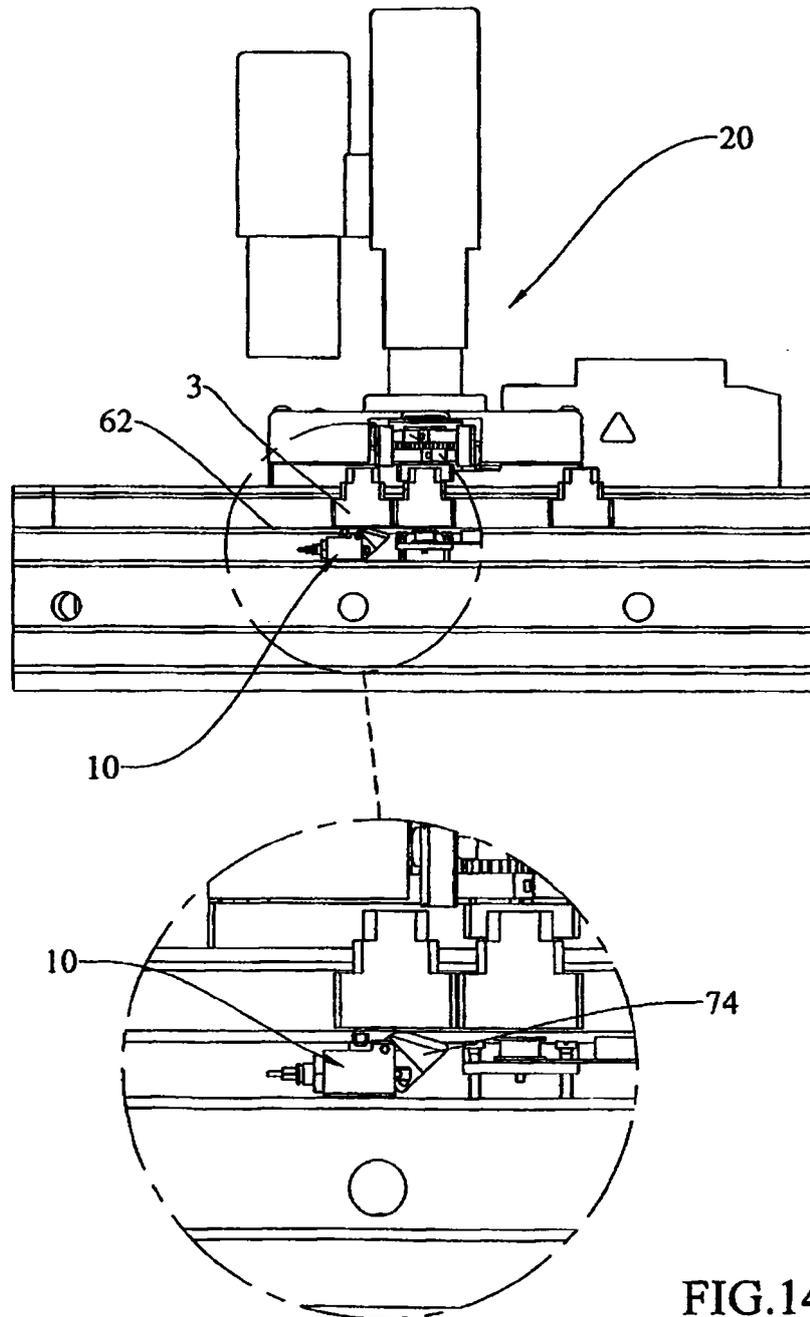


FIG.14

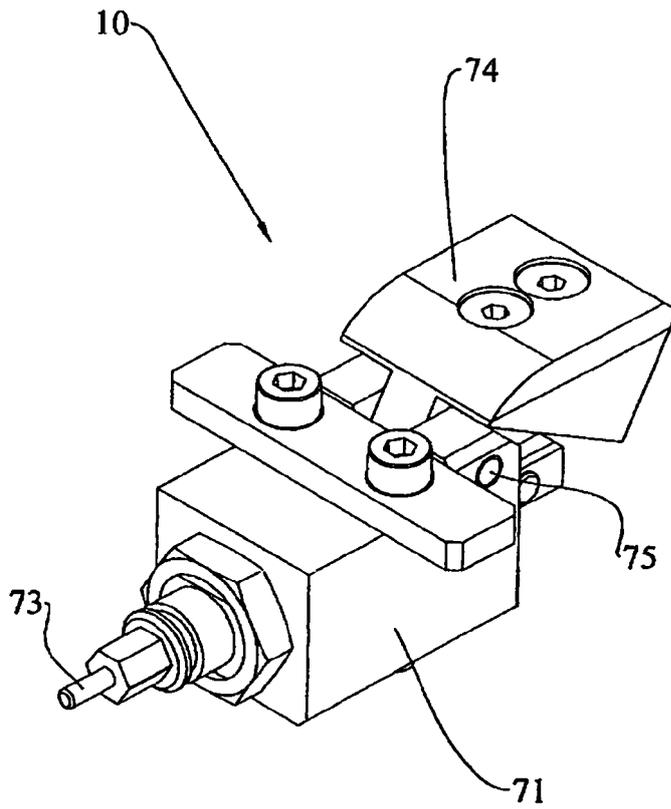


FIG.15

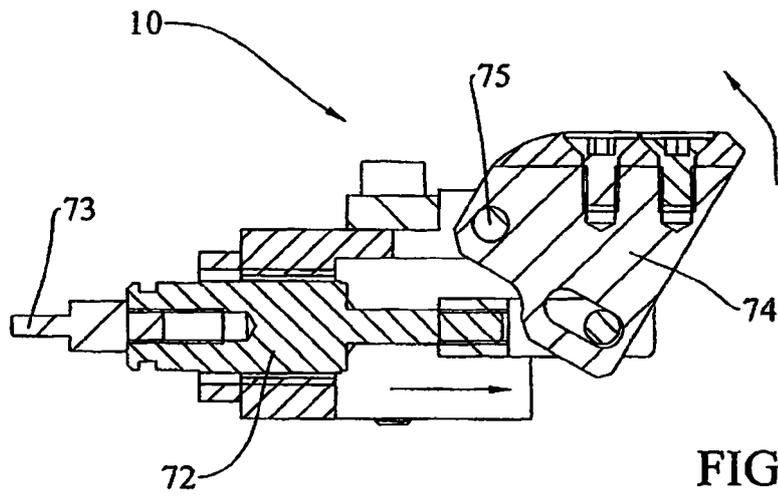


FIG. 16

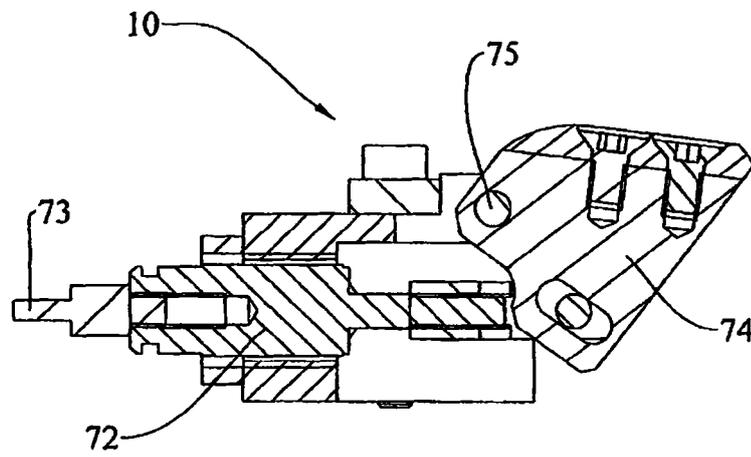


FIG. 17

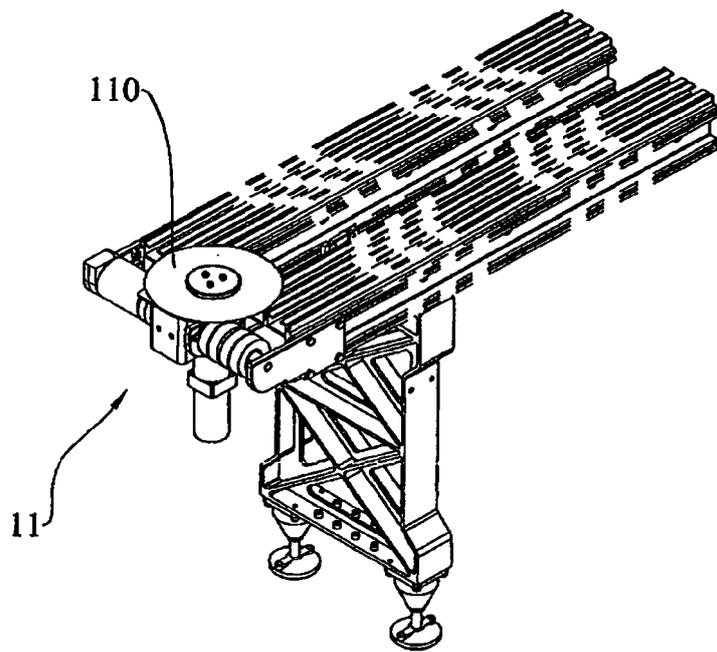


FIG.18

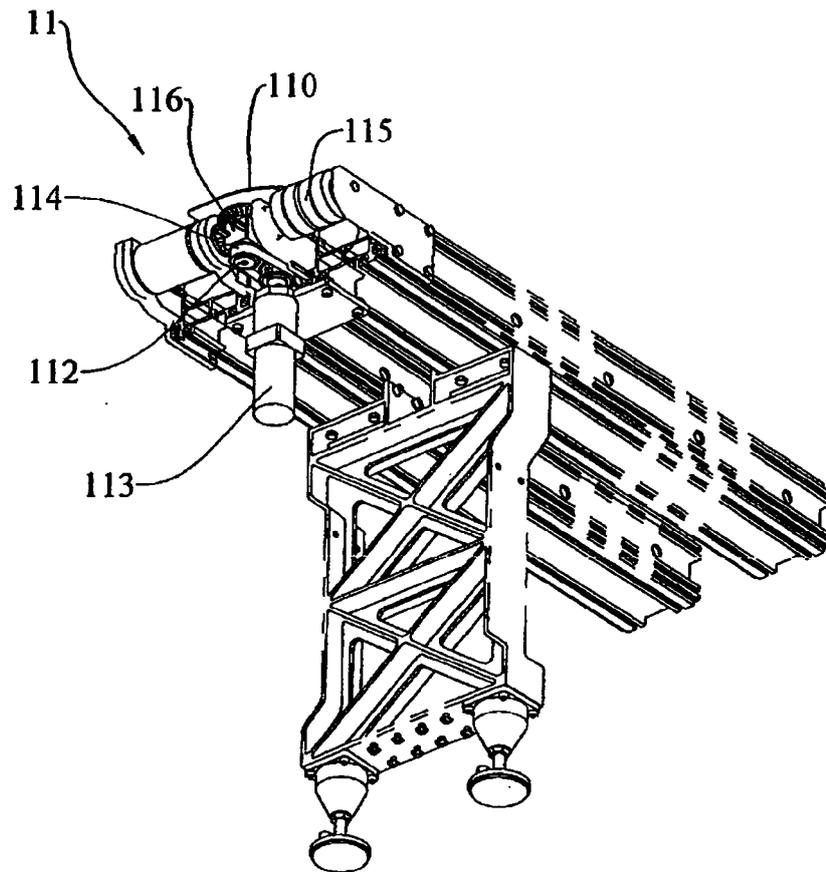


FIG.19

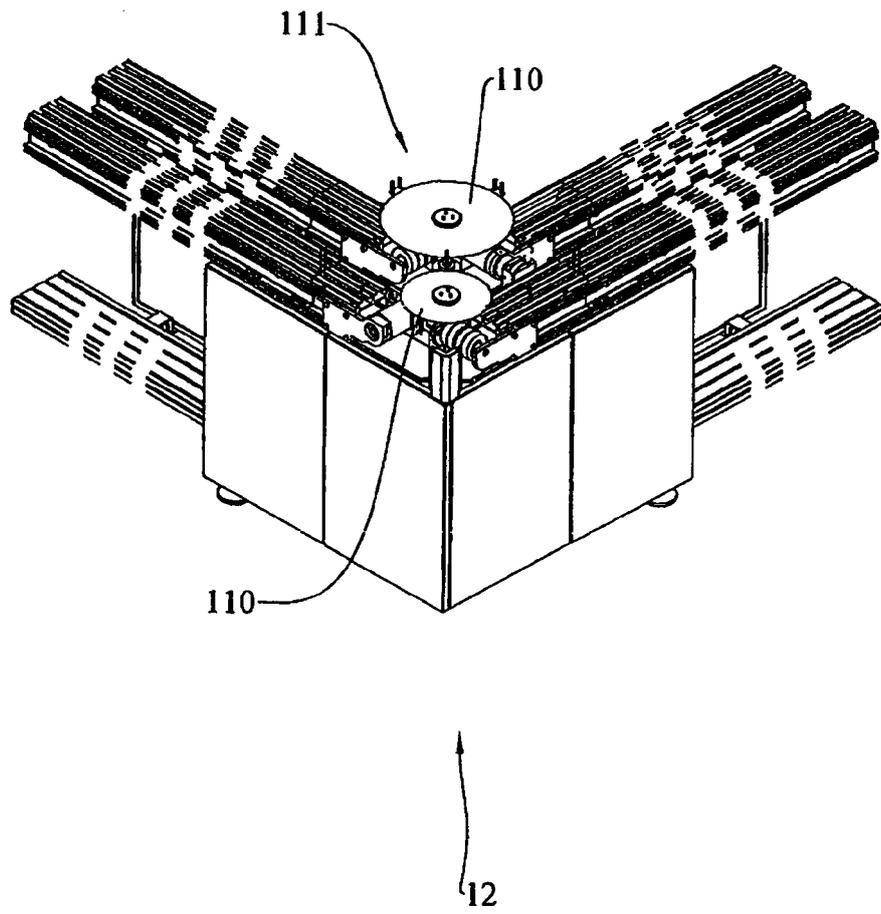


FIG.20

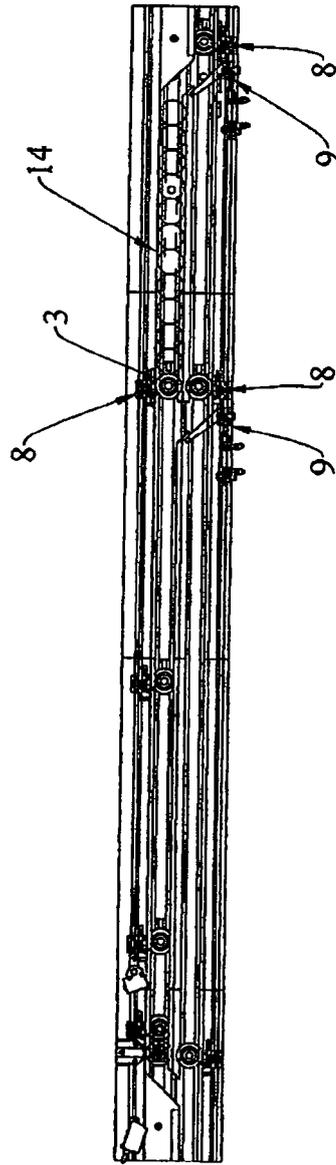


FIG.21

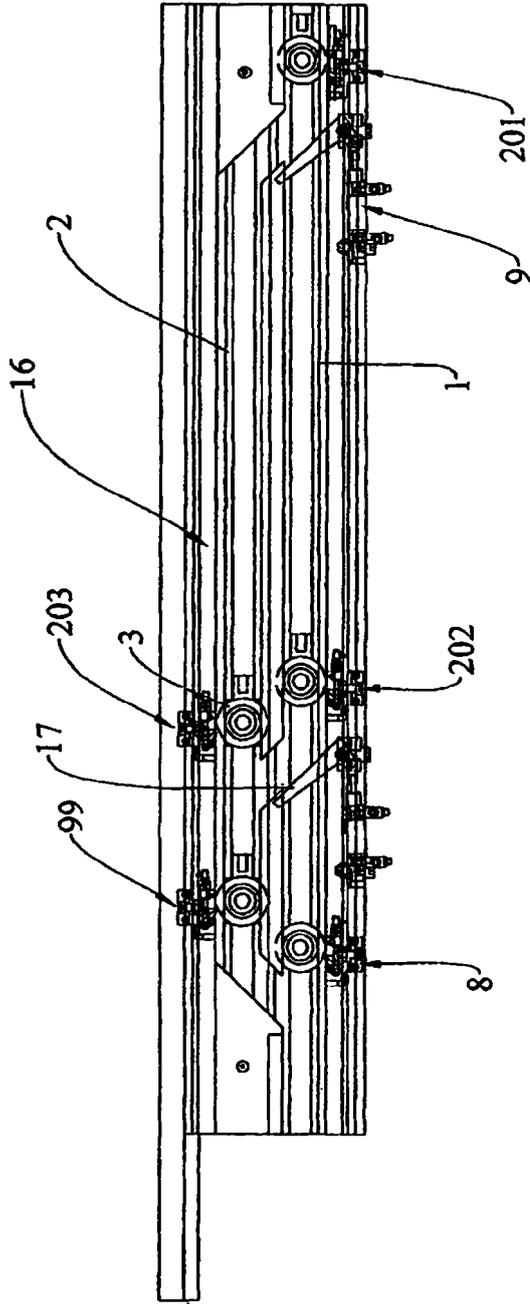


FIG.22

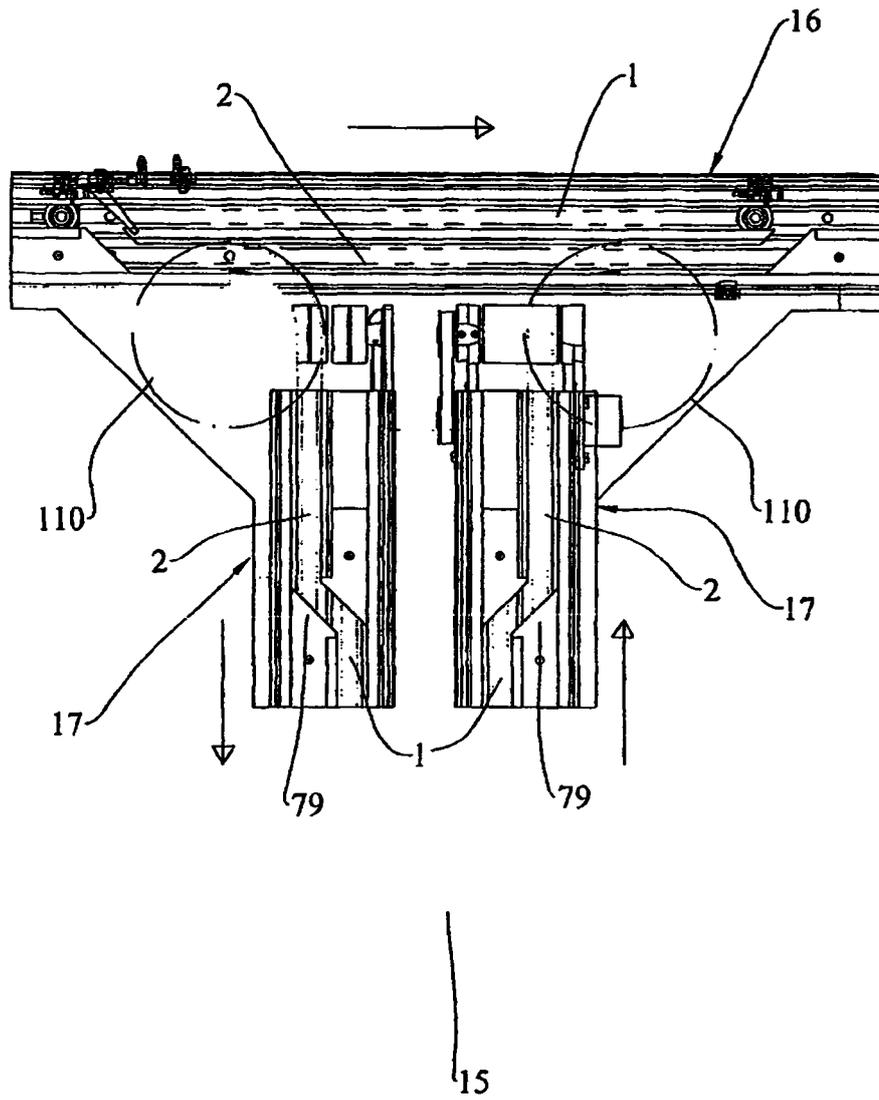


FIG.23

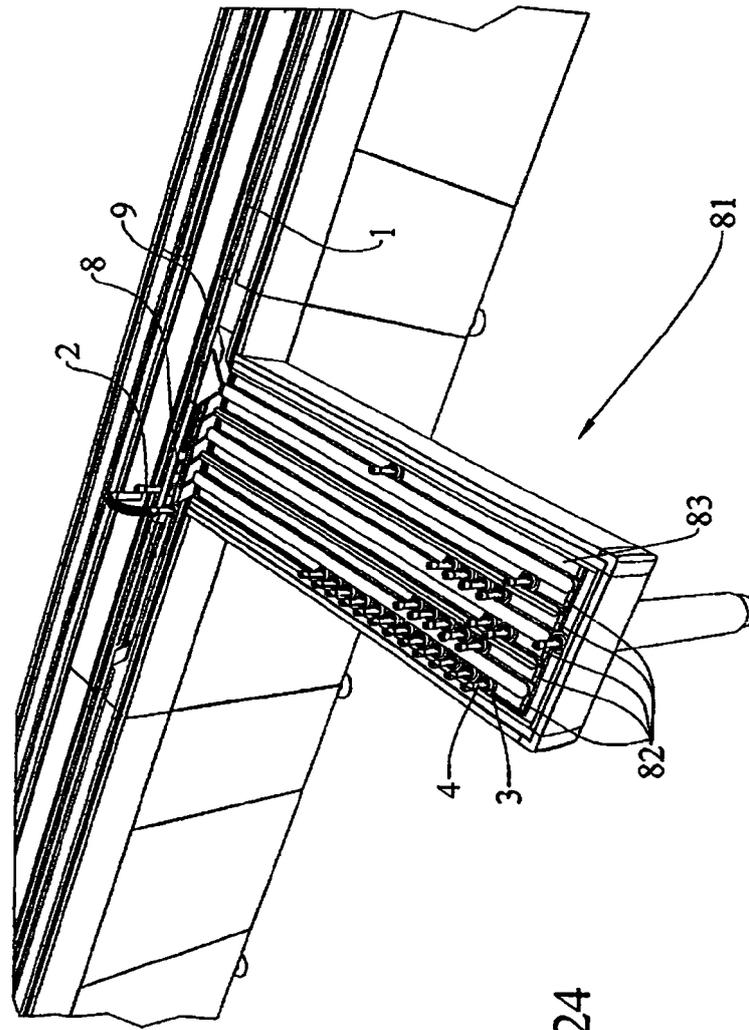


FIG.24

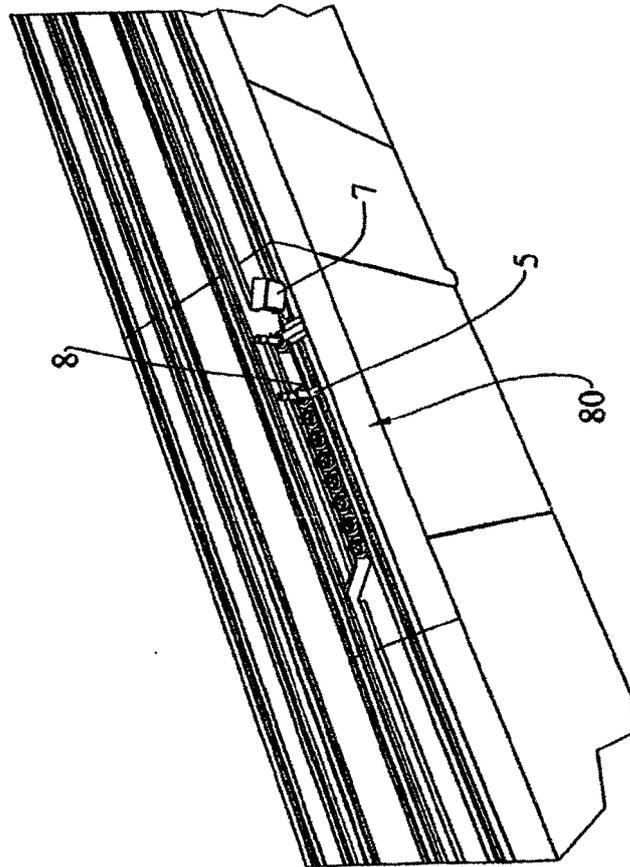


FIG.25

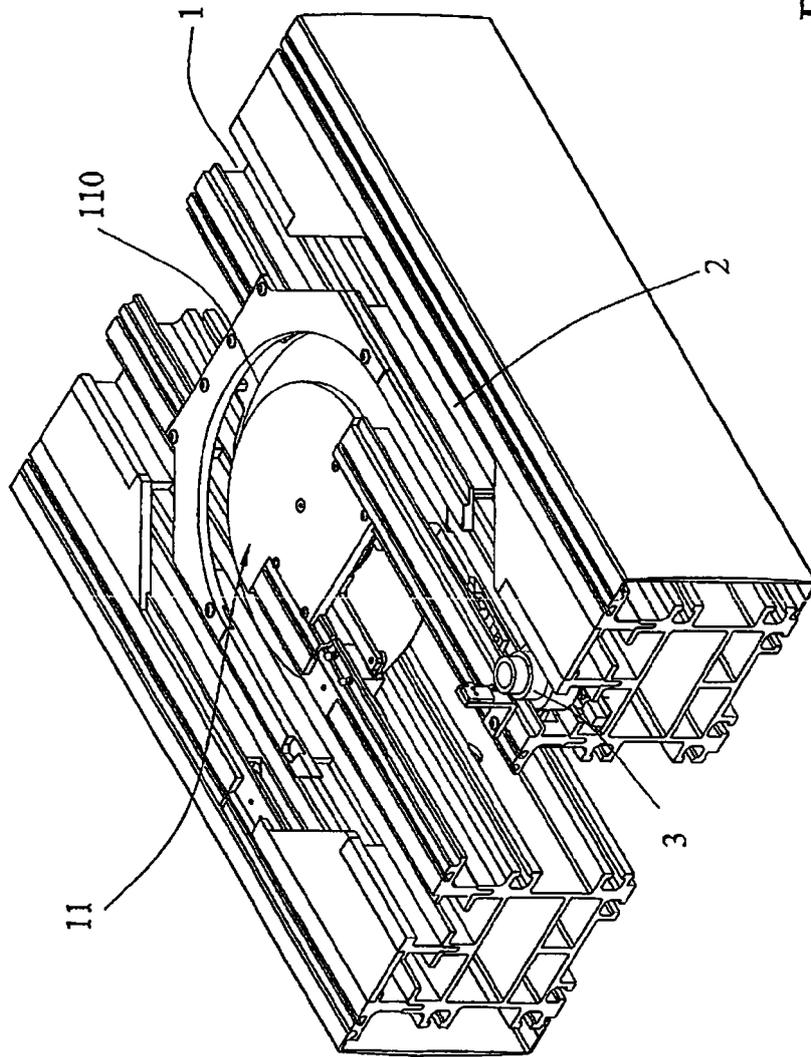


FIG.26

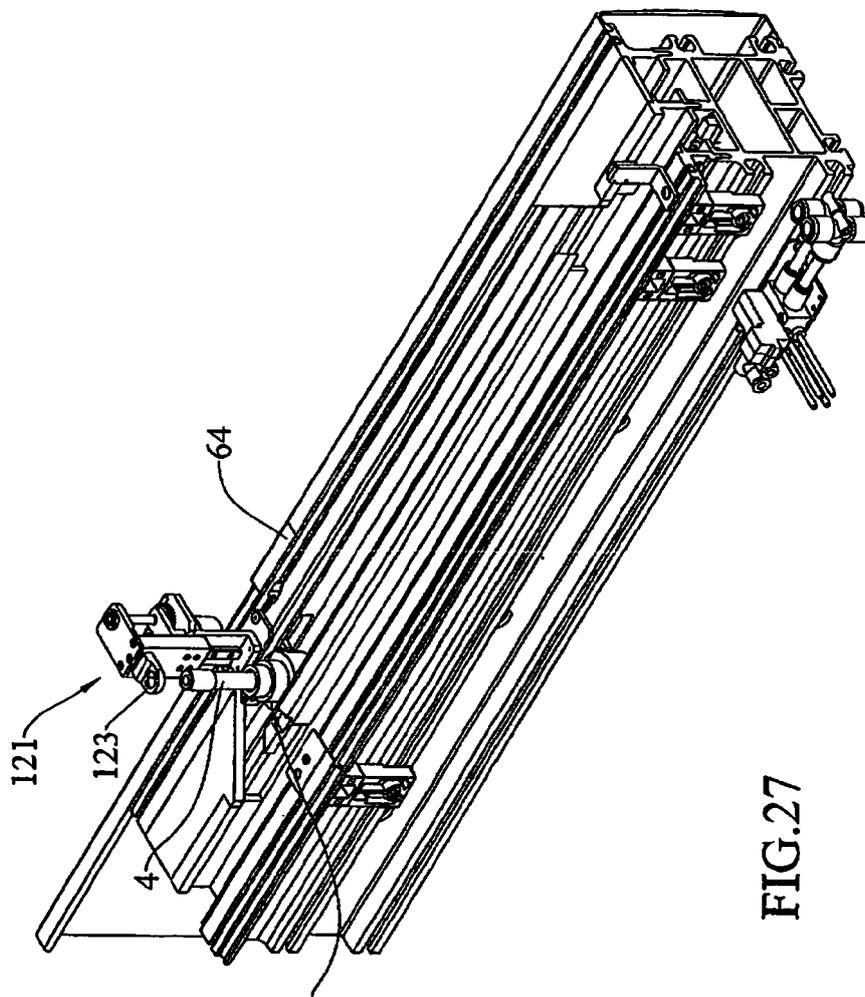


FIG.27

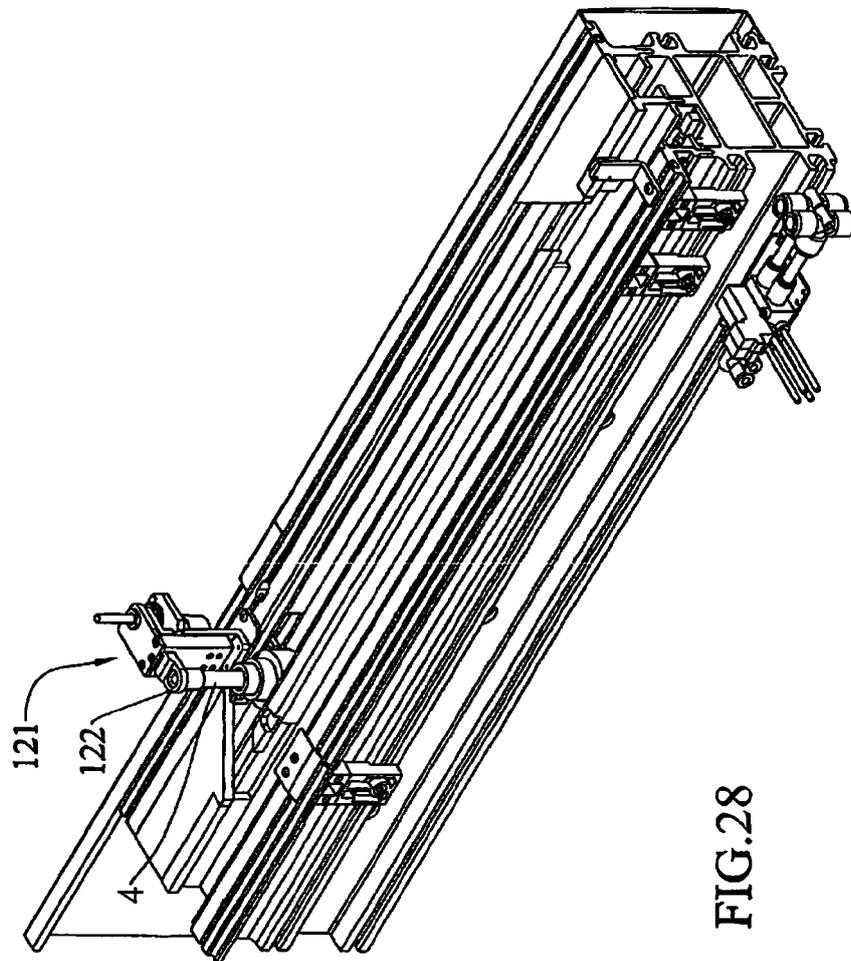


FIG.28