

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 197**

51 Int. Cl.:

**F25C 1/00** (2006.01)

**A61F 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2015 PCT/US2015/062921**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.06.2016 WO16086231**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2015 E 15863413 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3224555**

54 Título: **Producción de hielo triturado quirúrgico bien mezclado**

30 Prioridad:

**30.11.2014 US 201462085590 P**  
**05.10.2015 US 201514875589**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.08.2020**

73 Titular/es:

**CO CHANGE SURGICAL LLC (100.0%)**  
**101 N. Chestnut Steet, Suite 301**  
**Winston-Salem, NC 27101, US**

72 Inventor/es:

**KAMMER, PATRICK;**  
**RACKERS, KEVIN, JOSEPH y**  
**PERROT, BENJAMIN, A.**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 781 197 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

Producción de hielo triturado quirúrgico bien mezclado

### Antecedentes

#### Campo de la divulgación

5 La presente divulgación se refiere en general a la producción de un medio terapéutico estéril tal como hielo triturado quirúrgico estéril para uso en cirugía. Más en particular, la presente divulgación se refiere a la mezcla de hielo triturado quirúrgico mientras la solución salina y el hielo triturado quirúrgico son enfriados para proporcionar una suspensión de hielo triturado con propiedades mecánicas deseables.

10 El hielo triturado de solución salina estéril es usado en una variedad de aplicaciones quirúrgicas para reducir los índices metabólicos de órganos y tejidos, protegiendo por consiguiente a los órganos de daño irreversible a los tejidos durante cirugías de trasplante de órganos cardíacos, neurológicos, cirugías vasculares, urológicas y otras cirugías complejas. Es importante que el hielo triturado tenga una configuración tan suave y esférica como sea posible para asegurar un hielo triturado atraumático sin bordes de cristal filosos que puedan punzar o dañar el tejido. El hielo triturado debe tener una consistencia sustancialmente uniforme para mantener el rendimiento de enfriamiento termodinámico óptimo. El hielo triturado quirúrgico es una mezcla de cristales de hielo formados mientras son enfriadas solución salina y cierta cantidad de solución salina líquida que permanece en forma líquida.

15 La Patente de los Estados Unidos de titularidad compartida Núm. 7.874.167 (publicada previamente como US2009/0301107 A1) para Method and Apparatus for Producing Slush for Surgical Use enseña un proceso para fabricación de hielo triturado en el que la solución salina es colocada en el interior estéril de un recipiente con una tapa que encastra roscas en las paredes exteriores del recipiente. El recipiente sólo es llenado parcialmente con solución salina estéril de modo tal que el hielo triturado pueda caer como se describe a continuación. El recipiente es colocado en una porción de un dispositivo para congelamiento de hielo triturado con la parte superior del recipiente no sobre la parte inferior del recipiente (horizontal o inclinado, pero no vertical). A medida que el recipiente es enfriado, el recipiente es girado a una velocidad constante. Las características de agitación que se extienden hacia dentro desde al menos las paredes exteriores operan para elevar el hielo triturado hacia fuera de la suspensión de hielo triturado y luego para dejar caer el hielo triturado dentro de la suspensión de hielo triturado. Esta agitación mecánica constante mientras la suspensión de hielo triturado es convertida lentamente de un estado en que no es hielo a cristales predominantemente pequeños de hielo triturado quirúrgico estéril produjo una suspensión con propiedades mecánicas deseables dado que los cristales de hielo eran pequeños en lugar de grandes.

20 El hielo triturado quirúrgico deseable tiene una consistencia sustancialmente uniforme. El hielo triturado quirúrgico deseable se sentirá suave al tacto sin ninguna formación cristalina dura. De este modo, los cristales de hielo creados para uso en un cono de nieve no serán aceptables y esa clase de consistencia debe ser evitada a través del control del proceso de creación del hielo triturado.

25 Es deseable evitar introducir palas en el recipiente estéril para mezclar el hielo triturado ya que las palas introducen vectores adicionales para la introducción de contaminación al material estéril.

30 Si bien hay numerosos procedimientos para proporcionar cierto nivel de mezcla a un líquido para lograr uniformidad sustancial entre una temperatura refrigerada de la pared exterior de un recipiente que contiene el líquido y los contenidos líquidos, lograr una suspensión de hielo triturado bien mezclada es sustancialmente más difícil dado que la suspensión de hielo triturado semisólida no se comporta como un líquido.

35 La agitación mecánica a medida que el hielo triturado es creado permite la conformación de pequeñas formaciones de cristal en los sitios de nucleación, pero el crecimiento del tamaño de las formaciones de cristal es inhibido dado que la agitación mecánica evita el crecimiento de cristales más grandes. Cuando estos cristales pequeños están suspendidos en fluido volumétrico, forman una suspensión o hielo triturado. La agitación mecánica también ayuda a mantener la temperatura del fluido volumétrico más consistente y ayuda a reducir el crecimiento de cristales grandes, lo que de otro modo ocurriría en el límite del fluido (tal como el límite de fluido/aire o en cualquiera de las paredes del recipiente) en el que el calor normalmente es transferido hacia afuera del fluido.

#### Análisis más detallado de la formación de hielo triturado

40 Cuando la energía es retirada de un líquido, la temperatura continúa cayendo hasta que la temperatura alcanza el punto en el que comienza la formación de cristales. La cristalización puede ser separada en dos partes, nucleación y crecimiento de cristales. La nucleación ocurre cuando las moléculas comienzan a estar dispuestas en una estructura de cristal definida. El crecimiento de cristales ocurre en el núcleo de cristal formado durante la nucleación.

45 Durante la nucleación, una interfaz es formada en el límite entre las fases sólidas y líquidas del agua. La creación de este límite es en realidad un proceso exotérmico, lo que significa que son liberados calor y presión. Con el propósito de formar un núcleo estable, la temperatura del fluido debe estar suficientemente por debajo del punto de fusión del fluido (súper enfriado) para absorber la liberación de energía durante la nucleación sin hacer que la temperatura sea

elevada por encima del punto de fusión. La cantidad de súper enfriamiento requerida para iniciar la nucleación depende de la presencia o no de nucleadores en el fluido.

5 Los nucleadores son impurezas, sólidos no disueltos, e irregularidades en las paredes del recipiente. Sin los nucleadores, el fluido es sometido a nucleación homogénea y requiere un súper enfriamiento significativo debido a la gran cantidad de energía requerida para formar un límite de la superficie cristalina en la que no existía límite previamente. Cuando están presentes nucleadores, el fluido es sometido a nucleación heterogénea y puede formarse un núcleo estable en el sitio del nucleador con temperaturas que están levemente por debajo del punto de fusión.

10 La parte de crecimiento de cristales del congelamiento también es un proceso exotérmico. En cuanto el calor producido por el crecimiento de cristales es eliminado, el proceso de congelamiento continúa. Si el fluido está lo suficientemente súper enfriado antes de que ocurra cualquier nucleación, el crecimiento de cristales puede ser muy rápido. Por ejemplo, una botella de agua que está súper enfriada a -20 grados Celsius antes de la nucleación puede tener aproximadamente 25% del fluido convertido en hielo en aproximadamente dos o tres segundos cuando algo ocurre para iniciar el congelamiento. El desencadenante para iniciar el congelamiento puede ser la incorporación de una impureza. Otro desencadenante posible para iniciar el congelamiento es golpear la botella sobre una mesa de modo tal que se propague una onda de presión a través del líquido.

15 Solo 25% del fluido será sometido al cambio de fase debido a que el calor latente del congelamiento es de aproximadamente 80 cal/gramo y el calor específico del agua es de aproximadamente 1 caloría por grado Celsius por gramo. Esto significa que el proceso de congelamiento produce un calor suficiente para elevar la temperatura de un gramo de agua en 80 Celsius, pero dado que el agua está solamente 20 grados Celsius por debajo del punto de fusión se produce el congelamiento solo en  $20/80 = 25\%$  de fluido. En este ejemplo la temperatura del líquido es elevada rápidamente de -20 grados Celsius a 0 Celsius. Después del congelamiento inicial el crecimiento de cristales continúa más lentamente y es limitado por la rapidez con la que el calor puede ser eliminado del agua.

20 Si el agua pura está lo suficientemente mezclada durante el proceso de cambio de fase, la temperatura del agua pura permanece en el punto de fusión. A medida que el calor es eliminado, lo que tiende a reducir la temperatura por debajo del punto de fusión, hay energía disponible para el crecimiento de los cristales, pero los cristales solo pueden crecer hasta que el calor generado por su crecimiento lleve la temperatura nuevamente al punto de fusión. Este acto de equilibrio entre la eliminación de calor y el crecimiento de los cristales continúa hasta que todo el líquido esté congelado en cuyo punto la temperatura del hielo comienza a caer. Si ocurren variaciones en la temperatura dentro del fluido, entonces pueden observarse áreas localizadas de congelamiento que produzcan hielo duro mientras otras partes del fluido estén completamente líquidas. Esto ocurre con mayor frecuencia en las paredes de un recipiente en el que el calor es eliminado o en la superficie de un cuerpo de agua como un estanque que se expone a temperaturas inferiores al congelamiento.

25 El hielo triturado de solución salina estéril puede ser fabricado a partir de una solución fluida que incluye cloruro de sodio (NaCl) en agua, que es normalmente cloruro de sodio al 0,9% en peso. El cloruro de sodio ayuda a suprimir el punto de congelamiento inicial del fluido hasta aproximadamente -3,3 grados Celsius. Sin embargo, dado que la molécula de cloruro de sodio no está integrada en una estructura de agua cristalina, la concentración de cloruro de sodio en agua líquida sube a medida que sube el porcentaje de hielo en agua. Esta mayor concentración de cloruro de sodio empujada hacia adelante del hielo que avanza produce una reducción adicional en el punto de congelamiento del fluido remanente. En tanto las moléculas de cloruro de sodio permanezcan móviles y no queden atrapadas por la estructura de cristal de agua circundante, la concentración de cloruro de sodio en el líquido remanente puede continuar aumentando y de este modo reducir el punto de congelamiento hasta aproximadamente -21,1 grados Celsius, que es la temperatura a la que la sal comienza a cristalizarse fuera de la solución.

30 El hielo triturado es esencialmente un conjunto de cristales de hielo rodeados por líquido. La estructura y el tamaño microscópicos de los cristales de hielo tienen un gran impacto sobre la sensación y el aspecto macroscópicos del hielo triturado. Un hielo triturado suave está formado por muchos cristales mientras que un hielo triturado con menos cristales, pero más grandes, resulta más granulado y tiene pequeñas esquirlas de hielo. El mantenimiento de la homogeneidad de la concentración creciente de cloruro de sodio en la totalidad del recipiente mientras se produce el crecimiento controlado de cristales tiende a promover la formación de muchos cristales de hielo pequeños en lugar de menos cristales de hielo grandes. También es importante mantener homogénea la temperatura de la solución. La falta de mantenimiento de la distribución de la temperatura sustancialmente homogénea conduce a puntos fríos localizados, que pueden conducir a puentes entre acumulaciones de cristales que no se rompen fácilmente dado que los puentes pueden crecer extensivamente ya que el punto frío localizado permite un congelamiento relativamente rápido.

35 Una de las áreas más difíciles para prevenir la formación cristalina de gran tamaño es la pared del recipiente. La transferencia de calor ocurre en la superficie por lo que cualquier cristal de hielo que contacta la pared inmediatamente tiene acceso al enfriamiento necesario para el rápido crecimiento dado que la temperatura de la pared está muy por debajo del punto de congelamiento. Sin embargo, si el contacto entre el cristal de hielo y la pared es breve, la extensión de rápido crecimiento al retículo cristalino es débil y puede romperse cuando se vuelve al fluido volumétrico más tibio. El problema con la rápida formación de cristales en la pared es compuesto ya que el cristal requiere menos energía para formar una nueva superficie entre la fase sólida y líquida si el cristal es formado en una superficie ya existente.

Esta nucleación heterogénea en la pared también puede acelerarse si hay orificios o grietas en la superficie de la pared. Los cristales de hielo son formados más rápido si el ángulo de contacto entre la pared y una gotita de fluido disminuye dado que hay más contacto con la pared refrigerada.

5 Las selecciones adecuadas para la geometría del recipiente y el movimiento de mezclado complejo promueven la formación adecuada de hielo triturado que reduce el tiempo de contacto del cristal con la pared del recipiente y mantiene una concentración y temperatura de homogéneas cloruro de sodio en la totalidad del recipiente. El establecimiento del mezclado deseado mientras la solución salina aún es líquida es relativamente fácil dado que la movilidad del fluido permite una fácil transferencia en la totalidad del recipiente. Sin embargo, una vez que una porción de la solución salina se torna hielo triturado, la mezcla adecuada se torna progresivamente más difícil porque la viscosidad del hielo triturado cambia constantemente a medida que aumenta la concentración de cristales.

### **Sumario de la divulgación**

15 Este sumario pretende proporcionar una introducción a los conceptos desvelados dentro de la memoria descriptiva sin ser una lista exhaustiva de las numerosas enseñanzas y variaciones sobre aquellas enseñanzas proporcionadas en la extensa discusión dentro de la presente divulgación. De este modo, los contenidos de este sumario no deben ser usados para limitar el ámbito de las reivindicaciones a continuación.

20 Se presenta a continuación un sumario de algunas de las enseñanzas de la presente divulgación. Un procedimiento para fabricación de hielo triturado estéril que comienza al llenar parcialmente un recipiente para hielo triturado estéril con líquido estéril que es convertido en hielo triturado quirúrgico. Colocar la tapa extraíble estéril sobre el recipiente para hielo triturado de modo tal que dicho recipiente para hielo triturado tenga el líquido estéril y una cantidad sustancial de aire de modo tal que el recipiente para hielo triturado cerrado tenga un espacio de aire sustancial. La proporción de líquido a aire puede estar en el intervalo nominal de cuatro a uno.

25 El recipiente para hielo triturado tiene paredes internas suaves que son hidrófobas. Si bien el recipiente para hielo triturado no tiene que ser cilíndrico, es necesario que el recipiente para hielo triturado esté libre de bordes filosos u otras ubicaciones en las que el hielo triturado pueda adherirse. Colocar el recipiente para hielo triturado en un carro dentro de una cámara enfriada.

30 Mover el carro para impartir una secuencia de aceleraciones a los contenidos del contenedor de hielo triturado para hacer que los contenidos sean movidos con relación a las paredes y a las tapas del recipiente. Este movimiento complejo (algo distinto a estar quieto o la pura rotación uniforme alrededor de la línea central longitudinal del recipiente) ayuda a mantener el hielo triturado bien mezclado dentro del recipiente para hielo triturado cerrado. El recipiente para hielo triturado puede estar orientado con la línea central longitudinal cerca de la horizontal, de modo tal que los movimientos de la parte superior del recipiente con relación a la parte inferior del recipiente promueven el movimiento del espacio de aire en el recipiente de un extremo del recipiente al otro extremo del recipiente para ayudar a evitar que el hielo triturado sea adherido a las paredes internas del recipiente. Aplicar un ciclo de agitación que gira el recipiente para hielo triturado de modo tal que la posición inicial del recipiente de un ciclo de agitación al otro ciclo de agitación exponga diferentes porciones del interior del recipiente para hielo triturado al espacio de aire durante el movimiento hacia dentro y hacia fuera del espacio de aire ayuda a remover los cristales de hielo de las paredes internas.

40 Mantener los contenidos del recipiente para hielo triturado agitado y mezclado de modo tal que la sal sea distribuida sustancialmente en forma pareja en la totalidad del recipiente para hielo triturado evita la creación de grandes estructuras de hielo triturado. El hielo triturado atraumático deseado para uso en procedimientos quirúrgicos puede ser producido con este procedimiento.

45 El movimiento complejo de la mezcla de solución salina con hielo triturado en el espacio de aire puede producirse por un rango de diferentes tipos de estímulo. Los ejemplos proporcionados dentro de la presente divulgación incluyen inversiones asimétricas de la rotación alrededor de un eje longitudinal si la rotación procede durante menos de una rotación completa antes de una inversión durante menos de una rotación completa. Otro tipo de estímulo proporciona rotación alrededor de un eje longitudinal del recipiente para hielo triturado durante numerosas revoluciones sin cambiar la dirección. El estímulo incluye dejar caer periódicamente uno o ambos extremos del recipiente para hielo triturado y levantar el recipiente para hielo triturado. La elevación y caída puede implementarse con montículos y depresiones en un carro giratorio que contiene el contenedor de hielo triturado. Se divulgan otras formas de estímulo para elevar y bajar uno o ambos extremos del recipiente para hielo triturado.

55 Otro modo de considerar las enseñanzas de la presente divulgación es enfocarse en el procedimiento para extraer el hielo triturado de un conjunto de paredes interiores dentro de un interior de un recipiente para hielo triturado cerrado mientras que se congelan los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado para fabricar hielo triturado quirúrgico. Este procedimiento incluye llenar parcialmente un recipiente para hielo triturado con solución salina líquida y cerrar dicho recipiente para hielo triturado colocando una tapa extraíble sobre un extremo superior del recipiente para hielo triturado para formar el recipiente para hielo triturado con los contenidos de solución salina líquida y un espacio de aire sustancial. El recipiente para hielo triturado cerrado que tiene el conjunto de paredes interiores que incluye un extremo inferior del recipiente para hielo triturado cerrado y un extremo inferior de tapa extraíble que son

suaves e hidrófobos para resistir la adherencia de los cristales de hielo al conjunto de paredes interiores cuando se aplica enfriamiento a un exterior del recipiente para hielo triturado cerrado.

5 Un procedimiento incluye mover el recipiente para hielo triturado cerrado en una secuencia de ciclos repetidos de movimientos complejos. Cada ciclo de movimientos complejos incluye girar el recipiente para hielo triturado cerrado en una primera dirección de rotación alrededor de un eje de rotación del recipiente para hielo triturado cerrado y en una segunda dirección de rotación, opuesta a la primera dirección de rotación de modo tal que las inversiones asimétricas de la dirección de rotación hacen que los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado sean movidos de un primer punto de partida antes de un ciclo de movimientos complejos a un segundo punto de partida, diferente del primer punto de partida, antes del inicio de un primer ciclo de movimientos complejos. Aquellos con experiencia en la técnica apreciarán que el eje de rotación para la rotación de la primera dirección de rotación puede ser diferente del eje de rotación para la rotación en la segunda dirección de rotación si la posición del recipiente para hielo triturado cerrado cambia entre el primer conjunto de rotaciones y el segundo conjunto de rotaciones. Aquellos con experiencia en la técnica apreciarán que puede haber movimientos adicionales del recipiente para hielo triturado cerrado además de la secuencia de ciclos repetidos de movimientos complejos, por ejemplo, algunos movimientos iniciales del recipiente para hielo triturado cerrado en el inicio del proceso de enfriamiento o al final del proceso de enfriamiento.

20 El procedimiento puede incluir variar una pendiente de una línea central longitudinal del recipiente para hielo triturado cerrado para generar el movimiento de una burbuja de aire dentro del recipiente para hielo triturado cerrado de modo tal que al menos una porción del extremo inferior del recipiente para hielo triturado cerrado de la tapa extraíble ingrese y salga del espacio de aire para ayudar a remover los cristales de hielo de las paredes interiores del recipiente para hielo triturado cerrado. El procedimiento puede ser adaptado para uso con el equipamiento tradicional para promover el movimiento del espacio de aire hacia la superficie de extremo inferior del recipiente para hielo triturado y hacia la superficie de extremo superior del recipiente para hielo triturado, aunque no alcanzando necesariamente la superficie de extremo inferior y la superficie de extremo superior.

25 Incluso otro modo de observar algunas de las enseñanzas de la presente divulgación es centrarse en un procedimiento para fabricar dicho hielo triturado quirúrgico dentro de un recipiente para hielo triturado cerrado cuando un interior del recipiente para hielo triturado cerrado es enfriado para convertir la solución salina líquida en hielo triturado quirúrgico que comprende una mezcla de cristales de hielo y solución salina líquida. Este procedimiento incluye llenar parcialmente un recipiente para hielo triturado de modo tal que el recipiente para hielo triturado no esté lleno de solución salina líquida para que el recipiente para hielo triturado sea llenado por una combinación de contenidos de aire y sin aire. Los contenidos sin aire son inicialmente toda la solución salina líquida, pero con el tiempo son convertidos en una mezcla de solución salina líquida y cristales de hielo. Colocar una tapa extraíble sobre el recipiente para hielo triturado para formar el recipiente para hielo triturado cerrado que tiene un conjunto de superficies interiores que son suaves e hidrófobas para resistir la adherencia de cristales de hielo.

35 Hacer que el aire dentro del recipiente para hielo triturado cerrado sea movido dentro del recipiente para hielo triturado cerrado para cambiar la porción de la parte inferior del interior del recipiente para hielo triturado cerrado expuesta al espacio de aire, para cambiar la porción de una base de la tapa extraíble que es extraída al espacio de aire; y cambiar la porción del recipiente para hielo triturado cerrado entre el la parte inferior del interior y la parte inferior de la tapa extraíble expuesta al espacio de aire.

40 El movimiento de aire dentro del recipiente para hielo triturado cerrado está acompañado por una secuencia de aceleraciones de contenidos sin aire del recipiente para hielo triturado cerrado de modo tal que el recipiente para hielo triturado cerrado sea movido con el transcurso del tiempo de modo tal que diferentes porciones del conjunto de superficies interiores ingresen y salgan del espacio de aire para evitar que los cristales de hielo se adhieran al conjunto de superficies interiores.

45 Opcionalmente, el hielo triturado puede aplicarse de un recipiente para hielo triturado a un recipiente de destino (tal como un cuenco) dentro de un campo estéril con varias aplicaciones de porciones de los contenidos de un recipiente para hielo triturado al oprimir las paredes del recipiente para hielo triturado abierto para impedir que todo el hielo triturado sea traspasado de una vez a través de la boca ancha abierta del recipiente para hielo triturado.

50 Incluso otro modo de observar algunas de las enseñanzas de la presente divulgación es centrarse en un recipiente para hielo triturado para uso en la fabricación de hielo triturado quirúrgico. El recipiente para hielo triturado tiene una parte inferior, una pared lateral cilíndrica, y un extremo superior con una abertura que puede estar sellada con una tapa extraíble. La combinación de la parte inferior, la pared lateral cilíndrica, el extremo superior y el extremo inferior de la tapa extraíble forman un interior cerrado que tiene superficies que son suaves e hidrófobas para resistir la adherencia de los cristales de hielo al interior cerrado del recipiente para hielo triturado cerrado. La botella está adaptada para permitir que un observador mire a través de al menos una porción de la pared lateral para ver la ubicación de una acumulación de hielo triturado quirúrgico y permitir que un usuario use una mano con guante para presionar la pared lateral para sostener al menos una porción del hielo triturado quirúrgico para evitar que la porción sostenida salga a través de un extremo superior abierto. El interior hidrófobo del recipiente para hielo triturado puede ser un revestimiento o puede ser el material usado para fabricar el recipiente para hielo triturado. El recipiente para hielo triturado puede tener paredes más gruesas en algunas secciones que en otras para mejorar la capacidad del

recipiente para hielo triturado de soportar el desgaste producido por movimientos dentro del carro mientras permite que las secciones de pared delgadas no sometidas a desgaste sean más conductoras de transferencia de calor para promover el congelamiento de los contenidos del recipiente para hielo triturado.

5 Los aspectos de la divulgación abordan el uso de un congelador para hielo triturado de alto volumen que tiene más de un carro con motor de accionamiento único, cada carro contiene al menos un recipiente para hielo triturado.

10 Los conceptos inventivos son ilustrados en una serie de ejemplos, mostrando algunos de los ejemplos más de un concepto inventivo. Los conceptos inventivos individuales pueden ser implementados sin implementar todos los detalles proporcionados en un ejemplo particular. No es necesario proporcionar ejemplos de cada combinación posible de los conceptos inventivos proporcionados a continuación ya que una persona con experiencia en la técnica reconocerá que los conceptos inventivos ilustrados en varios ejemplos pueden ser combinados entre sí para abordar una aplicación específica.

15 Otros sistemas, procedimientos, otras características y ventajas de las enseñanzas desveladas resultarán inmediatamente evidentes o se tornarán evidentes para una persona con experiencia en la técnica tras el análisis de las siguientes figuras y descripción detallada. Se pretende que todos dichos sistemas, procedimientos, otras características y ventajas estén incluidas dentro del ámbito de las reivindicaciones anexas y protegidos por las mismas.

**Breve descripción de las figuras**

La divulgación puede comprenderse mejor con referencia a las siguientes figuras. Los componentes de las figuras no necesariamente están a escala, en cambio el énfasis es puesto en ilustrar los principios de la divulgación. Más aún, en las figuras, los números de referencia iguales designan las partes correspondientes a través de las diferentes vistas.

20 Cabe destacar que, dado que el procedimiento descrito en esta solicitud cambia solución salina 108 por una suspensión de hielo triturado mezclada con una pequeña cantidad de solución salina líquida 108, el número de elemento 108 es usado para:

- la solución salina sin ninguna suspensión,
- la suspensión de hielo triturado final con pequeñas cantidades de solución salina; y
- 25 • los estados intermedios con cierta cantidad de hielo triturado, pero no aún la suspensión final de hielo triturado.

La diferencia entre la solución salina sin hielo triturado y la suspensión de hielo triturado final es una función del tiempo más que de la ubicación dado que la solución salina permanece en el interior del recipiente hasta su uso. De este modo, resultaría poco práctico tener números de elementos diferentes para la solución salina líquida y el hielo triturado. Con frecuencia, a partir de la exposición del dibujo, el estado de la solución salina o del hielo triturado se hace explícito.

30 La FIG. 1 muestra una porción inferior de una sección transversal de un recipiente 104 con una sección transversal sustancialmente rectangular.

La FIG. 2 muestra el recipiente 104 de la FIG. 1 inmediatamente después de que el recipiente 104 es movido rápidamente a la izquierda.

35 La FIG. 3 muestra un segundo recipiente 124 y la interacción de fluidos, pero con una pared del recipiente que es sustancialmente curva.

La FIG. 4 muestra un segundo recipiente 124 de la FIG. 3 inmediatamente después de que el recipiente es movido rápidamente a la izquierda.

La FIG. 5 muestra un recipiente 130 con un perfil circular que está parcialmente llenado con una solución salina 108 y de este modo tiene un espacio de aire 112 sobre la solución salina 108.

40 La FIG. 6 muestra el recipiente 130 de la FIG. 5 después de que el recipiente 130 es movido rápidamente a la izquierda.

La FIG. 7 muestra el recipiente 130 mostrado anteriormente en la FIG. 5 y la FIG. 6 pero en lugar del recipiente 130 siendo desplazado en el plano horizontal, el recipiente 130 es forzado para permitir un patrón de arco alrededor del centro de rotación 142.

45 La FIG. 8 muestra el recipiente 130 de la FIG. 7 después de que el recipiente es movido rápidamente a la izquierda.

La FIG. 9 muestra un recipiente 130 balanceado alrededor de un centro de rotación 142 en una secuencia de dibujos de la FIG. 9A, la FIG. 9B, la FIG. 9C, y la FIG. 9D.

La FIG. 10 muestra un mecanismo estándar de cuatro barras.

La FIG. 11 muestra un mecanismo de cuatro barras con movimiento simétrico en sentido horario y antihorario.

- La FIG. 12 muestra una unión modificada que nuevamente produce un movimiento de 90 grados.
- La FIG. 13 es una vista plana delantera de un congelador para hielo triturado 300.
- La FIG. 14 es una vista desde arriba del congelador para hielo triturado 300.
- 5 La FIG. 15 muestra una vista en perspectiva desde arriba del recipiente para hielo triturado 400 incluyendo la tapa 404 y la botella para hielo triturado 440.
- La FIG. 16 es una vista desde arriba de la botella para hielo triturado 440.
- La FIG. 17 es una vista desde abajo de la botella para hielo triturado 440.
- La FIG. 18 muestra una primera vista lateral de la botella para hielo triturado 440.
- La FIG. 19 muestra una segunda vista lateral de la botella para hielo triturado 440.
- 10 La FIG. 20 muestra una vista del recipiente para hielo triturado 400 con el hielo triturado de solución salina 108 y el espacio de aire 112 visible.
- La FIG. 21 muestra otra vista del recipiente para hielo triturado 400 con el hielo triturado de solución salina 108 y el espacio de aire 112 visible.
- 15 La FIG. 22 muestra una vista lateral de un motor 504 y un montaje de carro 500 para recibir un recipiente para hielo triturado 400.
- La FIG. 23 muestra el recipiente para hielo triturado 400 apoyado sobre la placa de soporte 556 en la parte posterior y en la placa delantera 520 en el frente.
- La FIG. 24, la FIG. 25, la FIG. 26 y la FIG. 27 muestran una secuencia de movimientos del montaje de carro 500 y el recipiente para hielo triturado 400.
- 20 La FIG. 28 es una representación esquemática de algunos componentes seleccionados que se observan en una sección transversal de un recipiente para hielo triturado 400 y el montaje de carro 500 tomado aproximadamente a mitad de camino a lo largo del recipiente para hielo triturado 400 y orientado hacia la placa posterior 516.
- La FIG. 29 muestra la vista de la FIG. 28 con el montaje de carro 500 girado 45 grados en sentido horario.
- 25 La FIG. 30 muestra la vista de la FIG. 28 del montaje de carro 500 cuando el montaje de carro 500 es girado en sentido horario y es pasado a través de la posición en la que la placa de soporte 556 nuevamente es horizontal.
- La FIG. 31 muestra la vista de la FIG. 28 y muestra la rotación antihoraria continua del montaje de carro 500.
- La FIG. 32 muestra la vista de la FIG. 28 con rotación levemente más antihoraria que la FIG. 31.
- La FIG. 33 muestra la vista de la FIG. 28 mientras el recipiente para hielo triturado 400 es girado alrededor del pasador corto 530.
- 30 La FIG. 34 muestra la vista de la FIG. 28 que muestra la rotación horaria continua del montaje de carro 500 de la vista de la FIG. 33.
- La FIG. 35 muestra la placa de soporte 556 y de este modo el montaje de carro 500 en la misma ubicación que la FIG. 28 pero después de un ciclo de rotación del montaje de carro 500.
- La FIG. 36 muestra la placa frontal 520 del montaje de carro 500.
- 35 La FIG. 37 muestra dos círculos (426 y 428) que coinciden con las dos porciones separadas (526 y 528) de la abertura 524.
- La FIG. 38 muestra la placa frontal 520 con el montaje de carro 500 en la misma posición inicial que la FIG. 28.
- La FIG. 39 muestra la placa frontal 520 con el montaje de carro 500 en la misma posición del montaje de carro que la FIG. 29.
- 40 La FIG. 40 muestra la placa frontal 520 con el montaje de carro 500 en la misma posición del montaje de carro que la FIG. 30.
- La FIG. 41 muestra la placa frontal 520 con el montaje de carro 500 girado de manera adicional en la dirección antihoraria desde la posición de la FIG. 40.
- La FIG. 42 muestra la placa frontal 520 cuando la botella de hielo triturado 440 rueda sobre el punto de transición

522.

La FIG. 43 muestra la placa frontal 520 con el montaje de carro 500 en la misma posición del montaje de carro que la FIG. 38 después del ciclo de movimiento del montaje de carro.

La FIG. 44 proporciona una síntesis de alto nivel de un procedimiento 1000 para fabricar hielo triturado quirúrgico.

5 La FIG. 45 proporciona una síntesis de alto nivel de un procedimiento 2000 para distribuir hielo triturado quirúrgico en un campo estéril.

La FIG. 46 muestra una vista en perspectiva del motor y del montaje de carro 700 con el recipiente para hielo triturado 800.

10 La FIG. 47, la FIG. 48 y la FIG. 49 muestran una secuencia de movimientos en sentido horario de la placa frontal 720.

La FIG. 50 es una vista en perspectiva del montaje de carro 700 sin un recipiente para hielo triturado 800.

La FIG. 51 muestra una vista lateral de un recipiente para hielo triturado en un montaje de carro 700 con el tubo separador 746 en la posición de las 12 horas.

15 La FIG. 52 muestra una vista lateral de un recipiente para hielo triturado en un montaje de carro 700 con el tubo separador 746 escondido en la posición de las 3.

La FIG. 53 muestra una vista lateral de un recipiente para hielo triturado en un montaje de carro 700 con el tubo separador 746 en la posición de las 6 horas.

La FIG. 54 muestra una vista lateral de un recipiente para hielo triturado en un montaje de carro 700 con el tubo separador 746 en la posición de las 9 horas.

20 La FIG. 55 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa distal 760 con el tubo separador 746 en la posición de las 12 horas.

La FIG. 56 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa frontal 720 con el tubo separador 746 en la posición de las 12 horas.

25 La FIG. 57 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa distal 760 con el tubo separador 746 en la posición de las 3 horas.

La FIG. 58 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa frontal 720 con el tubo separador 746 en la posición de las 3 horas.

La FIG. 59 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa distal 760 con el tubo separador 746 en la posición de las 6 horas.

30 La FIG. 60 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa frontal 720 con el tubo separador 746 en la posición de las 6 horas.

La FIG. 61 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa distal 760 con el tubo separador 746 en la posición de las 9 horas.

35 La FIG. 62 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa frontal 720 con el tubo separador 746 en la posición de las 9 horas.

La FIG. 63 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa distal 760 con el tubo separador 746 nuevamente en la posición de las 12 horas, pero con la marca de índice 790 girada más de una rotación.

40 La FIG. 64 muestra una sección transversal de un recipiente para hielo triturado dentro de la placa frontal 720 con el tubo separador 746 nuevamente en la posición de las 12 horas.

La FIG. 65 proporciona una síntesis de alto nivel de un procedimiento 3000 para fabricar hielo triturado quirúrgico cuando dos o más montajes para desplazamiento son accionados por un motor.

### **Descripción detallada**

45 Una suspensión de hielo triturado es creada cuando un recipiente para hielo triturado que contiene solución salina estéril y cierta cantidad de aire son colocados en una máquina para fabricar hielo triturado en la que el recipiente para hielo triturado es expuesto al aire ambiente que ha sido congelado lo suficiente para congelar cierta cantidad del líquido en la solución salina estéril para formar una mezcla de hielo triturado y solución salina líquida.

La **FIG. 1** y la **FIG. 2** introducen conceptos útiles para comprender el primer procedimiento desvelado para agitar una suspensión de hielo triturado. La **FIG. 1** muestra una porción inferior de una sección transversal de un recipiente 104 con una sección transversal sustancialmente rectangular. El recipiente 104 está parcialmente llenado con solución salina 108 y tiene un espacio de aire 112 sobre la solución salina 108. El espacio de aire 112 cumple una función importante dado que la presencia del espacio de aire 112 sobre la solución salina estéril 108 permite que la solución salina estéril 108 sea movida de manera diferente que si un recipiente cerrado estuviera totalmente llenado con solución salina. La parte superior del recipiente 104 puede tener un cuello de botella u otra forma.

Para ayudar a ilustrar los conceptos relevantes, se identifican tres partículas de agua, partícula 1, partícula 2 y partícula 3. La **FIG. 2** muestra el recipiente 104 de la **FIG. 1** inmediatamente después de que el recipiente 104 ha sido movido rápidamente a la izquierda. Cuando la pared lateral derecha 116 es movida rápidamente hacia la izquierda, la pared lateral derecha 116 colisiona con las partículas previamente estacionarias (1, 2 y 3). Dado que hay otras partículas en el fluido más allá de meramente partículas 1, 2 y 3, el ángulo que salta la partícula de la pared no es de 90 grados (como una pelota de tenis golpeada por una raqueta de tenis). El recorrido real de las partículas será más complejo dado que los recorridos serán influenciados por las interacciones con otras partículas. Las partículas cerca de la base, tal como la partícula 1, presentarán cierta resistencia a saltar de manera recta hacia atrás debido a otras partículas que se acercan a la pared y sus recorridos serán desviados indistintamente hacia arriba o hacia abajo. La parte inferior del recipiente hará que las partículas en esta región tengan una leve tendencia al movimiento ascendente.

La partícula 2 también puede ser impactada por otra partícula que se acerca a la pared, pero también verá una avalancha de partículas desde abajo y tendrá más de un recorrido reflejado hacia arriba que la partícula 1. Lo mismo es cierto para la partícula 3 que se dirigirá de manera adicional hacia arriba. El resultado será un aumento hacia arriba de fluido a lo largo de la pared que finalmente es convertido en una ola una vez que la pared lateral derecha 116 detiene el movimiento.

La **FIG. 3** y la **FIG. 4** muestran un segundo recipiente 124 y la interacción de fluidos, pero con una pared del recipiente que es sustancialmente curva. Cuando el recipiente 124 es movido rápidamente hacia la izquierda (del mismo modo que se realiza con respecto a la **FIG. 2**), las partículas saltarán de la pared lateral derecha 128, pero el ángulo de incidencia y reflejo serán diferentes que el que se ilustra en la **FIG. 2**.

La partícula 1 en la **FIG. 4** saltará de la pared lateral derecha 128 con un mayor componente de movimiento vertical que el ilustrado para la partícula 1 en la **FIG. 2**. Del mismo modo, las partículas 2 y 3 en la **FIG. 4** saltarán de la pared lateral derecha 128 con vectores que tienen componentes de movimiento vertical más grandes y también experimentarán una avalancha vertical más grande de partículas debajo de las que se muestran en el ejemplo de la **FIG. 2**. El resultado será un mayor aumento de fluido hacia arriba debido a la forma curva del recipiente 124.

La **FIG. 5** y la **FIG. 6** muestran un recipiente 130 con un perfil circular que está parcialmente llenado con una solución salina 108 y de este modo tiene un espacio de aire 112 sobre la solución salina 108. La sección transversal puede ser una sección transversal de un recipiente cilíndrico tendido horizontalmente. Se muestran cuatro partículas con las partículas 1 y 2 debajo del diámetro marcado 134 y las partículas 3 y 4 por encima del diámetro marcado 134.

La **FIG. 6** muestra el recipiente 130 después de ser movido rápidamente a la izquierda del mismo modo que son movidos los recipientes 104 y 124. La partícula 1 golpea la pared lateral derecha 138 y salta en dirección ascendente debido a la incidencia del ángulo con la pared. La partícula 2 también tiene un rebote ascendente desde la pared lateral derecha 138 debido al ángulo de incidencia y la avalancha ascendente del fluido de las partículas debajo de éste. Dado que la partícula 3 está por encima del diámetro marcado 134, la interacción ausente con los fluidos circundantes, la partícula 3 saltaría en la dirección descendente debido al ángulo de incidencia. (Se muestra con el vector 3A en la **FIG. 6**.) Sin embargo, si hay suficiente avalancha ascendente de partículas desde las colisiones que ocurrieron debajo del diámetro marcado del recipiente 134, la partícula 3 seguiría un recorrido indicado por el vector 3B.

La partícula 4 también saltaría hacia abajo en dirección del vector 4A si no hubiera otras partículas, pero se desviaría hacia arriba en la dirección del vector 4B si es forzada por las partículas desde abajo. El resultado del movimiento indicado por el vector M1 es producir una rotación general de fluido indicada por el vector M2.

La **FIG. 7** y la **FIG. 8** muestran el recipiente 130 mostrado anteriormente en la **FIG. 5** y la **FIG. 6** pero en lugar del recipiente 130 siendo desplazado en el plano horizontal, el recipiente 130 es forzado para permitir un patrón de arco alrededor del centro de rotación 142. Cabe destacar que, en la práctica, el centro de rotación real 142 puede estar mucho más cerca de la línea central longitudinal 146 del recipiente 130. En la práctica, el centro de rotación 142 puede estar dentro del radio del recipiente 130, pero el centro de rotación 142 ha sido movido de manera adicional para hacer que el dibujo esté menos desordenado.

Se muestran cuatro partículas, con la partícula 1 y la partícula 2 debajo del diámetro marcado 134. El diámetro marcado 134 es meramente una línea de referencia indicada en varios dibujos para facilitar la ilustración del movimiento de las partículas. La partícula 3 y la partícula 4 están por encima del diámetro marcado 134. Si el recipiente 130 comienza desde una posición estacionaria de 45 grados de compensación desde verticalmente debajo del centro de rotación 142 como se muestra en la **FIG. 7** y el recipiente 130 es desplazado rápidamente en una dirección en sentido horario

alrededor del centro de rotación 142 como se muestra en la **FIG. 8**, las partículas colisionarán con la pared del recipiente 138 como se muestra. Se supone que el perfil de velocidad del recipiente 130 es mayor que la velocidad al que las partículas caerían libremente debido a la gravedad. El movimiento de partículas será igual que el descrito para la **FIG. 6** excepto que los ángulos de incidencia serán levemente diferentes porque el movimiento es circular en lugar de lineal. Para el radio de movimiento mayor y para partículas más cercanas a la pared el comportamiento de las partículas en la **FIG. 8** será muy similar al mostrado en la **FIG. 6**. El resultado del movimiento indicado por M1 es producir una rotación general de fluido indicada por M2.

El recorrido circular de cada partícula se definirá por la distancia radial entre la partícula y el centro de rotación 142. Cada partícula experimentará los efectos de la gravedad y la aceleración centrípeta basada en la fuerza de limitación de la pared del recipiente 138. Si se compara la aceleración centrípeta de la partícula 1 a la partícula 4 puede observarse que la partícula 1 tiene un radio más grande desde el centro de rotación 142 que genera una aceleración centrípeta mayor y una fuerza centrípeta mayor correspondiente requerida para mantener la partícula siguiendo el recorrido circular. Suponiendo que la partícula 1 y la partícula 4 tienen la misma masa, el impulso de la partícula 1 también es mayor debido al vector de velocidad mayor asociado con el radio mayor. Como resultado de estas dinámicas de partículas, la colisión de la partícula 1 con la pared del recipiente 138 será a una velocidad mayor y generará un intercambio mayor de impulso que la colisión de la partícula 4 con la pared del recipiente 138. Las partículas debajo del diámetro marcado 134 tendrán una influencia mayor sobre el flujo después de la colisión de las partículas por encima del diámetro marcado 134 lo que aumenta de manera adicional la tendencia del flujo en sentido antihorario mostrado por el vector M2.

### **Importancia del espacio de aire**

Los recipientes circulares 130 mostrados en la **FIG. 5** a la **FIG. 8** son representados como solo parcialmente llenados con solución salina 108, dejando de este modo espacio para un espacio de aire 112. Si el espacio de aire 112 es eliminado y los recipientes 130 son llenados totalmente, el desplazamiento lineal mostrado en la **FIG. 6** generaría un patrón de flujo de fluidos diferente que el descrito con anterioridad. El desplazamiento lineal haría que la partícula 3 y la partícula 4 salten hacia abajo hacia el diámetro marcado 134 del recipiente 130 con aproximadamente la misma fuerza con la que saltan hacia arriba las partículas 1 y 2. El resultado sería flujos que colisionan en la línea central y no producirían un flujo en sentido antihorario definido como se indica por M2 en la **FIG. 6**.

Sin embargo, la dinámica descrita con anterioridad para el movimiento circular representado en la **FIG. 7** y la **FIG. 8** generará aún un movimiento general antihorario incluso si el recipiente estuviera totalmente llenado con líquido. Este movimiento relativo a un centro de rotación es beneficioso dado que opera para generar el movimiento deseado (M2) independiente de si el recipiente está totalmente o parcialmente llenado. De este modo, el efecto del espacio de aire 112 aumenta el movimiento inducido de la rotación alrededor de un centro de rotación 142.

### **Inversiones abruptas de la dirección de rotación**

Un movimiento que balancea el recipiente 130 en sentido antihorario alrededor del centro de rotación 142 de una posición angular de menos de 45 grados, luego revierte rápidamente la dirección de rotación al sentido horario a 45 grados y produce un aumento en la magnitud de la partícula con interacción de la pared. Una persona con experiencia en la técnica y familiarizada con la 1<sup>ra</sup> Ley de Movimiento de Newton puede ver que esto genera una rotación general más grande de fluido en la dirección mostrada por M2 en la **FIG. 8**.

Cabe destacar que, si bien una rotación de 45 grados en ambas direcciones funciona bien, la rotación en una dirección podría ser menor que una rotación en la otra dirección. Del mismo modo, no es requerido que la suma de las dos rotaciones sea de 90 grados, sino que puede ser un número ya sea mayor o menor que 90 grados.

La **FIG. 9A** a la **FIG. 9D** muestran un recipiente 130 balanceado alrededor de un centro de rotación 142. El recipiente 130 es mostrado en cuatro posiciones diferentes: La posición A mostrada en la **FIG. 9A**; la posición B mostrada en la **FIG. 9B**; la posición C mostrada en la **FIG. 9C**; y la posición D mostrada en la **FIG. 9D**.

Se asume que el recipiente oscila hacia atrás y hacia adelante a través de las posiciones A - B - C - D - C - B - A - B y así sucesivamente. Si el cambio en la dirección desde la posición C hasta la posición D y nuevamente a la posición C ocurre con las mismas velocidades y aceleraciones que el cambio de la posición B a la posición A y nuevamente a la posición B, entonces el fluido de solución salina estéril 108 experimentará primero una fuerza de propulsión para producir una rotación en sentido antihorario seguida de una fuerza igual y opuesta para generar una rotación en sentido horario. Esto produce un muy buen régimen de mezclado cuando la solución es 100% líquida. Sin embargo, después de que parte de la solución ha sido convertida en hielo triturado, la dinámica de flujo ajustada por esta mezcla no es muy eficaz a la hora de mantener una concentración de cloruro de sodio y distribución de temperatura homogéneas.

### **Inversiones asimétricas de la dirección de rotación**

El cambio en la dirección de rotación del recipiente 130 alrededor de un centro de rotación 142 en la posición A genera una rotación en sentido antihorario del hielo triturado mientras que el cambio en la dirección en la posición D genera una rotación en sentido horario. Si los cambios en la dirección tienen los mismos índices de cambio, entonces los

efectos tienden a ser compensados entre sí. Sin embargo, si el cambio en la dirección en la posición A ocurre con velocidades y aceleraciones más altas que en la posición D, la magnitud de la rotación en sentido antihorario será mayor que la magnitud de la rotación en sentido horario. El resultado después de una serie de oscilaciones continuas es una tendencia general hacia la rotación en sentido antihorario. Este rodado de hielo triturado dentro del recipiente 130 mantiene el hielo triturado en movimiento constante con relación a las paredes del recipiente 138 y reduce el tiempo de contacto individual del cristal con la pared del recipiente 138. La dinámica de rodamiento es efectiva independientemente de la concentración de hielo triturado en el recipiente 130.

Un modo eficaz de generar el movimiento oscilatorio es usar un mecanismo estándar de cuatro barras mostrado en la **FIG. 10**. Una persona con experiencia en la técnica es capaz de dimensionar una manivela 204, un balancín 212, y un enganche 208 que permite que una manivela accionada por un motor 204 sea girada 360 grados mientras el balancín 212 oscila hacia atrás y hacia adelante. El ejemplo de la **FIG. 11** muestra que el balancín 212 es girado hacia atrás y hacia adelante a 90 grados cuando la manivela 204 es girado a 360 grados. La posición de los componentes que usan líneas continuas muestra el balancín 212 en la ubicación antihoraria más lejana del balancín 212 mientras que la posición de los componentes que usan líneas discontinuas está en la posición horaria más lejana del balancín 212. Si la manivela 204 es accionada por un motor a velocidad constante, el mecanismo en la **FIG. 11** producirá un movimiento de balanceo que es cercano a ser simétrico en el sentido de que el tiempo que le lleva al balancín el movimiento de la posición antihoraria de extremo a la posición horaria de extremo es aproximadamente igual al tiempo que le lleva al balancín 212 el movimiento de la posición horaria de extremo a la posición antihoraria de extremo. Esta igualdad aproximada en los tiempos puede verse por la observación de que las posiciones de líneas continuas y discontinuas de la manivela 204 están separadas por aproximadamente 180 grados. De este modo, con un motor a velocidad constante, el tiempo tanto para el movimiento horario como para el movimiento antihorario es aproximadamente la mitad de un ciclo de rotación del motor.

#### **Enganche del balancín para movimiento asimétrico**

La **FIG. 12** muestra un enganche modificado que nuevamente produce un movimiento de 90 grados del balancín. Sin embargo, las longitudes del enganche están diseñadas para establecer un movimiento no simétrico. Con un movimiento de manivela a velocidad constante, el giro de la manivela 204 de la posición continua a la posición discontinua llevará menos tiempo que el movimiento de la posición discontinua a la posición continua. Como con la **FIG. 11**, la línea continua muestra una posición de la manivela 204 para la rotación en sentido antihorario más de extremo del balancín 212. Las líneas discontinuas muestran las posiciones de los componentes para la rotación en sentido horario más de extremo del balancín 212. Dado que el tiempo para que la manivela 204 sea girada de la posición continua a la posición discontinua es menor que el tiempo necesario para la rotación de la posición discontinua a la posición continua, el movimiento del balancín 212 desde la posición continua hasta la posición discontinua será más rápido que el movimiento de la posición discontinua hasta la posición continua.

El uso de un mecanismo de cuatro barras similar al mostrado en la **FIG. 12** para impulsar un recipiente a través de un movimiento de balanceo como el mostrado en la **FIG. 9** producirá una acción de mezcla del hielo triturado que hace que el hielo triturado ruede con relación a las paredes del recipiente 138. Esta acción de mezcla del hielo triturado mantiene la concentración de cloruro de sodio y la distribución de la temperatura lo suficientemente consistente para producir la formación de hielo triturado fino. Puede ser usado un rango de velocidades de oscilación. La selección de la velocidad de oscilación usada será una función del diseño general que incluye la intensidad de los cambios de velocidad y la temperatura del aire ambiente usado para enfriar la solución salina.

Una persona con experiencia en la técnica apreciará que el movimiento de rotación asimétrico puede ser implementado para dirigir el movimiento y crear movimiento más en sentido antihorario que un movimiento en sentido horario de la suspensión de hielo triturado o que el movimiento puede ser dirigido para crear movimiento más en sentido horario que el movimiento en sentido antihorario. Cualquiera es adecuado para mezclar la suspensión de hielo triturado. El movimiento observado desde un extremo de un cilindro como en sentido antihorario con relación a una línea central se vería simultáneamente desde el otro extremo del cilindro como una rotación en sentido horario.

Del mismo modo, una persona con experiencia en la técnica reconocerá que si bien la **FIG. 7**, la **FIG. 8** y la **FIG. 9** muestran un balanceo del recipiente con el centro de rotación por encima del recipiente, se puede obtener el movimiento similar de partículas cuando es usado un recipiente colocado por encima del centro de rotación para oscilaciones.

#### **Un mecanismo para producir un movimiento complejo**

Mientras que aquellas personas con experiencia en la técnica serán capaces de incorporar la enseñanza de la presente divulgación y crear un amplio rango de mecanismos para hacer que los contenidos de solución salina/hielo triturado/aire de un recipiente para hielo triturado sean suficientemente agitados para evitar la formación de hielo triturado sobre las superficies internas hidrófobas suaves de los recipientes para hielo triturado de modo tal que se mantenga una suspensión de hielo triturado bien mezclada, por propósitos de facilitación, es proporcionado un ejemplo específico.

Un congelador para hielo triturado 300 con dos compartimentos para refrigeración 304 y 308 es mostrado en vista

- plana frontal en la **FIG. 13**. Este congelador para hielo triturado 300 tiene una unidad de refrigeración (no mostrada en la presente memoria) para enfriar el aire ambiente que circula alrededor de los interiores de los compartimentos para refrigeración 304 y 308. El aire ambiente en el primer compartimento para refrigeración 304 puede ser aislado del aire ambiente en el segundo compartimento para refrigeración 308 de modo tal que una cámara de refrigeración pueda ser operada a una temperatura diferente que la otra cámara de refrigeración. Por ejemplo, una cámara de refrigeración puede ser enfriada de manera activa para la producción de hielo triturado mientras la otra cámara de refrigeración no esté en uso o sea usada para mantener el hielo triturado que ha sido creado, pero no ha sido retirado para uso. Si bien el congelador para hielo triturado 300 es mostrado con dos compartimentos para refrigeración 304 y 308, un congelador para hielo triturado puede tener un solo compartimento o más de dos compartimentos para refrigeración.
- 5 Cada compartimento para refrigeración 304, 308 puede tener una puerta de acceso 314 o 318. La puerta de acceso 314 o 318 puede ser transparente para permitir la visión de las actividades dentro del compartimento para refrigeración 304 o 308 sin abrir la puerta de acceso 314 o 318. Las puertas de acceso 314 o 318 pueden estar conectadas al sistema de control de modo tal que el movimiento para desplazamiento dentro de un compartimento para refrigeración puede ser detenido cuando la puerta de acceso 314 o 318 para un compartimento para refrigeración 304 o 308 está abierta. Esta característica es para evitar lesionar a los usuarios por el contacto con los componentes en movimiento. El sistema de control puede incluir un control que permita que el montaje de carro sea detenido y su movimiento sea evitado por parte del usuario.
- 10 El congelador para hielo triturado 300 puede estar equipado con un conjunto de ruedas 322. Algunas o la totalidad de las ruedas 322 pueden estar equipadas con un mecanismo de bloqueo 326.
- 15 La **FIG. 14** proporciona una vista desde arriba del congelador para hielo triturado 300. El compartimento para refrigeración 304 y el compartimento para refrigeración 308 con las puertas de acceso 314 y 318 son visibles en una porción inclinada del lado delantero del congelador para hielo triturado 300.
- Las personas con experiencia en la técnica pueden implementar sistemas de control e interfaces de usuario en una variedad de modos mientras usan las enseñanzas de la presente divulgación con respecto a la creación de hielo triturado quirúrgico, por lo tanto, no se requiere que los detalles de la interfaz de usuario sean descritos en la presente memoria.
- 20 La **FIG. 15** a la **FIG. 19** muestran diversas vistas de un recipiente para hielo triturado 400 adecuado para uso con la presente divulgación. Si bien el recipiente para hielo triturado 400 es adecuado para uso, otros recipientes para hielo triturado pueden ser usados con las modificaciones adecuadas del carro para hielo triturado, el patrón de enfriamiento y detalles relacionados.
- 25 La **FIG. 15** muestra una vista en perspectiva desde arriba del recipiente para hielo triturado 400 incluyendo la tapa 404 y la botella para hielo triturado 440.
- La tapa 404 puede tener un conjunto de roscas internas para engranar de manera reversible las roscas 456 sobre la botella para hielo triturado 440 cerca de la abertura de la botella 444. En la tapa 404 se muestran nervaduras de agarre opcionales 408. Las nervaduras de agarre u otra superficie texturizada pueden hacer más fácil la abertura de un recipiente para hielo triturado 400 con escaracha sobre el exterior. Del mismo modo, las nervaduras de agarre u otra superficie texturada pueden ser añadidas a la botella para hielo triturado 440. Por ejemplo, pueden cortarse ranuras (no mostradas) en la región expandida inferior 464.
- 30 Cuando la tapa 404 está asegurada a la botella para hielo triturado 440, el recipiente para hielo triturado 400 forma un volumen cerrado, definido por la base de la botella 448, la pared de la botella 452 y la tapa 404.
- El recipiente para hielo triturado 400 puede tener un volumen interno de 1,3 litros y estar destinado para uso con un litro de solución salina quirúrgica estéril. La abertura de la botella 444 del recipiente para hielo triturado 400 tiene una boca ancha sin obstrucciones, a diferencia de un cuello de botella. Opcionalmente, la pared de la botella 452 puede estrecharse hacia afuera de modo tal que la abertura de la botella 444 sea levemente más grande que una sección transversal de la botella para hielo triturado 440 tomadas cerca de la base de la botella 448. Con el propósito de facilitar la liberación del molde del recipiente, es útil contar con un estrechamiento leve, quizás de 0,5 a 1 grados para hacer que el diámetro interior de la botella para hielo triturado 440 aumente en la dirección de la base de la botella 448 a la abertura de la botella 444. Este estrechamiento también es útil en la liberación de hielo triturado desde la botella para hielo triturado 440.
- 35 El recipiente para hielo triturado 400 es preferentemente transparente o al menos sustancialmente translúcido de modo tal que el grado de conversión de la solución salina líquida en la suspensión de hielo triturado pueda observarse sin la abertura del recipiente para hielo triturado 400.
- La **FIG. 16** es una vista desde arriba de la botella para hielo triturado 440. En la **FIG. 16** son visibles: la abertura de la botella 444, la base de la botella 448 orientada hacia el interior de la botella para hielo triturado 440. También son visibles en la **FIG. 16** las roscas 456.
- 50 La **FIG. 17** es una vista desde abajo de la botella para hielo triturado 440. La base de la botella 448 y la pared de la

botella 452 son visibles.

La **FIG. 18** muestra una primera vista lateral de la botella para hielo triturado 440. La **FIG. 19** muestra la vista del lado opuesto de la botella para hielo triturado 440. Como se analiza en mayor detalle a continuación, la botella para hielo triturado 440 es preferentemente lo suficientemente flexible como para permitir a un usuario presionar fácilmente el punto medio de la botella para hielo triturado 440 para evitar que la carga entera de hielo triturado quirúrgico salga cuando la abertura de la botella 444 de la botella para hielo triturado 440 sea apuntada hacia un recipiente de destino (tal como un cuenco) dentro del campo estéril.

La botella para hielo triturado 440 puede tener paredes más gruesas en los puntos de contacto con el carro a medida que la botella para hielo triturado 440 es movida con relación al carro en el compartimento para refrigeración (304 o 308) y la vida útil del recipiente para hielo triturado reutilizable 400 puede extenderse al reforzar los potenciales puntos de desgaste de la botella para hielo triturado 440. No es necesario que los recipientes para hielo triturado de uso individual 400 sean engrosados en los puntos de desgaste.

La vista mostrada en la **FIG. 18** de la botella para hielo triturado 440 incluye: roscas 456, región expandida superior 488, estrechamiento superior 484, región engrosada superior 480, región media delgada 476, región engrosada inferior 472, estrechamiento inferior 468, región expandida inferior 464, y base de la botella 448.

La vista mostrada en la **FIG. 19** desglosa la botella para hielo triturado 440 en tres secciones. Las secciones son: extremo de tapa 494, mitad 496 y extremo inferior 498. Estas regiones son identificadas por propósitos de asistir a la divulgación y no representan componentes precisos hallados en la botella para hielo triturado 440.

Como se muestra en la **FIG. 18**, la botella para hielo triturado 440 puede tener un labio cerca del extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 para permitir que los componentes dentro del congelador para hielo triturado engranen el labio para limitar el movimiento indeseado del recipiente para hielo triturado 400 dentro de un carro del recipiente para hielo triturado durante la oscilación del carro. En este caso, el labio es el estrechamiento inferior 468 y la región expandida inferior 464.

### **Oscilación de burbuja**

La **FIG. 20** y la **FIG. 21** muestran dos vistas del recipiente para hielo triturado 400 con el hielo triturado de solución salina 108 y el espacio de aire 112 visibles. El borde entre el hielo triturado de solución salina 108 y el espacio de aire 112 está marcado como interfaz 110. Cuando el recipiente para hielo triturado 400 es sometido a agitación, la superficie de la interfaz 110 cambia constantemente de modo que se muestra como una línea discontinua en lugar de una línea continua. Un modo de agitar cualquier capa congelada de solución salina estéril 108 que pueda intentar formarse sobre la superficie interior del recipiente para hielo triturado 400 es llenar solo parcialmente el recipiente para hielo triturado 400 y luego balancear el recipiente para hielo triturado 400 para que el espacio de aire 112 sea movido de un extremo del recipiente para hielo triturado 400 al otro extremo.

Como se describe en detalle a continuación, si el ciclo de estimulación proporcionado al recipiente para hielo triturado 400 incluye una mezcla de movimiento giratorio y deslizante del recipiente para hielo triturado 400 con relación al montaje de carro 500, entonces el recipiente para hielo triturado 400 puede ser girado alrededor de una línea central longitudinal 492 y con relación a los puntos de contacto con el montaje de carro 500 para que la porción de las superficies interiores (452, 448, y 404) del recipiente para hielo triturado 400 expuestas a la burbuja en movimiento del espacio de aire 112 cambie tras una cantidad de ciclos de estímulo. Los cambios rápidos a la pendiente del recipiente para hielo triturado cerrado 400 producen el movimiento del espacio de aire 112 y el movimiento de los contenidos que no son aire del recipiente para hielo triturado cerrado 400 de modo tal que al menos una porción de la base de la botella 448 del recipiente para hielo triturado cerrado 400 y al menos una porción del lado interior de la tapa extraíble 404 ingresen a y salgan del espacio de aire para ayudar a mudar los cristales de hielo de esas superficies.

El movimiento complejo hace que cualquier cristal de hielo que sea formado sobre las superficies interiores del recipiente para hielo triturado cerrado 400 finalmente sea desplazado a el espacio de aire 112. Una vez que la capa delgada de cristales de hielo es elevada de la solución salina y del hielo triturado, la capa delgada de cristales de hielo carece del soporte de la solución salina o el hielo triturado adyacente. La gravedad ayuda a eliminar la capa delgada de cristales de hielo de las paredes suaves e hidrófobas dado que los cristales tienen dificultad para adherirse a las paredes. Cuando el movimiento complejo acelera la porción de las paredes en el espacio de aire 112 nuevamente a la mezcla de hielo triturado de solución salina 108, el impacto de dirigir los bordes de la capa de los cristales de hielo en los contenidos que no son aire tiende a barrer cualquier capa remanente de cristales de las paredes.

La rotación del recipiente para hielo triturado cerrado 400 con relación a la línea central longitudinal 492 altera las porciones de las paredes interiores del recipiente para hielo triturado cerrado 400 siendo elevadas en el espacio de aire 112 y de este modo varía las ubicaciones siendo barridas de un ciclo a otro para ayudar a evitar que se forme hielo en las superficies interiores del recipiente para hielo triturado cerrado 400.

De este modo, es deseable contar con un recipiente para hielo triturado alargado 400 con la línea central longitudinal 492 posicionada cerca de la horizontal de modo tal que los pequeños movimientos del extremo de tapa 494 del recipiente para hielo triturado 400 con relación al extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 400 puedan

5 variar, cuyo extremo del recipiente para hielo triturado 400 es el extremo elevado del recipiente para hielo triturado 400. La **FIG. 20** tiene el extremo de tapa 494 elevado con relación al extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 400 y de este modo tiene un espacio de aire mayor 112 en el extremo de tapa 494. Por el contrario, la **FIG. 21** tiene el extremo inferior 498 elevado con relación al extremo de tapa 494 del recipiente para hielo triturado 400, de este modo tiene un espacio de aire mayor 112 en el extremo inferior 498.

10 Una persona con experiencia en la técnica reconocerá que el procedimiento puede continuar con el espacio de aire 112 siendo movido hacia delante hacia un extremo de modo que el otro extremo temporariamente no tenga espacio de aire. Este movimiento de extremo puede lograrse por una rápida aceleración del recipiente para hielo triturado cerrado 400 o por un cambio drástico en la inclinación de la línea central longitudinal del recipiente para hielo triturado cerrado 400. Una persona con experiencia en la técnica reconocerá que, si hay un espacio de aire suficientemente grande en la proporción de solución salina líquida a aire en el recipiente cerrado, puede no ser requerido alterar la pendiente de la línea central longitudinal dado que porciones amplias de ambos extremos estarán en el espacio de aire 112. De este modo, el movimiento del espacio de aire 112 con relación a las paredes interiores de un recipiente para hielo triturado cerrado puede ser logrado exclusivamente por rotación del recipiente para hielo triturado cerrado 400. Cabe destacar que la sección transversal del recipiente para hielo triturado sustancialmente cilíndrico 400 cuando un observador se aleja de la línea central longitudinal 492 se vuelve más pequeña y de este modo la proporción del espacio de aire 112 al hielo triturado de solución salina 108 es efectivamente más pequeño que el sugerido por la **FIG. 20** y la **FIG. 21**.

20 La proporción de líquido a aire puede estar en el intervalo nominal de cuatro a uno. El hecho de estar en el intervalo nominal de cuatro a uno indica que el intervalo es más cercano a cuatro a uno que a tres a uno y más cercano a cuatro a uno que a cinco a uno. Sin embargo, la proporción puede ser significativamente diferente de cuatro a uno. Las proporciones de líquido a aire que oscilan de uno a uno a nueve a uno pueden ser usadas con las modificaciones adecuadas para asegurar el barrido adecuado de todas las superficies interiores por movimiento de los contenidos del recipiente para hielo triturado. Contar con un espacio de aire de tamaño personalizable 112 en el recipiente para hielo triturado cerrado 400 ayuda al mantenimiento de las paredes libres de cristales de hielo, pero demasiado aire reduce la carga de hielo triturado quirúrgico para un recipiente para hielo triturado dado 400 e interfiere con la transferencia de calor ya que el aire no conduce calor, así como la solución salina líquida o el hielo triturado quirúrgico.

#### Movimiento complejo del carro para agitar el hielo triturado dentro del recipiente para hielo triturado

30 Un montaje de carro 500 para recibir el recipiente para hielo triturado 400 es mostrado en la **FIG. 22**. Un motor 504 y un enganche 508 son usados para accionar el montaje de carro 500 como se describe en más detalle a continuación. En esta figura y en las figuras que siguen, los elementos presentes dentro del congelador para hielo triturado 300 que no son centrales para la exposición sobre la agitación del hielo triturado de solución salina 108 dentro del recipiente para hielo triturado 400 no son visibles para permitir el enfoque en los componentes relevantes. Cabe destacar que el eje de rotación 592 para el montaje de carro 500 no es igual que la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400.

35 Este montaje de carro particular 500 es montado dentro del congelador para hielo triturado 300 en un ángulo de aproximadamente 10 grados para usar el equipamiento existente. Un motor 504 y un montaje de carro 500 montados horizontalmente usan los ajustes del montaje de carro 500 para proporcionar una secuencia de agitación que mueve el extremo de tapa 494 y el extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 400 de modo de alternar la parte superior del recipiente para hielo triturado 400 durante el ciclo de oscilación. Dichos ajustes están dentro de la capacidad de las personas con experiencia en la técnica y no se requiere su descripción en la presente memoria.

40 La **FIG. 23** muestra el recipiente para hielo triturado 400 apoyado sobre la placa de soporte 556 en la parte posterior y en la placa delantera 520 en el frente. La placa de soporte 556 y la cabeza 534 del pasador corto 530 actúan para engranar el estrechamiento inferior 468 del recipiente para hielo triturado 400 dentro del extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 400 para evitar que el recipiente para hielo triturado 400 sea movido hacia la puerta de acceso 314 (no mostrado en la presente memoria). Un conjunto de tubos separadores: 542, 544, 546, 548 y 550 (véase la **FIG. 24**) mantienen la posición relativa de la placa frontal 520 con la placa posterior 516. Todo, excepto la cabeza 552 del tubo separador 548, se ha invisibilizado para permitir una mejor vista del pasador corto 530 y de la placa de soporte 556. Las personas con experiencia en la técnica pueden usar un pasador sólido que quepa en la placa frontal 520 o un tubo separador con una varilla roscada separada que quepa a través de las placas. Las enseñanzas de la presente solicitud no requieren exactamente cinco tubos separadores 542, 544, 546, 548 y 550 (véase la **FIG. 24**). Se pueden concebir fácilmente tres, cuatro, seis o siete tubos separadores.

45 Como se describe en mayor detalle a continuación, la interacción del recipiente para hielo triturado 400 con el montaje de carro 500 girado por el eje 506 (véase la **FIG. 24**) es la que proporciona la agitación al recipiente para hielo triturado 400 usada para promover la mezcla del hielo triturado de solución salina 108 y la inhibición de la acumulación de cristales de hielo en las superficies internas (452, 448 y 404) del recipiente para hielo triturado 400.

50 Los siguientes tres grupos de figuras muestran el recipiente para hielo triturado 400 cuando el montaje de carro 500 es girado a través de una secuencia de posiciones. Con el propósito de transmitir los detalles con precisión, el estímulo provisto por la parte posterior del montaje de carro 500 al extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 400

se analizará por separado a partir del estímulo provisto al extremo de tapa 494 del recipiente para hielo triturado 400 por el montaje de carro 500. Las relaciones entre las vistas laterales, las vistas de foco trasero y las vistas de foco delantero son sintetizadas en la siguiente tabla.

Vista lateral	Foco en el extremo inferior	Foco en la placa frontal
FIG. 24	FIG. 28	FIG. 38
FIG. 25	FIG. 29	FIG. 39
FIG. 26	FIG.30	FIG. 40
FIG. 27	FIG. 33	FIG. 42

5 La **FIG. 24**, **FIG. 25**, **FIG. 26** y **FIG. 27** muestran una secuencia de movimientos del montaje de carro 500 y el recipiente para hielo triturado 400. La vista es una vista en perspectiva trasera y lateral creada invisibilizando los otros componentes del congelador para hielo triturado 300. Se etiquetan en la **FIG. 24** los componentes analizados anteriormente: el motor 504, el enganche 508, el centro de rotación 592 que corre a través del eje 506. También son  
10 visibles: el pasador corto 530 con cabeza 534, la placa posterior 516, y la placa delantera 520, separados por un conjunto de cinco tubos separadores: 542, 544, 546, 548 y 550. El tubo separador 550 está escondido por el recipiente para hielo triturado 400 excepto por la punta visible en la placa trasera 516. Dicho recipiente 400 tiene la base de la botella 448 y el extremo de la botella 498 orientados hacia la placa posterior 516 y el extremo de la placa 494 que interseca una abertura en la placa frontal 520 de modo tal que la tapa 404 esté más allá de la placa frontal 520. La manivela 204 y el balancín 212 son visibles desde esta vista. La manivela 204 apenas pasa la posición de las 9 (tal vez 8:45) y es girada en sentido antihorario. Como se analizó más arriba, una persona con experiencia en la técnica puede seleccionar la combinación de la manivela 204, el enganche 508, y el balancín 212 para impartir aceleraciones asimétricas en el montaje de carro 500 y cualquier recipiente para hielo triturado 400 presente de modo tal que las aceleraciones experimentadas en la dirección horaria no sean las mismas que las experimentadas en la dirección antihoraria.

20 En la **FIG. 25**, el montaje de carro 500 es girado a una posición de extremo como se indica por la placa trasera 516 y la porción visible de la placa de soporte 556. Como se observó a partir del extremo del motor, esta es la rotación en sentido antihorario máxima del montaje de carro 500. La manivela 204 ha sido movida de la posición de las 8:45 a las 5:30.

25 En la **FIG. 26**, el montaje de carro 500 está girado nuevamente a la posición mostrada en la **FIG. 24** pero el manivela 204 está ahora en la posición de la 1:45. De este modo el movimiento de la **FIG. 24** a la **FIG. 26** es de la posición de las 8:45 a la 1:45. Por el contrario, el movimiento de la **FIG. 26** a través de la posición de extremo de la **FIG. 27** (analizada más arriba) y nuevamente a la **FIG. 24** se produce de la posición de la 1:45 a las 8:45. El movimiento hacia y desde la posición de extremo en la **FIG. 25** ocurre en 7/12vos de una revolución del motor, contra 5/12vos de una revolución del motor para el movimiento hacia y desde el extremo de la posición en la **FIG. 27**. Como se analiza con  
30 anterioridad, esta asimetría ayuda a crear una circulación de la mezcla de hielo triturado con relación al recipiente para hielo triturado 400.

La **FIG. 27** muestra la posición de extremo que es opuesta a la de la **FIG. 25**. Como se observó a partir del extremo del motor, esta es la rotación en sentido horario máxima del montaje de carro 500. La manivela 204 ha sido movida de la posición de la 1:45 en la **FIG. 26** a la de las 11:15 en la **FIG. 27**.

35 Con esta comprensión general referente al posicionamiento y movimiento del recipiente para hielo triturado 400 por parte del montaje de carro 500, debe llevarse la atención al estímulo específico proporcionado al recipiente para hielo triturado 400 por el montaje de carro 500 durante la rotación oscilatoria del montaje de carro 500.

#### **Foco en la parte inferior del recipiente para hielo triturado dentro del carro**

40 La **FIG. 28** es una representación esquemática de algunos componentes seleccionados que se observan en una sección transversal de un recipiente para hielo triturado 400 y el montaje de carro 500 tomada aproximadamente a mitad de camino a lo largo del recipiente para hielo triturado 400 y con orientación hacia la placa posterior 516 (no mostrado en la presente memoria). Los tubos separadores 542 y 544 corren entre la placa posterior 516 y la placa frontal 520 (no mostrado en la presente memoria). Los tubos separadores 546, 548 y 550 también corren entre la placa posterior 516 y la placa frontal 520 pero están ubicados por debajo de la placa de soporte 556 de modo tal que  
45 no son mostrados en esta secuencia de figuras. El pasador corto 530 con cabeza 534 se extiende desde la placa posterior 516 para engranar el estrechamiento inferior 468 (no mostrado en la presente memoria) en el extremo inferior 498 (no mostrado en la presente memoria) del recipiente para hielo triturado 400. El centro de rotación 592 del montaje de carro 500 está alineado con el centro del eje 506 (no mostrado en la presente memoria). Este centro de rotación 592 es mostrado sobre la placa de soporte 556. Cabe destacar que el centro de rotación 592 para el montaje de carro 500 no está alineado con la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400.  
50

5 Para fines ilustrativos, es mostrada una línea perpendicular discontinua 560 originada en el centro de rotación 592 para el montaje de carro 500 que se extiende de manera perpendicular a la superficie de la placa de soporte 556. En la **FIG. 28** a la **FIG. 35** esta línea perpendicular discontinua 560 siempre es mostrada de manera perpendicular a la placa de soporte 556. Además, un círculo con una marca cruzada es mostrado a lo largo de la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400 y es mostrada una línea de referencia 564 que se extiende desde esta línea central longitudinal 492 al perímetro del recipiente para hielo triturado 400. En la **FIG. 28** la línea de referencia 564 está alineada con la línea perpendicular discontinua 560.

10 En la **FIG. 28** a la **FIG. 35**, es mostrada la línea de referencia 564 para proporcionar un indicador de la rotación del recipiente para hielo triturado 400. Si bien la línea de referencia 564 no es parte del recipiente para hielo triturado 400, la línea de referencia 564 equivale a la que se observaría después de trazar una línea de referencia en el recipiente para hielo triturado 400 y alinear la línea de referencia 564 antes de iniciar una secuencia de estímulo.

El montaje de carro 500 puede estar configurado para ser girado un total de 45 grados en sentido horario a 45 grados en sentido antihorario desde la posición mostrada en la **FIG. 28**.

15 La **FIG. 29** muestra el montaje de carro 500 girado en sentido horario 45 grados. Esta es la rotación en sentido horario máxima y el punto que cambia la rotación para desplazamiento desde la rotación en sentido horario a sentido antihorario. En el movimiento de la **FIG. 28** a la **FIG. 29**, el recipiente para hielo triturado 400 rueda hacia la derecha hasta que el recipiente para hielo triturado 400 entra en contacto con el tubo separador 544. El ángulo producido por la acción de rodamiento relativa a la placa de soporte 556 es mostrado como ángulo A.

20 La **FIG. 30** muestra el montaje de carro 500 cuando el montaje de carro 500 es girado en sentido horario y pasado a través de la posición en la que la placa de soporte 556 nuevamente está en posición horizontal. Debido a la inercia del recipiente para hielo triturado cargado 400 con relación al movimiento antihorario del montaje de carro 500, el recipiente para hielo triturado 400 permanece apoyado contra el tubo separador 544. El ángulo de rotación del recipiente para hielo triturado 400 con relación al montaje de carro 500 permanece virtualmente sin cambios como se muestra por el ángulo A en la **FIG. 30**.

25 La **FIG. 31** muestra la rotación en sentido antihorario continua del montaje de carro 500. En la **FIG. 31**, la inercia aún es suficiente para mantener el recipiente para hielo triturado cargado 400 apoyado contra el tubo separador 544.

Con la rotación levemente más en sentido antihorario como se muestra en la **FIG. 32**, el recipiente para hielo triturado 400 finalmente comienza a rodar hacia la izquierda a lo largo de la placa de soporte 556. Con un rodamiento suficiente, el recipiente para hielo triturado 400 finalmente tiene 0 grados de ángulo con relación a la placa de soporte 556.

30 En algún punto en el movimiento de rodamiento del recipiente para hielo triturado 400 a la izquierda a lo largo de la placa posterior 516, el recipiente para hielo triturado 400 entra en contacto con el pasador corto 530. Este contacto con el pasador corto 530 ocurre después de que el recipiente para hielo triturado 400 ha iniciado un movimiento de rodamiento y tiene cierto impulso angular en la dirección antihoraria. El contacto con el pasador corto 530 también ocurre debajo de la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400 y produce una fuerza sobre el  
35 recipiente para hielo triturado 400 que genera un impulso en sentido antihorario en el recipiente para hielo triturado 400.

La combinación del impulso angular y el impulso en el recipiente para hielo triturado 400 hace que el recipiente para hielo triturado 400 sea deslizado y girado con relación al pasador corto 530. La baja fricción entre el recipiente para hielo triturado 400 y el pasador corto 530 facilita este deslizamiento.

40 Volviendo a la **FIG. 33**, si bien el recipiente para hielo triturado 400 es girado alrededor del pasador corto 530, el recipiente para hielo triturado 400 es elevado de la placa de soporte 556 y entra en contacto con el tubo separador 542. El ángulo del recipiente para hielo triturado 400 con relación a la placa de soporte 556 es mostrado como ángulo B. El ángulo de rotación mostrado como ángulo B puede variar dependiendo de la velocidad de la rotación del montaje de carro 500, la fricción entre el recipiente para hielo triturado 400 y el pasador corto 530, la ubicación del tubo separador 542, y los contenidos del recipiente para hielo triturado 400 (que cambia durante la producción de hielo triturado a medida que la solución salina es convertida en hielo triturado como se describió en otra parte de esta información de antecedentes). Para las condiciones típicas el ángulo B puede ser de aproximadamente 20 grados.

La **FIG. 33** también muestra la ubicación en la que el montaje de carro 500 cambia de rotación en sentido antihorario a sentido horario.

50 La **FIG. 34** muestra la rotación en sentido horario continua del montaje de carro 500. El movimiento del montaje de carro 500 y la inercia del recipiente para hielo triturado cargado 400 hacen que el recipiente para hielo triturado 400 esté contenido entre el pasador corto 530 y el tubo separador 542. La separación entre la línea de referencia 564 y la línea perpendicular discontinua 560 permanece en un ángulo B con relación al carro mientras está en contacto con el pasador corto 530 y el tubo separador 542. Cabe destacar que el recipiente para hielo triturado 400 está elevado y no  
55 actualmente soportado por la placa de soporte 556.

En algún punto durante la rotación del montaje de carro 500, el recipiente para hielo triturado 400 resbala con relación

al pasador corto 530 y entra en contacto con la placa de soporte 556 nuevamente como se muestra en la **FIG. 35**. Cabe destacar que el centro de gravedad del recipiente para hielo triturado 400 está relativamente alejado hacia la derecha del punto de contacto entre el pasador corto 530 y el recipiente para hielo triturado 400 de modo tal que la tendencia al giro alrededor del pasador corto 530 es reducida. El análisis ha demostrado que este deslizamiento (en lugar de la rotación alrededor del pasador corto 530) es más pronunciado con la fricción más baja entre el recipiente para hielo triturado 400 y el pasador corto 530. El pasador corto 530 puede ser un pasador de acero inoxidable girado por un tomo, aunque pueden ser usados otros materiales. Para las condiciones típicas, la rotación adicional del recipiente para hielo triturado 400 con relación al montaje de carro 500 es de aproximadamente 10 grados.

La **FIG. 35** muestra la placa de soporte 556 y de este modo el montaje de carro 500 en la misma ubicación que la **FIG. 28**. Sin embargo, debido a la dinámica del recipiente para hielo triturado descrito en la **FIG. 28** a la **FIG. 35**, el recipiente para hielo triturado 400 ha sido girado en sentido antihorario en aproximadamente 30 grados, como se indica por la separación entre la línea de referencia 564 y la línea perpendicular 560 (ángulo C). Al inicio de la secuencia en la **FIG. 28**, la línea perpendicular 560 y la línea de referencia 564 están superpuestas.

La repetición del ciclo de movimiento del carro hace que el recipiente para hielo triturado 400 realice una rotación completa alrededor de la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400 dentro del montaje de carro 500 después de aproximadamente 12 ciclos del movimiento del carro descrito en la **FIG. 28** a la secuencia de la **FIG. 35**. De este modo, el estímulo proporcionado a las superficies interiores del recipiente para hielo triturado 400 (interior de la pared de la botella 452, lado interior de la base de la botella 448 y el lado interior de la tapa 404 (no mostrado en la presente memoria)) varía con el tiempo ya que diferentes porciones de las superficies interiores están sujetas al derramamiento de la mezcla de hielo triturado/solución salina/aire del estímulo de agitación diferente descrito en la **FIG. 28** a la **FIG. 35** dependiendo de la rotación angular actual del recipiente para hielo triturado 400 con relación a la línea central longitudinal 492.

Cabe destacar que, si bien es ventajoso que el recipiente para hielo triturado 400 comience cada ciclo de agitación en un ángulo de inicio diferente que el ciclo previo, no es crítico que la compensación de un ciclo a otro sea de 30 grados o cualquier fracción particular de 360 grados. Del mismo modo, no es necesario que la cantidad de rotación de un ciclo a otro permanezca constante durante todo el proceso de fabricación de hielo triturado dado que la reacción del recipiente para hielo triturado 400 con poco o nada de hielo triturado congelado puede ser diferente a la reacción del recipiente para hielo triturado 400 una vez que la mayoría de la solución salina ha sido convertida en hielo triturado.

#### **Foco sobre el extremo superior del recipiente para hielo triturado**

Volviendo a la **FIG. 36**, además del estímulo proporcionado al extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 400 por la interacción con el montaje de carro 500 como se describió con anterioridad, es proporcionado un estímulo al extremo de tapa 494 del recipiente para hielo triturado 400 a través del uso de la placa frontal 520. Como se describió con anterioridad, la placa frontal 520 está conectada a la placa posterior 516 por un conjunto de cinco tubos separadores 542, 544, 546, 548 y 550. La placa frontal 520 es girada con el montaje para carro 500 alrededor del centro de rotación 592 que corre a través del eje 506 analizado con anterioridad.

La **FIG. 36** muestra la placa frontal 520 del montaje de carro 500. La placa frontal 520 puede estar fabricada con policarbonato u otro material adecuado. El hecho de contar con un material transparente o casi transparente facilita la visión del hielo triturado en un recipiente para hielo triturado sustancialmente transparente 400, pero esto no es requerido estrictamente. Se desea que la abertura 524 en la placa frontal 520 tenga superficies suaves que no pellizquen ni desgasten de manera indebida el recipiente para hielo triturado 400.

El extremo inferior 498 (**FIG. 19**) de la botella para hielo triturado 440 es insertado a través de la abertura 524 en la placa frontal 520 para apoyar el extremo inferior 498 sobre la placa de soporte 556 analizada con anterioridad. Una porción del extremo de la placa 494 de la botella para hielo triturado 440 es apoyada en el perímetro de la abertura 524 de la placa frontal 520. La abertura 524 no es un círculo simple, sino que está diseñada para contar con dos porciones separadas (526 y 528) y sustancialmente coincide con el diámetro del recipiente para hielo triturado 400 para la porción de la botella para hielo triturado 440 apoyada en la placa frontal 520. Véase la región angostada superior 480 en la **FIG. 18**. Como se mencionó con anterioridad, la porción de la botella para hielo triturado 440 que estará en contacto con la placa frontal 520 puede ser más gruesa que la porción de la botella para hielo 440 entre la placa frontal 520 y la cabeza 534 del pasador corto 530. Compárese la región media delgada 476 en la **FIG. 18** con la región engrosada superior cercana 480 y la región engrosada inferior 472. Como el interior de la botella para hielo triturado 440 es sustancialmente uniforme en diámetro con un estrechamiento leve desde la parte inferior de la botella 448 hacia el extremo de tapa 494, cualquier aumento en el espesor viene de la expansión del espesor de la pared de la botella para hielo triturado 440.

El espesor de la pared en la región media puede estar en el intervalo de 0,10 cm y posiblemente sea más fino si la botella para hielo triturado 440 es lo suficientemente rígida con dicha pared delgada. En contraste, el espesor de la pared puede ser del doble de 0,10 cm en lugares que pueden experimentar desgaste durante los usos reiterados tal como la región engrosada superior 480 y la región engrosada inferior 472. Alrededor del doble de espesor proporciona un buen equilibrio entre proporcionar una mayor durabilidad mientras aún se permite la transferencia de calor aún a través de las paredes más gruesas. La región expandida superior 488 y la región expandida inferior 464 son más

gruesas que aproximadamente 0,508 cm de espesor. Estas áreas más gruesas facilitan una región roscada rígida para recibir la tapa roscada 404 y para el encastre con el montaje de carro 500. Una persona con experiencia en la técnica reconocerá que la botella para hielo triturado 440 puede ser creada en un procedimiento de moldeado que requiere un espesor mínimo de pared en exceso de 0,20 cm y después procesada por un torno u otro procedimiento para afinar las paredes hasta 0,20 cm o 0,10 cm o cualquier otro espesor requerido.

La **FIG. 37** muestra dos círculos (426 y 428) que coinciden con las dos porciones separadas (526 y 528) de la abertura 524. El círculo de línea continua 428 es mostrado de manera concéntrica con una porción 528 de la abertura 524 que está levemente hacia la derecha y más baja que la porción 526 concéntrica con el círculo en línea discontinua 426.

La **FIG. 38** muestra el montaje de carro 500 en la misma posición inicial que la **FIG. 28**. Son mostrados un recipiente para hielo triturado 400 con una línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400 y la línea de referencia 566 similar a la línea de referencia 564 mostrada en la **FIG. 28**. La diferencia entre la línea de referencia 566 y la línea de referencia 564 es que la línea de referencia 564 está en la parte inferior de la botella 448 de la botella para hielo triturado 440 y la línea de referencia 566 es una línea de construcción y aplica a una porción de la botella para hielo triturado 440 cerca de la parte superior abierta de la línea para hielo triturado (abierta hasta que sea cubierta con la tapa 404 que no es mostrada en la presente memoria).

El montaje de carro 500 en primer lugar es girado en sentido horario a la posición mostrada en la **FIG. 39** que corresponde a la misma posición del carro que en la **FIG. 29**. Dado que el recipiente para hielo triturado 400 está contenido en la abertura 524 de la placa frontal 520, el extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 tiende a quedarse en la posición contenida y a girar con la placa frontal 520 de modo tal que no hay movimiento relativo entre la botella para hielo triturado 440 y el montaje de carro 500. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la **FIG. 29** muestra que el extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 tiende a rodar debido al contacto con la placa de soporte 556. El resultado es que la magnitud del ángulo A que se muestra en la **FIG. 29** es reducido en comparación a la que se observaría de otro modo a no ser por la tendencia del extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 que queda fija con relación a la placa frontal 520. Al resistir la rotación en sentido horario, la placa frontal 520 efectivamente se suma al movimiento antihorario neto del recipiente para hielo triturado 400 a partir de un ciclo de rotación del montaje de carro 500.

La **FIG. 40** muestra la placa frontal 520 girada en sentido antihorario con relación a la posición inicial, pero con una rotación directamente opuesta a la que se muestra en la **FIG. 38**. Esta corresponde a la posición de la **FIG. 30**. La **FIG. 40** también muestra una línea perpendicular discontinua 560 y el ángulo A que coincide con el ángulo A en la **FIG. 30**. Sin embargo, la línea de referencia 566 en la botella para hielo triturado 440 es mostrada de modo que esté en la posición inicial original. Esto se realiza para ilustrar que el modo en que la botella para hielo triturado 440 está contenida por la placa frontal 520 hace que el extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 tienda a no disponer de un movimiento relativo con relación a la placa frontal 520 aunque el extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 tienda a disponer de un desplazamiento de rotación del ángulo A en este punto en la rotación. El ángulo A real en cierta forma estará entre la línea de referencia 566 y la línea perpendicular discontinua 560 y dependerá de la dinámica de fluido o del hielo triturado dentro del recipiente para hielo triturado 400 y la fricción entre el recipiente para hielo triturado 400 y los puntos de contacto del montaje de carro 500.

La **FIG. 41** muestra el montaje de carro 500 girado de manera adicional en la dirección antihoraria. La **FIG. 41** corresponde a una posición de rotación en algún lugar entre la **FIG. 31** y la **FIG. 32**. En la **FIG. 41**, el centro del recipiente para hielo triturado 400 está justo hacia la derecha del punto de transición 522 entre las dos porciones 526 y 528 en la placa frontal 520.

Dado que el montaje de carro 500 continúa girando en sentido antihorario hacia la posición que se muestra en la **FIG. 42**, la botella para hielo triturado 440 rueda sobre el punto de transición 522. Esto ocurre aproximadamente al mismo tiempo que el extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 rueda a la izquierda y entre en contacto con el pasador corto 530 como es mostrado en la **FIG. 32**. El resultado es que el impulso de rotación del recipiente para hielo triturado cargado 400 y la dinámica combinada del recipiente para hielo triturado 400 que contacta el pasador corto 340 y que atraviesa el punto de transición 522 en la placa frontal 520 produce un centrifugado relativo del recipiente para hielo triturado 400 en la dirección antihoraria con relación a la placa frontal 520. El movimiento del extremo de la placa 494 de la botella para hielo triturado 440 sobre el punto de transición 522 de la placa frontal 520 sirve para levantar el extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 con relación al extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 para mover el espacio de aire 112 a lo largo de las porciones más elevadas del recipiente para hielo triturado 400 hacia el extremo de tapa 494.

La **FIG. 43** muestra el montaje de carro 500 girado en sentido horario nuevamente a la posición inicial que se corresponde con la **FIG. 38**. La botella para hielo triturado 440 es deslizada sobre el punto de transición 522 en la abertura 524 de la placa frontal 520 cuando el montaje de carro 500 gira de la posición que se muestra en la **FIG. 42** a la **FIG. 43**. El extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 tiende a deslizarse más que a rodar debido a la dinámica similar a como se describe más arriba para el extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440.

En el extremo de un ciclo de movimientos del montaje de carro 500, el recipiente para hielo triturado 400 ha sido girado con relación al montaje de carro 500 en aproximadamente 30 grados como se muestra en la **FIG. 43**.

La repetición del proceso hará que el recipiente para hielo triturado 400 sea girado aproximadamente una revolución por doce ciclos de movimiento del montaje de carro 500. Como se observó con anterioridad, la rotación del recipiente para hielo triturado 400 hará que diferentes porciones de la pared interior sustancialmente cilíndrica de la botella para hielo triturado 440 reciban diferentes tipos de estímulo en los doce ciclos diferentes de movimiento del montaje de carro 500.

El movimiento del extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 con relación al extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 proporciona agitación de los dos extremos del recipiente para hielo triturado 400. De este modo, el interior de la botella para hielo triturado en la parte inferior de la botella 448 y el interior de la tapa 404 del recipiente para hielo triturado 400 tendrá porciones diferentes expuestas al derrame de burbujas de aire cuando el recipiente de derrame 400 sea girado durante los doce ciclos para desplazamiento.

**Impactos al recipiente para hielo triturado**

Además de las inversiones de la dirección de rotación, el extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440 impacta en momentos diferentes durante el ciclo sobre el pasador corto 530, el tubo separador 542 y el tubo separador 544. La botella para hielo triturado 440 es levantada de la placa de soporte 556 y después impacta también en la placa de soporte 556.

El extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440 rueda sobre el punto de transición 522 dos veces durante el ciclo del carro para proporcionar agitación adicional cuando el recipiente para hielo triturado 400 es levantado y se lo deja caer.

**Operación del congelador para hielo triturado**

El recipiente para hielo triturado 300 puede tener más de un montaje de carro 500 para recibir un recipiente para hielo triturado para enfriamiento y formación del hielo triturado. Cada montaje de carro 500 puede ser movido independientemente para proporcionar oscilación a la mezcla de hielo triturado/solución salina en refrigeración. Pueden ser usadas paredes de aislamiento para permitir que el aire del ambiente alrededor de un montaje para carro 500 sea mantenido a una temperatura diferente del aire ambiente que rodea un montaje de carro 500 diferente. El congelador para hielo triturado 300 puede estar configurado para operar en tres modos distintos.

**Modo de espera**

Durante el modo de espera, el compartimento para refrigeración, incluyendo los componentes y el aire ambiente son enfriados a una temperatura baja en la preparación del hielo triturado. Esto permite la operación durante el modo de fabricación del hielo triturado de modo de congelar el líquido para formar el hielo triturado sin tener que enfriar simultáneamente el compartimento para refrigeración. El congelador para hielo triturado 300 puede tener suficiente capacidad de refrigeración para enfriar todos los compartimentos que producen el hielo triturado hasta la temperatura óptima dentro de aproximadamente doce a quince minutos de operación en modo de espera. El modo de espera puede tener una temperatura objetivo del compartimento para refrigeración de -20 grados Celsius. No es requerido que el montaje de carro 500 sea movido durante el modo de espera ni que las luces internas estén encendidas.

**Modo de fabricación del hielo triturado**

Durante el modo de fabricación de hielo triturado, el montaje de carro 500 oscila de modo de hacer oscilar el hielo triturado dentro del recipiente para hielo triturado 400 como se analizó con anterioridad. Puede encenderse una luz para permitir a los operadores ver la formación de hielo triturado a través de las paredes del recipiente para hielo triturado 400 y la puerta de acceso transparente 314 de acuerdo con el compartimento 304. Los controles del congelador para hielo triturado 300 pueden ser operados de modo de mantener la temperatura del compartimento para refrigeración en el intervalo de -27 grados Celsius a -23 grados Celsius. El término intervalo como se usa en la presente memoria incluye el concepto de un punto ajustado fijo. De este modo, el sistema de control puede implementar un tratamiento térmico de dientes de serrucho para mantener la operación dentro de un intervalo de -27 grados Celsius a -23 grados Celsius mientras que otro sistema de control intenta mantener la temperatura a -25 grados Celsius. En el último caso, el intervalo sería el número individual de -25 grados Celsius.

El uso de solución salina refrigerada a aproximadamente 3 grados Celsius en lugar de solución salina estéril a temperatura ambiente permite que el proceso de fabricación de hielo triturado tome menos tiempo dado que la solución salina estéril está cercana a una temperatura en la que ocurrirá el congelamiento. Del mismo modo, el uso del congelador para hielo triturado 300 para fabricar el hielo triturado sin una refrigeración adecuada del compartimento para refrigeración 304 durante el modo de espera hará que el proceso de fabricación del hielo triturado lleve un tiempo adicional. El uso de un líquido con más aditivos que solución salina quirúrgica tradicional puede hacer que el proceso de fabricación de hielo triturado lleve un tiempo adicional. Un usuario puede simplemente iniciar un segundo ciclo de fabricación de hielo triturado para conseguir tiempo extendido si se requiere para completar la producción de hielo triturado. Alternativamente, si el proceso estándar es el uso de solución salina a temperatura ambiente o líquidos con más aditivos, el cronómetro para el ciclo de fabricación de hielo triturado puede ser ajustado en consecuencia.

Las personas con experiencia en la técnica reconocerán que una placa de transmisión u otro mecanismo para desviar

el aire refrigerado para golpear las paredes fuera del recipiente para hielo triturado 400 puede ser útil en la promoción de refrigeración del hielo triturado.

Modo mantener.

5 Durante el modo de mantenimiento, la temperatura del sistema dentro del compartimento para refrigeración 304 es regulada para mantener la calidad del hielo triturado durante un período de tiempo prolongado. La temperatura dentro del compartimento para refrigeración 304 puede hacerse cíclica para mantener hielo triturado de alta calidad. Por ejemplo, la temperatura puede ser enfriada hasta -6 grados Celsius cuando la temperatura alcance los -2 grados Celsius. Como el líquido que permanece después de la producción de hielo triturado quirúrgico tiene alta concentración de sal, las temperaturas levemente por debajo de los 0 grados Celsius no congelan el líquido remanente.

10 El montaje de carro 500 puede ser oscilado durante un período breve cada cinco minutos para ayudar a mantener el hielo triturado agitado. Dado que el procedimiento que usa una cantidad conocida de solución salina de una salinidad conocida preenfriada hasta una temperatura específica, dentro de un recipiente conocido, en una cámara enfriada de manera confiable hasta una temperatura específica durante el modo de espera produce de manera confiable la cantidad deseada de hielo triturado de solución salina en un período de tiempo conocido, la unidad de congelador de hielo triturado puede estar programada para cambiar automáticamente y mantener el modo después de ese período.

15 Un interruptor de control puede ser proporcionado para permitir un movimiento manual al modo de mantenimiento, tal como sería útil en caso de que sea congelada una carga parcial de solución salina para fabricar el hielo triturado.

20 Alternativamente, el modo de mantenimiento puede continuar las oscilaciones sin cesar y simplemente cambiar el intervalo de temperatura objetivo. El hecho de que las oscilaciones sean llevadas a cabo solo periódicamente durante el modo de mantenimiento reduce la producción de ruido y de este modo puede ser deseable.

Secuencia de operación

La **FIG. 44** proporciona una síntesis de alto nivel de un procedimiento 1000 para fabricar hielo triturado quirúrgico.

Etapla 1004 - Proporcionar energía al congelador para hielo triturado 300.

25 Etapa 1008 - Ajustar el congelador para hielo triturado 300 en Modo de Espera para enfriar el compartimento para refrigeración 304 para recibir el recipiente para hielo triturado 400 con solución salina previamente enfriada.

30 Etapa 1012 - Colocar un volumen prescrito de solución salina quirúrgica enfriada en una botella para hielo triturado 440 abierta. Para promover la mezcla de los contenidos del recipiente para hielo triturado, el volumen de solución salina colocado en la botella para hielo triturado 440 no llenará la botella para hielo triturado 440. De este modo, un litro de solución salina quirúrgica enfriada puede ser colocado en una botella para hielo triturado quirúrgico 440 que tiene un volumen interior de 1,3 litros. Esto dejará la botella para hielo triturado 440 con aire por encima del volumen de solución salina quirúrgica dado que la presencia de una cantidad de aire en el recipiente oscilante ayuda al proceso de mezcla.

35 Etapa 1016 - Colocar la tapa 404 sobre la botella para hielo triturado 440 para formar un recipiente para hielo triturado 400 sellado. La botella para hielo triturado 440, la tapa 404 y la botella de solución salina estéril comienzan en el campo estéril y todas las partes son estériles. Una vez que la botella para hielo triturado estéril 440 está parcialmente llenada y la tapa 404 está colocada sobre la botella para hielo triturado 440, el recipiente para hielo triturado 400 estéril es retirada del campo estéril. Una vez fuera del recipiente para hielo triturado 400 ya no es considerada estéril y el compartimento para refrigeración 304 del congelador para hielo triturado 300 no es estéril. Sin embargo, el interior del recipiente para hielo triturado 400 y la solución salina/ hielo triturado dentro permanece estéril.

40 Etapa 1020 - Insertar el recipiente para hielo triturado 400 con la solución salina estéril en el montaje de carro 500 en el compartimento para refrigeración enfriado 304 y cerrar la puerta de acceso 314. El recipiente para hielo triturado 400 es insertado con la tapa 404 más cerca de la puerta de acceso 314 y la parte inferior de la botella 448 de la botella para hielo triturado 440 es colocada de manera distal a la puerta de acceso 314.

Etapla 1024 - Cerrar la puerta de acceso 314.

45 Etapa 1028 - Colocar el congelador para hielo triturado 300 en modo de fabricación de hielo triturado.

50 Cuando la solución salina es congelada para formar el hielo triturado, el recipiente para hielo triturado 400 se hace oscilar de modo tal que el hielo triturado formado en cualquier superficie interior del recipiente para hielo triturado 400 sea agitado por el movimiento de los contenidos de solución salina/ hielo triturado/aire del recipiente para hielo triturado 400 y el hielo triturado es retirado de la superficie interior del recipiente para hielo triturado 400. Contar con un material suave e hidrófobo para formar la pared interior del recipiente para hielo triturado 400 combinado con la falta de bordes pronunciados en la superficie interior del recipiente para hielo triturado 400 ayuda a que el hielo triturado no permanezca durante un período prolongado en una porción de la superficie interior del recipiente para hielo triturado 400. En este caso, suavidad significa ausencia de rayones o imperfecciones incluyendo las imperfecciones del proceso de fabricación. Las imperfecciones tal como las marcas de estiramiento del proceso de moldeo que son demasiado

pequeñas de ver sin asistencia pueden proporcionar un espacio para que los cristales de hielo se adhieran a las paredes y sean más difíciles de sacar. Contar con oscilaciones excéntricas u otros movimientos complejos en lugar de la rotación constante alrededor de la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 400 promueve la mezcla y evita el desarrollo de un núcleo central congelado.

- 5 Etapa 1032 - Aguardar a que el recipiente para hielo triturado 400 se haga oscilar mientras es formada una suspensión de hielo triturado dentro del recipiente para hielo triturado 400 cerrado.

- 10 Etapa 1036 - Etapa opcional - Conmutar al modo de mantenimiento. Después de un período de tiempo específico, el congelador para hielo triturado 300 puede conmutar automáticamente este compartimento para refrigeración 304 al modo de mantenimiento. Alternativamente, el cambio al modo de mantenimiento puede realizarse manualmente. Durante el modo de mantenimiento, la temperatura del sistema dentro del compartimento para refrigeración 304 es regulada para mantener la calidad del hielo triturado durante un período de tiempo prolongado. Una persona con experiencia en la técnica reconocerá las ventajas de un modo de mantenimiento, pero reconocerá que dicho congelador para hielo triturado puede ser creado sin un modo de mantenimiento si los operadores retiran el recipiente para hielo triturado del congelador para hielo triturado después de un tiempo adecuado en el modo de fabricación del hielo triturado. Los operadores también pueden ajustar de manera manual los ajustes de temperatura del congelador para hielo triturado para mantener el hielo triturado según lo requerido.

Etapa 1040 - Abrir la puerta de acceso 314 para que el compartimento para refrigeración 304 que contiene el recipiente para hielo triturado 400 detenga la oscilación del recipiente para hielo triturado 400 incluso si el modo de mantenimiento es sometido a uno de los períodos de oscilación periódica.

- 20 Etapa 1044 - Retirar el recipiente para hielo triturado 400 del compartimento para refrigeración 304 y retirar la tapa 404 al recipiente para hielo triturado 400.

Etapa 1048 - Retirar la tapa del recipiente para hielo triturado.

- 25 Etapa 1052 - Hacer que la suspensión de hielo triturado esté disponible para uso. Los contenidos del recipiente para hielo triturado son estériles y pueden ser pasados a un cuenco u otro recipiente en el campo estéril usando procedimientos hospitalarios estándar.

Dado que el compartimento para refrigeración 304 está a una temperatura adecuada para uso en el enfriamiento de una nueva partida de solución salina, un nuevo recipiente para hielo triturado estéril 400 cargado con solución salina previamente enfriada puede ser colocado en el recipiente para refrigeración y colocado inmediatamente en el modo de fabricación del hielo triturado para crear otra cantidad de hielo triturado quirúrgico.

30 **Proceso alternativo para pasar el hielo triturado quirúrgico al campo estéril**

- 35 La FIG. 45 proporciona una síntesis de alto nivel de un procedimiento 2000 para administrar hielo triturado quirúrgico a un campo estéril. El paso de hielo triturado quirúrgico a un cuenco en el campo estéril puede ser una tarea desafiante. A diferencia del vertido de un fluido que puede moderarse por el ángulo de inclinación del recipiente abierto, el vertido de la suspensión de hielo triturado semisólido de un recipiente de boca abierta puede ser un acontecimiento binario en el que nada sale hasta que salga la totalidad de un bloque de suspensión de hielo triturado. La liberación de una masa extensa de hielo triturado puede producir salpicaduras o derrames de materiales estériles del cuenco de destino en el campo estéril. Dichas salpicaduras o desperdicios son indeseables.

- 40 Etapa 2004 - Retirar la tapa del recipiente para hielo triturado cerrado después del retiro del recipiente para hielo triturado del compartimento para refrigeración del congelador para hielo triturado. Mantener el recipiente para hielo triturado de manera sustancialmente vertical de modo tal que el material para hielo triturado no abandone el extremo abierto de la botella para hielo triturado después de que la tapa sea retirada del recipiente para hielo triturado.

- 45 Etapa 2008 - Apretar la parte media 496 de la botella para hielo triturado abierta 440. Al apretar la parte media 496 de la botella para hielo triturado abierta 440 se permite que un usuario reduzca el área de corte transversal del recipiente para hielo triturado abierta para evitar un rápido deslizamiento de todos los contenidos de la boca abierta de la botella para hielo triturado 440.

Etapa 2012 - Inclinar la botella para hielo triturado abierta 440 para dirigir el extremo abierto de la botella para hielo triturado hacia el sitio objetivo.

- 50 Etapa 2016 - Permitir que parte del hielo triturado ubicado entre la mitad apretada y la parte superior abierta salga de la botella para hielo triturado 440. Cuando se hace descender el extremo abierto de la botella para hielo triturado 440 para liberar el hielo triturado, parte del hielo triturado se separa de la masa de hielo triturado dado que la masa de hielo triturado del punto de presión a la parte inferior de la botella 448 de la botella para hielo triturado 440 es retenida por la reducción de la presión en la sección transversal interior de la parte media 496 de la botella para hielo triturado 440.

La inclinación adicional del extremo abierto de la botella para hielo triturado 440 hacia abajo puede causar que hielo

triturado adicional sea liberado de la masa retenida. Contar con una botella para hielo triturado 440 lo suficientemente translúcida para permitir que el bloque de hielo triturado translúcido se vea a través de las paredes de la botella para hielo triturado 440 es útil en este procedimiento. Una persona con experiencia en la técnica reconocerá que el término transparente equivale a suficientemente translúcido para este fin. Una persona con experiencia en la técnica reconocerá que porciones de la botella para hielo triturado 440 pueden ser sustancialmente a condición de que haya suficientes porciones de la botella para hielo triturado que sean sustancialmente translúcidas para permitir la identificación de la posición del bloque de hielo triturado quirúrgico.

Etapa 2020 - Etapa opcional - Aumentar la presión de la botella para hielo triturado 440 para hacer que una parte del hielo triturado se rompa y abandone el recipiente para hielo triturado.

Etapa 2024 - Colocar la botella para hielo triturado abierta en posición casi horizontal.

Etapa 2028 - Dejar que el hielo triturado retenido sea movido hacia el extremo abierto de la botella para hielo triturado. Reducir lentamente la cantidad de presión mientras el extremo abierto de la botella para hielo triturado 440 está solo levemente bajo la posición horizontal permitirá que la masa de hielo triturado se mueva lentamente hacia el extremo abierto de la botella para hielo triturado 440.

Etapa 2032 - Apretar para retener una fracción del hielo triturado en la botella para hielo triturado abierta. Al aumentar la cantidad de presión ahora una fracción de la masa de hielo triturado es retenida dado que el extremo distal de la masa para hielo triturado ha sido movido de la parte inferior de la botella 448 de la botella para hielo triturado 440 pero aún se evita dejar abierta la botella para hielo triturado 440 abierta.

Etapa 2036 - Inclinar el extremo abierto de la botella para hielo triturado 440 hacia el cuenco de destino.

Etapa 2040 - Permitir que el hielo triturado entre la porción presionada y el extremo abierto se separe y se libere de la masa de hielo triturado retenida por la presión.

Etapa 2044 - Etapa opcional - Aumentar la presión en la botella para hielo triturado para hacer que parte del hielo triturado se rompa y abandone el recipiente para hielo triturado e ingrese en el cuenco de destino mientras parte del hielo triturado es retenido entre la presión y la parte inferior de la botella 448 de la botella para hielo triturado 440.

Etapa 2048 - Liberar lentamente la presión permite que la botella para hielo triturado 440 vuelva a la forma original y libere el hielo triturado remanente.

Aquellas personas con experiencia en la técnica reconocerán que las enseñanzas con respecto a la administración del hielo triturado al campo estéril puede modificarse por la suma de etapas que inicialmente proporcionan una presión hacia el extremo de tapa de la mitad 496 para una administración inicial de hielo triturado seguida de una o más administraciones posteriores al colocar la botella para hielo triturado en una orientación sustancialmente vertical, liberando la presión y luego imponiendo una presión más cerca de la parte inferior de la botella 448 de la botella para hielo triturado 440 antes de inclinar la botella para hielo triturado 440 para administrar más hielo triturado.

### **Selección de materiales**

Los recipientes para hielo triturado 400 fabricados con materiales altamente hidrófobos con terminaciones de superficies suaves funcionan bien para las enseñanzas de la presente divulgación. De este modo, las selecciones de materiales fabricados o recubiertos con material de Teflón® funcionan bien en el contexto de la presente divulgación. Los revestimientos funcionan bien, pero pueden no ser selecciones ideales para recipientes para hielo triturado cuya finalidad es atravesar múltiples ciclos de esterilización y uso dado que cualquier rayón o pérdida del revestimiento puede hacer que el hielo triturado resulte adherido al material subyacente. De este modo, los recipientes para hielo triturado fabricados con un material hidrófobo son preferentes sobre los recipientes para hielo triturado con interiores revestidos.

De hecho, el término materiales de Teflon es un término impreciso. E.I. DuPont De Nemours and Company Corporation ("DuPont") posee una serie de marcas registradas para diversos usos de material que contienen polímeros de hidrocarburos fluorados. En realidad, existen diversos materiales diferentes que caen dentro de esta categoría de materiales cubiertos por la marca Teflon. Los materiales que caen dentro de la categoría de materiales cubiertos por la marca Teflon también pueden ser proporcionados por otras fuentes de bienes. De este modo, es adecuado centrarse en los nombres químicos, en lugar de los nombres de productos comercializados. Aquellas personas con experiencia en la técnica apreciarán que en la producción de componentes médicos con frecuencia es usado un suministro de grado médico creado bajo controles de proceso más rigurosos y que tiene menos impurezas. En la presente memoria, puede ser usada resina de grado médico para fabricar los recipientes.

El politetrafluoroetileno (PTFE) es el material provisto más comúnmente bajo la marca Teflon y con frecuencia se asocia de manera errónea por el público como sinónimo de material Teflon®. Otros materiales comercializados bajo el nombre Teflon son una clase de perfluoroéteres. Son prominentes entre los materiales de perfluoroéter los perfluoroalcoxi alcanos (PFA). <http://www.guarnifon.com/index.php/en/materials/pfa.html>. Existen otros materiales en este grupo que tienen diferentes proporciones de PTFE y metilviniléter (MVE). Uno de dichos materiales se conoce

como MFA. <http://www.guarniflon.com/index.php/en/materials/mfa.html>.

PFA, al igual que PTFE, es conocido por su resistencia a los productos químicos (es químicamente inerte), por ser hidrófobo y tener coeficientes extremadamente bajos de fricción. Una característica en la que PFA es superior a PTFE es en que el polímero de PFA puede ser procesarse en estado fundido, lo que es útil cuando se busca crear recipientes para hielo triturado moldeados por inyección. Otra desventaja de PTFE es que es menos estable dimensionalmente que PFA. La estabilidad dimensional en lugar de una tendencia a la deformación es útil cuando es usado un recipiente para hielo triturado a través de múltiples ciclos de esterilización de modo tal que una tapa del recipiente para hielo triturado continúe adaptándose a los diferentes recipientes para hielo sometidos a esterilización.

Otro material en la familia de Teflon que puede ser moldeado por inyección es FEP (propileno de etileno fluorado) que es un copolímero de hexafluoropropileno y tetrafluoroetileno. FEP difiere de las resinas de PTFE (politetrafluoroetileno) dado que puede ser procesado en estado fundido con el uso de moldeo por inyección convencional y técnicas de extrusión de tornillo (véase [http://en.wikipedia.org/wiki/Fluorinated\\_ethylene\\_propylene](http://en.wikipedia.org/wiki/Fluorinated_ethylene_propylene)). Este material ha sido probado y se ha descubierto que es viable para uso en los recipientes para hielo usados de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. Se prefiere PFA por sobre FEP dado que PFA es más duro y dimensionalmente más estable que FEP.

Si bien PFA y FEP son materiales preferentes, pueden obtenerse resultados aceptables con PET (en ocasiones denominado PETE) o con el material relacionado PETG (PETG (tereftalato polietileno modificado con glicol)). Las diferencias entre PET y PETG son sintetizadas en <http://www.plasticingenuity.com/packaging/differences-between-petg-and-pet/>.

Dado que dichos recipientes fabricados con PFA, FEP, u otros materiales adecuados son hidrófobos y tienen extremadamente baja fricción superficial, los cristales de hielo tienden a no formarse o adherirse a las paredes del recipiente para hielo triturado. El coeficiente de fricción (tanto estática como dinámica) para diversos productos conocidos como Teflon que incluyen PTFE, FEP y FPA es extremadamente bajo con relación a otros materiales sólidos. El uso de recipientes fabricados con materiales que tienden a carecer de cristales de hielo adheridos a las paredes del recipiente para hielo triturado promueve la mezcla cuando son usados en conexión con agitación por oscilación.

Una situación en la que no se forma hielo sobre la pared del recipiente, y la mezcla evita que se forme hielo cerca de la pared más que cerca de la línea central del recipiente permite el uso de una máquina para fabricar hielo triturado con aire ambiente que es enfriada muy por debajo del intervalo de temperatura de congelamiento para la solución salina. La reducción de la temperatura del aire ambiente aumenta la tasa de refrigeración de los contenidos del recipiente, lo cual es deseable cuando se realiza sin las consecuencias adversas de crear depósitos de hielo inaceptables en o cerca de las paredes del recipiente para hielo triturado 400.

La selección de material para el recipiente puede permitir la esterilización del recipiente de acuerdo con protocolos hospitalarios estándar. Aquellas personas con experiencia en la técnica reconocen que existe una cantidad de protocolos diferentes y algunos pueden estar contraindicados para ciertos materiales. Los ejemplos de protocolos de esterilización comunes incluyen el uso de EtO (óxido de etileno), autoclave, y plasma a baja temperatura. Otros procedimientos son conocidos para aquellas personas con experiencia en la técnica.

### **Realización sin oscilación**

La FIG. 46 es una vista en perspectiva de un montaje de carro 700 con recipiente para hielo triturado 800. El recipiente para hielo triturado 800 tiene muchos atributos del recipiente para hielo triturado 400 incluyendo una botella para hielo triturado 840 con una boca ancha abierta y una tapa 804 que engrana las roscas en el extremo de tapa 894 de la botella para hielo triturado 800. La pared de la botella 852 de la botella para hielo triturado 800 carece de muchos de los cambios en diámetro exterior y espesor de pared hallados en el recipiente para hielo triturado 400. (Compárese la FIG. 18) De este modo, la pared interior y la pared exterior de la botella para hielo triturado 840 son relativamente rectas excepto un pequeño estrechamiento que aumenta del extremo inferior 898 al extremo de tapa 894.

El montaje de carro 700 es accionado por un motor 504. El motor gira un eje 506 basado en una proporción de polea de motor 730 a polea de eje 734. Puede ser usada una correa de transmisión 738 para transferir movimiento de rotación de la polea de motor 730 a la polea de eje 734. La correa de transmisión puede ser una cinta redonda que se desliza en caso que alguien agarre el montaje de carro 700 durante un giro.

El montaje de carro 700 tiene una placa posterior 716, una placa distal 760 y una placa frontal 720. La placa frontal 720 y la placa distal 760 tienen aberturas para permitir que una parte inferior de la botella (no mostrado en la presente memoria) del recipiente para hielo 800 sea insertada a través del montaje de carro 700 de modo de ser apoyada sobre o cerca de la placa posterior 716. La separación de la placa distal 760 y la placa frontal 720 con relación a la placa posterior 716 es mantenida por un conjunto de tubos separadores. En esta vista, los tubos separadores 742, 750 y 754 son visibles y el tubo separador 748 está detrás del recipiente para hielo triturado 800. La cantidad de tubos separadores puede ser mayor o menor que cuatro.

El estímulo proporcionado a la solución salina estéril 108 y el espacio de aire 112 dentro del recipiente para hielo

triturado 800 incluye:

- rotación del recipiente para hielo triturado 800 a lo largo de la línea central longitudinal;
- movimiento del espacio de aire 112 desde el extremo inferior 898 hasta el extremo de tapa 894; y
- golpes a la pared de la botella 852 impartidos por el movimiento del recipiente para hielo triturado 800 dentro del montaje de carro 700.

La **FIG. 47**, **FIG. 48** y **FIG. 49** muestran la rotación en sentido horario de la placa frontal 720 indicada por los tubos separadores 742, 746, 750 y 754. Una sección transversal del recipiente para hielo triturado 800 muestra solución salina estéril 108 (que con el paso del tiempo incluye un porcentaje creciente de hielo triturado quirúrgico) y espacio de aire 112. Cabe destacar que la rotación en sentido horario del montaje de carro 700 imparte una rotación en sentido horario sobre el recipiente para hielo triturado 800. Dado que el diámetro exterior del recipiente para hielo triturado 800 es menor que los diámetros interiores de la placa frontal 720 y de la placa distal 760, la velocidad de rotación del recipiente para hielo triturado 800 será mayor que la velocidad de rotación del montaje de carro 700.

La placa frontal 720 tiene un par de montículos 724 y 728. Cuando el montículo 728 entra en contacto con el recipiente para hielo triturado 800, el recipiente para hielo triturado 800 es levantado por el montículo 728. Cuando la placa frontal 720 continúa la rotación, el recipiente para hielo triturado 800 pierde contacto con el montículo 728 y cae para hacer contacto con una porción que no está elevada 732. Este contacto directo de la porción no elevada 732 sacude el hielo triturado libre 190 que puede haber sido adherido momentáneamente a las paredes interiores del recipiente para hielo triturado 800. El ciclo de elevación y caída para sacudir el hielo triturado 190 de las paredes interiores del recipiente para hielo 800 es repetido cuando el montículo 724 finalmente gira para levantar el recipiente para hielo triturado 800.

Si bien la placa frontal 720 es mostrada con dos montículos 724 y 728, la placa frontal puede tener un montículo individual o puede tener más de dos montículos. Dado que es requerido que el recipiente para hielo triturado 800 caiga y entre contacto con una porción sin montículo 732, la cantidad de montículos está limitada. Una cantidad extensa de montículos es posible si la diferencia entre el diámetro exterior del recipiente para hielo triturado 800 y el diámetro interior de la placa frontal 420 aumenta.

Cabe destacar que, dado que el recipiente para hielo triturado 800 solo hace contacto con el ápice del montículo, la forma precisa del montículo no es importante a condición de que el ancho general del montículo no sea tan grande que el recipiente para hielo triturado 800 no pueda ser elevado y soltado rápidamente.

La **FIG. 50** es una vista en perspectiva frontal del montaje de carro 700 sin un recipiente para hielo triturado 800. El tubo separador 742 está alineado con el montículo 724 en la placa frontal 720. El tubo separador 746 está alineado con el montículo 764 en la placa distal 760. El tubo separador 750 está alineado con el montículo 728 en la placa frontal 720. El tubo separador 754 está alineado con el montículo 768 en la placa distal 760. No se requiere la alineación de los tubos separadores con los montículos. No es necesario que la cantidad de tubos separadores corresponda con la cantidad de montículos. A partir de la **FIG. 50**, se puede discernir que los montículos 724 y 728 en la placa frontal 720 están fuera de fase con los montículos 764 y 768 en la placa distal 760. Esta diferencia de fase permite que el espacio de aire 112 dentro del recipiente para hielo triturado 800 sea movido del extremo inferior 498 al extremo de tapa 494 y de vuelta dado que la secuencia de montículos eleva los dos extremos del recipiente para hielo triturado de modo de variar el extremo del recipiente para hielo triturado más elevado. Para mayor eficacia en el movimiento del espacio de aire 112, la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado 800 debe estar cerca de la posición horizontal cuando el recipiente para hielo triturado 800 no está en contacto con ningún montículo.

Para desviar el recipiente para hielo triturado 800 contra el deslizamiento hacia adelante con relación a la placa frontal 720, la línea central longitudinal 492 entre los montículos puede desviarse para proporcionar una leve tendencia al movimiento hacia la placa posterior 716. Los montículos frontales 724 y 728 serán suficientes para mover el espacio de aire hacia el extremo de tapa 494 si la desviación no es abrumadora.

La desviación hacia la placa posterior 716 puede lograrse colocando el eje 506 (véase la **FIG. 46**) en un ángulo leve con respecto a la posición horizontal. Alternativamente, la desviación hacia la placa posterior 716 puede lograrse haciendo que el diámetro interior de la placa distal 760 sea mayor que el diámetro interior de la placa frontal 720 para que el extremo inferior 498 esté desviado a una posición inferior que el extremo de tapa 494.

#### **Numerosas opciones para desviar la posición del recipiente para hielo triturado**

Un observador atento notará que, en muchos de los dibujos, el diámetro interior de la placa frontal 720 es mayor que el diámetro interior de la placa distal 760. Este es un artefacto de una actualización para el equipamiento anterior que tenía el eje en un ángulo vertical. La combinación inversa de diámetros interiores es usada para compensar parcialmente el ángulo vertical anterior del montaje de carro. Una persona con experiencia en la técnica comprenderá que las enseñanzas de la presente divulgación exigen un eje longitudinal de un recipiente para hielo triturado 800 cerca de la posición horizontal de modo tal que el estímulo aplicado al recipiente para hielo triturado 800 haga que el espacio de aire sea movido del extremo inferior 498 al extremo de tapa 494 y del extremo de tapa 494 al extremo inferior 498.

Cabe destacar que una persona con experiencia en la técnica reconocerá que en algunos casos una modernización de la máquina anterior con una pendiente sustancial del eje 606 con respecto a la posición horizontal puede no ser compensada totalmente con las aberturas en la placa frontal 720 y la placa distal 760. De este modo, para algunas de las máquinas para fabricar hielo triturado, el espacio de aire 112 puede no alcanzar la superficie en la parte inferior del recipiente para hielo triturado 800. Si bien esta situación carece de mezcla óptima y puede producir más bloques de hielo triturado en el extremo inferior parte inferior del recipiente para hielo triturado 800, la mayor parte del recipiente para hielo triturado 800 proporciona hielo triturado útil y de este modo dicho sistema puede ser usado. Esta situación destaca el valor de hacer que el espacio de aire 112 sea movido de un extremo a otro para promover la mezcla y separación de cualquier formación de hielo, pero muestra que en ocasiones puede ser implementada una solución subóptima pero viable que no implemente totalmente las enseñanzas de la presente divulgación.

La necesidad de retener el recipiente para hielo triturado 800 en el montaje de carro 700 es determinada por el impulso de la solución salina estéril 108 dado que el acto de levantar y dejar caer los extremos (894 y 989) del recipiente para hielo triturado 800 produce el movimiento no solo del espacio de aire 112 sino del impulso del movimiento en la dirección opuesta de la solución salina estéril 108 que periódicamente impacta sobre el interior de la tapa 404. De este modo, puede ser deseado inclinar el montaje de carro 700 para que la botella para hielo triturado alejada de la elevación de los montículos sea inclinada aproximadamente en 2 grados con el extremo inferior 498 más bajo que el extremo de tapa 494.

### Movimiento del espacio de aire

Una serie de figuras (FIG. 51, FIG. 52, FIG. 53 y FIG. 54) muestran una vista lateral de un recipiente para hielo triturado 800 en un montaje de carro 700. Para asistir con la transmisión de información, el tubo separador 746 ha sido coloreado de negro sólido. En la FIG. 51, el tubo separador 746 está en la posición de las 12 y el extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 800 está elevado por el montículo 768 (véase la FIG. 50).

En la FIG. 52, el tubo separador 746 está en la posición de las 3 y de este modo detrás del recipiente para hielo triturado 800. El tubo separador 742 está en la posición de las 12 y el extremo de tapa 494 del recipiente para hielo triturado 800 está elevado por el montículo 728 (véase la FIG. 50).

En la FIG. 53, el tubo separador 746 está en la posición de las 6. El tubo separador 754 está en la posición de las 12 y el extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 800 está elevado por el montículo 764 (véase la FIG. 50).

En la FIG. 54, el tubo separador 746 está en la posición de las 9. El tubo separador 750 está en la posición de las 12 y el extremo inferior 498 del recipiente para hielo triturado 800 está elevado por el montículo 724 (véase la FIG. 50).

El patrón se repite a medida que continúa la rotación en sentido horario del montaje de carro 700.

### Migración del estímulo

Contar con que el recipiente para hielo triturado 800 sea movido a una velocidad diferente que el montaje de carro 700 ayuda a proporcionar estímulo a diferentes superficies del recipiente para hielo triturado con el paso del tiempo. De este modo, el estímulo de elevar y dejar caer de los montículos y la formación de hielo triturado de la solución salina estéril 108 posibilitado por el espacio de aire 112 impacta en superficies diferentes con el paso del tiempo.

Una serie de figuras ayuda a ilustrar este concepto. Véanse las FIGS. 55-64. La figura de la izquierda de cada par de figuras muestra una sección transversal del recipiente para hielo triturado 800 apoyada dentro de la placa distal 760. El tubo separador 746 se muestra en negro. Se añade una marca de índice 790 a las figuras para mostrar el movimiento relativo de dicho recipiente para hielo triturado 800 contra el montaje de carro 700. La línea central longitudinal 792 para el recipiente para hielo triturado 800 es mostrada en cada figura en los pares de figuras. Las líneas de construcción ayudan a ilustrar las diferencias en la elevación de la línea central longitudinal 792 del recipiente para hielo triturado 800 en la placa distal 760 y la placa frontal 720.

Para permitir una discusión sobre el concepto de la aplicación escalonada del estímulo y la diferencia en la tasa de rotación entre el recipiente para hielo triturado 400 y el carro 700, han sido realizadas las FIGS. 55-64 para mostrar el recipiente para hielo triturado 400 elevado cuando el montículo está en la posición de las 6. Como se muestra en la secuencia de la FIG. 47 a la FIG. 49-64, el proceso actual es apto para elevar el recipiente para hielo triturado 400 sobre el montículo cuando el montículo está en la posición de las 7.

La FIG. 55 y la FIG. 56 ilustran el tubo separador 746 en la posición de las 12 con la marca de índice 790 en la posición de las 12. El montículo 768 eleva la línea central longitudinal 792 del recipiente para hielo triturado 800 de modo tal que el extremo inferior 898 esté por encima del extremo de tapa 894. (Véase la FIG. 46)

La FIG. 57 y la FIG. 58 ilustran el tubo separador 746 en la posición de las 3 con la marca de índice 790 en la posición de las 3:30 en lugar de la posición de las 3. El montículo 728 eleva la línea central longitudinal 792 del recipiente para hielo triturado 800 de modo tal que el extremo de tapa 894 esté por encima del extremo inferior 898.

La FIG. 59 y la FIG. 60 ilustran el tubo separador 746 en la posición de las 6 con la marca de índice 790 en la posición

de las 7. El montículo 764 eleva la línea central longitudinal 792 del recipiente para hielo triturado 800 de modo tal que el extremo inferior 898 esté por encima del extremo de tapa 894.

La **FIG. 61** y la **FIG. 62** ilustran el tubo separador 746 en la posición de las 9 con la marca de índice 790 cerca de la posición de las 10:30. El montículo 724 eleva la línea central longitudinal 792 del recipiente para hielo triturado 800 de modo tal que el extremo de tapa 894 esté por encima del extremo inferior 898.

La **FIG. 63** y la **FIG. 64** ilustran el tubo separador 746 nuevamente en la posición de las 12. Cabe destacar que la marca de índice 790 no está nuevamente en la posición de las 12. La marca de índice 790 está aproximadamente en la posición de las 2. Como antes, el montículo 768 eleva la línea central longitudinal 792 del recipiente para hielo triturado 800 de modo tal que el extremo inferior 898 esté por encima del extremo de tapa 894.

La cantidad precisa en que la rotación del recipiente para hielo triturado 800 excede la rotación del montaje de carro 700 varía con los diámetros relativos. Sin embargo, es una ventaja de la presente divulgación contar con el movimiento relativo de modo que el estímulo no sea aplicado repetidamente solamente a un subgrupo de las paredes interiores del recipiente para hielo triturado 800.

Cabe destacar que dependiendo del espesor de las paredes del recipiente para hielo triturado 800 y la selección de material, puede haber cierta flexión localizada del recipiente para hielo triturado 800 cuando los montículos elevan el recipiente para hielo triturado 800 o cuando el recipiente para hielo triturado 800 impacta en la placa frontal 720 o en la placa distal 760 después de caer. Este estímulo adicional es útil para crear una zona débil en cualquier película delgada de cristales de hielo en el interior del recipiente para hielo triturado 800. El movimiento del hielo triturado giratorio contenido dentro de la solución salina estéril 108 cuando el espacio de aire 112 es girado alrededor del interior del recipiente para hielo triturado 800 y movido de un extremo a otro del recipiente para hielo triturado 800 opera para barrer los cristales de hielo del interior del recipiente para hielo triturado 800.

El estímulo reiterado de elevación y caída aplicado a cada extremo del recipiente para hielo triturado 800 proporciona asistencia adicional para conseguir películas delgadas de cristales de hielo que caigan de las superficies hidrófobas de baja fricción.

### **Secuencia de operación**

Un congelador para hielo triturado puede tener uno o más compartimentos para refrigeración. Si el congelador para hielo triturado tiene más de un montaje de carro 700 accionado por un motor 504, entonces los carros para hielo triturado accionados comúnmente 700 pueden estar en un compartimento para refrigeración común o pueden ser compartimentos separados provistos con la misma secuencia de refrigeración.

Por ejemplo, un motor individual 504 puede accionar una correa de transmisión 738 que a su vez acciona cuatro poleas de eje 734 y finalmente cuatro montajes de carro 700. Si un motor 504 acciona más de un montaje de carro 700 entonces los procedimientos para producir hielo triturado pueden modificarse levemente del procedimiento 1000 indicado anteriormente.

La **FIG. 65** proporciona una síntesis de alto nivel de un procedimiento 3000 para fabricar hielo triturado quirúrgico en el que un motor acciona más de un montaje de carro 700.

Etapa 3004 - Proporcionar energía al congelador para hielo triturado. El congelador para hielo triturado puede tener uno o más compartimentos para refrigeración. Cada compartimento para refrigeración puede tener uno o más montajes de carro 700. Cada compartimento para refrigeración puede tener una o más puertas de acceso.

Etapa 3008 - Etapa opcional - Ajustar el congelador para hielo triturado en Modo de Espera para enfriar el compartimento para refrigeración para recibir los recipientes para hielo triturado 800 con solución salina previamente enfriada. Si bien esta etapa es opcional, el tiempo requerido para producir hielo triturado es reducido por la refrigeración del congelador para hielo triturado antes de iniciar la fabricación de hielo triturado.

Etapa 3012 - Colocar un volumen prescripto de solución salina quirúrgica en una botella para hielo triturado 440 abierta. Para promover la mezcla de los contenidos del recipiente para hielo triturado, el volumen de solución salina colocado en la botella para hielo triturado 440 no debe llenar la botella para hielo triturado 440. De este modo, un litro de solución salina quirúrgica enfriada puede ser colocado en una botella para hielo triturado quirúrgico 440 que tiene un volumen interior de 1,3 litros. Esto deja a la botella para hielo triturado 440 con aire por encima del volumen de solución salina quirúrgica dado que la presencia de una cantidad de aire en el recipiente oscilante ayuda con el proceso de mezcla. Preferentemente, la solución salina quirúrgica es previamente enfriada antes del uso para adición a una botella para hielo triturado abierta. Nuevamente, si bien es preferente enfriar previamente la solución salina dado que permite la producción más rápida de hielo triturado, el proceso funciona con la solución salina a temperatura de aire ambiente.

Etapa 3016 - Colocar la tapa 804 sobre la botella para hielo triturado 840 para formar un recipiente para hielo triturado 800 sellado. La botella para hielo triturado 840, la tapa 804 y el suministro de solución salina estéril comienzan en el campo estéril y todas las partes son estériles. Una vez que la botella para hielo triturado estéril 840 está parcialmente

llenada y la tapa 804 está colocada sobre la botella para hielo triturado 840, el recipiente para hielo triturado 800 estéril es retirado del campo estéril. Una vez fuera del recipiente para hielo triturado 800 ya no es considerada estéril y uno o más compartimentos para refrigeración del congelador para hielo triturado no son estériles. Sin embargo, el interior del recipiente para hielo triturado 800 y la solución salina/ hielo triturado dentro permanece estéril.

- 5 –Cabe destacar que como se discute anteriormente en la presente divulgación, pueden ser usados recipientes para hielo triturado prellenados y de este modo el procedimiento en el centro quirúrgico no incluye la etapa 3102 ni la etapa 3016.

10 Etapa 3020 - Insertar los recipientes para hielo triturado 800 con solución salina estéril en uno o más compartimentos para refrigeración enfriados y cerrar la una o más puertas de acceso. El recipiente para hielo triturado 800 es insertado con la tapa 804 más cerca de la puerta de acceso y la parte inferior de la botella de la botella para hielo triturado 840 es colocado de manera distal a la puerta de acceso.

Etapa 3024 - Repetir hasta que la cantidad deseada de recipientes para hielo triturado 800 sea cargada con solución salina y colocada en los montajes de carro 700.

Etapa 3028 - Asegurar que la una o más puertas de acceso estén cerradas.

15 Etapa 3032 - Colocar el congelador para hielo triturado en modo de fabricación de hielo triturado. Cuando la solución salina es enfriada para formar el hielo triturado, los recipientes para hielo triturado 800 reciben estímulo de los montajes para desplazamiento giratorio 700 como se describe en la presente divulgación de modo tal que el hielo triturado formado en cualquier superficie interior del recipiente para hielo triturado 800 es agitado por el movimiento de los contenidos de la solución salina/ hielo triturado/aire del recipiente para hielo triturado 800 y el hielo triturado es retirado de la superficie interior del recipiente para hielo triturado 800.

20 Contar con un material suave, hidrófobo para formar la pared interior del recipiente para hielo triturado 800 combinado con una falta de bordes pronunciados en la superficie interior del recipiente para hielo triturado 800 ayuda a evitar que el hielo triturado permanezca durante un período prolongado en una porción de la superficie interior del recipiente para hielo triturado 800. En este caso, suavidad significa ausencia de rayones o imperfecciones incluyendo las imperfecciones del proceso de fabricación. Las imperfecciones tal como las marcas de estiramiento del proceso de moldeo que son demasiado pequeñas de ver sin asistencia pueden proporcionar un espacio para que los cristales de hielo se adhieran a las paredes y sean más difíciles de sacar.

Etapa 3036 - Aguardar mientras una suspensión de hielo triturado es formada dentro de cada uno de los recipientes para hielo triturado cerrados insertados 800.

30 Etapa 3040 - Etapa opcional - Conmutar al Modo de Mantenimiento. Después de un período de tiempo específico, el congelador para hielo triturado puede conmutar automáticamente al modo de mantenimiento. Alternativamente, el cambio al modo de mantenimiento puede realizarse manualmente. Durante el modo de mantenimiento, la temperatura del sistema dentro de los uno o más compartimentos para refrigeración es regulada para ayudar a mantener la calidad del hielo triturado durante un período de tiempo prolongado. Una persona con experiencia en la técnica reconocerá las ventajas de un modo de mantenimiento, pero reconocerá que un congelador para hielo triturado puede ser creado sin un modo de mantenimiento si los operadores retiran el recipiente para hielo triturado del congelador para hielo triturado después de un tiempo adecuado en el modo de fabricación del hielo triturado. Los operadores también pueden ajustar de manera manual los ajustes de temperatura del congelador para hielo triturado para mantener el hielo triturado según lo requerido.

40 Etapa 3044 - Abrir una o más puertas de acceso detiene la rotación del montaje de carro. Esto puede acompañarse por un sensor de abertura de la puerta que detiene el motor 504. Alternativamente, puede ser usado el sensor de puerta abierta para usar un embrague para desenganchar uno o más montajes de carro 700 de la correa giratoria. El congelador para hielo triturado puede tener un interruptor usado por un operador para detener la rotación de los carros y tener el sensor de puerta como refuerzo para el interruptor.

45 Etapa 3048 - Retirar el recipiente para hielo triturado 800 del congelador para hielo triturado.

Etapa 3052 - Retirar la tapa del recipiente 804 al recipiente para hielo triturado 800.

50 Etapa 3056 - Hacer que la suspensión de hielo triturado esté disponible para uso. Los contenidos del recipiente para hielo triturado son estériles y pueden ser pasados a un cuenco u otro recipiente en el campo estéril usando procedimientos hospitalarios estándar. El procedimiento 2000 descrito en la **FIG. 45** puede ser usado si se desea para administrar porciones del hielo triturado. Repetir con los recipientes para hielo triturado adicionales si es necesario.

En el caso de que no todos los recipientes para hielo triturado 800 sean usados inmediatamente para administrar el hielo triturado, los recipientes para hielo triturado 800 pueden dejarse en el congelador para hielo triturado hasta que sean requeridos.

Etapa 3060 - Repetir las etapas 3044-3056 cuando sea requerido hielo triturado adicional.

Una vez que hayan sido retirados todos los recipientes para hielo triturado 800 con hielo triturado, el congelador para hielo triturado está disponible para fabricar hielo triturado adicional. Dado que uno o más compartimentos para refrigeración están a una temperatura adecuada para uso en el congelamiento de una nueva partida de solución salina, un conjunto de nuevos recipientes para hielo triturado estériles 800 cargados con solución salina previamente enfriada puede ser colocado en el congelador para hielo triturado y este puede ser colocado inmediatamente en el modo de fabricación del hielo triturado para crear otra cantidad de hielo triturado quirúrgico.

### **Alternativas y variaciones**

#### **Partes superiores alternativas para el recipiente para hielo triturado**

Si bien la interacción entre la tapa 404 y la botella para hielo triturado 440 ha sido un enganche con rosca en las figuras discutidas en la presente divulgación, no es requerido un enganche con rosca. Las personas con experiencia en la técnica reconocerán que existen otras opciones para sellar el recipiente para hielo triturado después de que una botella para hielo triturado haya sido llenada parcialmente con la solución salina estéril 108. Un ejemplo es una tapa de seguridad que tiene un anillo que debe ser desprendido. Esta tapa es destruida durante este proceso y una nueva tapa debe ser usada con cada uso de la botella para hielo triturado. Pueden ser usadas tapas para desprender en ciertos frascos de píldoras. Las tapas pueden unirse a la botella para hielo triturado a través de un enganche tipo bayoneta en el que una junta sostiene uno o más pasadores para mantener el enganche. Estos ejemplos no pretenden ser exhaustivos, sino simplemente mostrar que todo lo que se necesita es una parte superior sellada que pueda abrirse ampliamente para distribución del hielo triturado quirúrgico.

#### **Otros impulsores de movimiento complejo**

Las personas con experiencia en la técnica reconocerán que la agitación compleja a los contenidos de solución salina/hielo triturado/aire de un recipiente para hielo triturado puede lograrse por mecanismos diferentes al del ejemplo establecido con anterioridad. Agitación compleja para los fines de la presente divulgación es algo diferente a la rotación uniforme alrededor de la línea central longitudinal 492 del recipiente para hielo triturado o la falta de movimiento del recipiente para hielo triturado en un compartimento para refrigeración dado que esos tratamientos no proporcionan la mezcla adecuado de la mezcla de solución salina/hielo triturado/aire y conducen a la formación de estructuras de hielo incompatibles con el hielo triturado quirúrgico atraumático.

Si bien las personas que usan las enseñanzas de la presente divulgación están capacitadas para colocar un carro dentro de una cámara de refrigeración e impartir un conjunto de movimientos complejos al recipiente para hielo triturado cerrado con un carro en movimiento, una persona con experiencia en la técnica puede colocar el recipiente para hielo triturado cerrado dentro de una cámara de refrigeración, quizás de un modo en el que el recipiente para hielo triturado cerrado no pueda ser movido con relación a la cámara de refrigeración, y luego impartir un conjunto de movimientos complejos sobre la cámara de refrigeración para proporcionar la agitación para ayudar a desprender cualquier formación de hielo formada en el interior del recipiente para hielo triturado cerrado. Las personas con experiencia en la técnica apreciarán que el conjunto de movimientos complejos puede ser una combinación de aceleraciones impartidas al recipiente para hielo triturado cerrado a través del movimiento de un carro dentro de la cámara de refrigeración y las aceleraciones impartidas a la cámara de refrigeración.

Si bien en la discusión anterior el recipiente para hielo triturado cerrado estaba contenido dentro del carro, pero existía la capacidad de que sea girado y trasladado con relación al carro, esto no es un requerimiento absoluto. Una persona con experiencia en la técnica puede tomar las enseñanzas de la presente divulgación y hacer que un recipiente para hielo triturado cerrado esté conectado firmemente a un carro para evitar el movimiento del recipiente para hielo triturado cerrado con relación al carro y aún impartir movimiento complejo a los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado de modo tal que los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado golpeen porciones de las paredes interiores del recipiente para hielo triturado cerrado para desprender los cristales de hielo formados en las paredes interiores del recipiente para hielo triturado y promover la mezcla de la suspensión de hielo triturado.

#### **Más que solución salina**

Si bien en la discusión anterior se hacía foco en el hielo triturado quirúrgico fabricado a partir de solución salina estéril, las enseñanzas de la presente divulgación pueden ser aplicadas a la creación de hielo triturado quirúrgico fabricado con una mezcla de solución salina médica o agua estéril y materiales clínicamente adecuados. Los materiales clínicamente adecuados incluyen azúcares, vitaminas, enzimas u otros agentes bioactivos. Puede que sea requerido que la operación del congelador para hielo triturado sea adoptada para un uso particular tal como alterar los ajustes de temperatura de la cantidad de tiempo esperada para crear el hielo triturado, pero estos ajustes pueden ser realizados por aquellos con experiencia en la técnica. Si bien es probable que el uso principal de las enseñanzas de la presente divulgación sea con solución salina dentro de un recipiente para hielo triturado y tapa extraíble en la que al menos las superficies expuestas al interior del recipiente para hielo triturado cerrado sean estériles, las operaciones del procedimiento para crear hielo triturado no requieren condiciones estériles.

#### **Ausencia de placa frontal**

Si bien en parte del ejemplo discutido con anterioridad es usada una placa frontal 520 para proporcionar un conjunto

5 diferente de estímulos de agitación al extremo de tapa 494 del recipiente para hielo triturado 400 al impuesto en el extremo inferior 498 de la botella para hielo triturado 440, un procedimiento viable simplemente puede ser extender el pasador corto 530 y la placa de soporte 556 de la placa posterior 516 del montaje de carro 500 para brindar soporte al extremo de tapa 494 de la botella para hielo triturado 440. Una ventaja de la inclusión de la placa frontal 520 es la acción de elevación del punto de transición 522 del extremo de tapa 494 del extremo de la botella para hielo triturado 440 para mover la burbuja en el recipiente para hielo triturado 400.

**Sección transversal no circular**

10 Si bien la sección transversal del recipiente para hielo triturado 400 y el recipiente para hielo triturado 800 ha sido mostrada como un círculo, es posible realizar otras formas que incluyen una forma ovalada, o extremadamente redondeada de tres lóbulos o cuadrada. La forma debe evitar el uso de bordes agudos que puedan retener el hielo triturado. El uso de formas distintas a la circular puede requerir ajustes a la tasa de refrigeración o niveles de agitación para compensar cualquier tendencia de formación de hielo triturado en los bordes altamente redondeadas.

**Conducción para refrigeración**

15 La divulgación expuesta con anterioridad aborda la refrigeración principalmente por convección. Las personas con experiencia en la técnica apreciarán que un proceso para preparar hielo triturado quirúrgico puede estar basado en un procedimiento para refrigeración que incluye conducción. Por ejemplo, los montajes de carro (500 o 700) pueden estar fabricados con metal u otro material altamente conductor y disponer de más placas o lugares para contacto entre el montaje de carro y el recipiente para hielo triturado (400 o 800). Pueden ser añadidas aletas al montaje de carro conductor para ayudar al montaje de carro a reducir el calor en la cámara de refrigeración. Las aletas móviles en el montaje de carro pueden estar orientadas de modo de ser pasadas entre las aletas estacionarias en el evaporador para la rápida transferencia de calor.

A medida que la masa térmica del montaje de carro se vuelve más significativa, el valor de preenfriamiento de la cámara de refrigeración antes de la producción de hielo triturado se vuelve más pronunciado.

25 Las personas con experiencia en la técnica reconocerán que son posibles otros procedimientos de transferencia de calor que incluyen sumergir el recipiente para hielo triturado en un medio diferente del aire, pero que tienden a resultar en congeladores para hielo triturado más costosos y en etapas adicionales para el personal.

Una persona con experiencia en la técnica apreciará que los aumentos en la tasa de transferencia de calor que incluye las áreas de transferencia de calor potenciada pueden requerir agitación potenciada del hielo triturado y el espacio de aire para evitar acumulaciones de hielo en las superficies interiores del recipiente para hielo triturado.

30 **Recipientes para hielo triturado de uso único**

Si bien la divulgación enseña el uso de botellas para hielo triturado y tapas que pueden ser sometidas a esterilización y reutilización, las enseñanzas de la presente divulgación no requieren reutilización. Pueden ser usados recipientes para hielo triturado de uso único.

**Recipientes para hielo triturado prellenados**

35 Si bien las enseñanzas de la presente divulgación tratan de un procedimiento que incluye llenar parcialmente una botella para hielo triturado con solución salina estéril y fijar una tapa, el procedimiento puede ser usado con recipientes para hielo triturado prellenados que tienen solución salina estéril dentro de un espacio de aire adecuado. Los recipientes prellenados tienden a ser recipientes de uso único.

**Mantenimiento del recipiente para hielo triturado en el montaje de carro**

40 Si bien en la discusión anterior es proporcionado un desvío para retener el recipiente para hielo triturado 800 en el montaje de carro 700, las sugerencias no constituyen una lista exhaustiva. Las personas con experiencia en la técnica serán capaces de pensar en varios modos de ayudar a retener el recipiente para hielo triturado 800 en el montaje de carro 700 que incluye retenes que están conectados al montaje de carro 700 y son girados con el montaje de carro 700 o retenes que están fijos y no son girados con el montaje de carro 700. Los retenes pueden ser ajustados para permitir una posición de carga/descarga en la que el retén no impida el movimiento del recipiente para hielo triturado 800 con relación al montaje de carro 700 y una posición de retención en la que el retén sí impida el movimiento del recipiente para hielo triturado 800 lejos de la placa posterior 716.

**Sin preferencia por sentido horario contra sentido antihorario**

50 Las figuras y el texto que describen la FIG. 46 a la FIG. 64 suponen una dirección de rotación para explicar el estímulo complejo. Las enseñanzas de la presente divulgación funcionan si el montaje de carro, como es observado desde el extremo con la tapa 404, está en sentido horario o antihorario.

**Velocidad de rotación**

La velocidad de rotación seleccionada usando las enseñanzas de la presente divulgación es una función del conjunto completo de selecciones de diseño incluyendo la tasa de refrigeración, la geometría y las propiedades del recipiente para hielo triturado, y los detalles del montaje de carro incluyendo la cantidad de montículos. Pueden ser considerados otros factores tal como el deseo de minimizar el ruido.

- 5 Una tasa de rotación para el montaje de carro de 28 RPM es considerada adecuada para al menos algunas aplicaciones, aunque se considera que puede ser usado un amplio intervalo de velocidades de rotación a condición de que exista la capacidad de que el recipiente para hielo triturado se deje caer después de ser elevado por los montículos. La velocidad de rotación puede no ser constante dado que puede haber cierta ventaja en cambiar el estímulo de levantar/dejar caer mediante alteración de la velocidad de rotación para desplazamiento.
- 10 Durante el modo de mantenimiento, la velocidad de rotación puede ser ajustada a un valor relativamente bajo, quizás 1 o 2 revoluciones por minuto para ayudar a mantener el hielo triturado preparado listo para uso.

**Sin oscilación, pero acaso no unidireccional**

- 15 Si bien el montaje mostrado en la FIG. 46 tiene un motor 504 que acciona el eje 506 sin oscilación hacia atrás y hacia adelante, no es requerido que el motor nunca cambie la dirección. Se puede seleccionar que el motor periódicamente sea detenido e invierta la dirección. Esto puede tener alguna ventaja al desprender los cristales de hielo en las superficies interiores del recipiente para hielo triturado 800 que han sido resistentes a la eliminación del hielo triturado afectado que resulta de la rotación del montaje de carro 700 en una primera dirección de rotación. Por sin oscilación se entiende que la rotación es proporcionada para al menos dos rotaciones completas (probablemente cientos de rotaciones) antes de detener y revertir la dirección. En contraste, la rotación con oscilación no mueve una rotación completa en cualquier dirección.
- 20

**Otras formas de estímulo de elevación**

- Si bien en la realización descrita con anterior se hace uso de uno o más montículos en la placa frontal 720 y la placa distal 760, pueden ser usadas otras formas de estímulo de elevación.
- 25 El estímulo de elevación puede ser un solenoide u otro dispositivo accionado que eleva una porción del recipiente para hielo triturado 800 hacia arriba. Esta acción de elevación puede no estar relacionada con la posición giratoria de la placa frontal 720 o la placa distal 760. El estímulo puede observarse con menos frecuencia que durante cada revolución del montaje de carro 700. El estímulo puede ser iniciado después de varios minutos de rotación del recipiente para hielo triturado 800 en el montaje de carro 700 y la frecuencia del estímulo de elevación puede ser aumentada o de otro modo variada durante el ciclo de producción de hielo triturado.
- 30 Un empujador de leva o empujador de corredera puede estar unido al montaje de carro giratorio y proporcionar el estímulo de elevación cuando el empujador sea impulsado radialmente hacia adentro al alcanzar una porción de la rotación del montaje de carro.

El montaje de carro 700 puede ser elevado para cambiar la posición del espacio de aire 112 dentro del recipiente para hielo triturado 800.

- 35 En lugar de montículos relativamente estrechos para elevar y dejar caer el recipiente para hielo triturado 800, puede contarse con una o más depresiones extendidas a través de las que el recipiente para hielo triturado 800 cae para el estímulo de caída y se eleva para el estímulo de elevación. Una diferencia entre un montículo y una depresión es que el recipiente para hielo triturado debe ser capaz de caer en una depresión suficientemente ancha para que tanto el lado delantero como trasero del recipiente para hielo triturado estén dentro de la depresión. Dependiendo del diámetro relativo del recipiente para hielo triturado con relación al diámetro de la placa, puede solo haber lugar para una depresión extendida. Si el diámetro del recipiente para hielo triturado se hace lo suficientemente pequeño con relación al diámetro de la placa, entonces puede implementarse más de una depresión. Puede ser usada una combinación de depresiones y montículos.
- 40

**Estímulo sincronizado de elevación/caída**

- 45 La presente divulgación enseña la preferencia por el estímulo de elevación/caída incluyendo el estímulo con una caída seguida por una elevación. El estímulo de elevación/caída proporciona dos beneficios. Un beneficio es el de los incentivos alternados para el movimiento del espacio de aire hacia el extremo inferior del recipiente para hielo triturado 800 y hacia el extremo de tapa del recipiente para hielo triturado 800. Otro es el impacto físico en la botella para hielo triturado que ayuda a la liberación de películas de hielo formadas en diversas superficies interiores del recipiente para hielo triturado 800.
- 50

Por ejemplo, en una implementación parcial de las enseñanzas de la presente divulgación puede estar alineados los montículos o las depresiones de la placa frontal 720 y la placa distal 760 de modo tal que ambos extremos de la botella para hielo triturado sustancialmente horizontal 840 sean elevados o se dejen caer al mismo tiempo.

De este modo la solución salina y el espacio de aire en el recipiente para hielo triturado 800 son movidos en un

5 conjunto complejo de movimientos a partir del estímulo aplicado por la placa frontal y la placa distal al recipiente para hielo triturado cerrado para dejar caer periódicamente el recipiente para hielo triturado cerrado sin cambiar la orientación relativa del extremo de tapa del recipiente para hielo triturado cerrado con relación al extremo inferior del recipiente para hielo triturado. Con el fin de dejar caer periódicamente el recipiente para hielo triturado, es requerido que el recipiente para hielo triturado sea elevado por los montículos o por los extremos de las depresiones.

10 Las rápidas aceleraciones de la botella para hielo triturado en la dimensión vertical tienden a dispersar el espacio de aire que luego es reformado solamente para ser dispersado nuevamente. Se presume que la mezcla general de la solución salina una vez que hay una fracción sustancial que es hielo triturado es menos vigorosa que un sistema con cambios marcados a la orientación del recipiente para hielo triturado 800 con respecto a la posición horizontal, aunque esta alternativa es considerada viable. Una persona con experiencia en la técnica puede compensar esto por la reducción del proceso de refrigeración o el aumento de la proporción de aire a la solución salina. El aumento de la magnitud del estímulo de elevación/caída también puede ayudar a promover la mezcla.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de fabricación de hielo triturado quirúrgico; el procedimiento comprende:

obtener un recipiente para hielo triturado cerrado (400) que tiene contenidos de solución salina líquida y un espacio de aire (112);

5 el recipiente para hielo triturado cerrado tiene un conjunto de paredes interiores que incluye una superficie de extremo inferior (498) del recipiente para hielo triturado cerrado y una superficie de extremo de tapa (494) del recipiente para hielo triturado cerrado que son suaves e hidrófobas para resistir la adherencia de cristales de hielo al conjunto de paredes interiores;

10 insertar el recipiente para hielo triturado cerrado en el montaje de carro (500) dentro de un compartimento para refrigeración (304) dentro del aire ambiente; y

15 mover el recipiente para hielo triturado cerrado para impartir aceleraciones sobre los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado de modo tal que los contenidos sean movidos en un conjunto complejo de movimientos en lugar de la rotación constante alrededor de una línea central longitudinal (146) del recipiente para hielo triturado a medida que al menos una porción de un exterior del recipiente para hielo triturado está expuesta al aire ambiente enfriado por debajo de una temperatura de congelamiento para la solución salina contenida en el recipiente para hielo triturado cerrado cuando la solución salina líquida es convertida en hielo triturado quirúrgico con una mezcla de solución salina líquida y cristales de hielo, en el que el conjunto complejo de movimientos es logrado al menos parcialmente por movimientos del montaje de carro (500) dentro del compartimento para refrigeración,

20 en el que el recipiente para hielo triturado cerrado está sujeto a:

una serie de ciclos reiterados de movimientos complejos y dentro de un ciclo de movimientos complejos, el recipiente para hielo triturado cerrado es girado en una primera dirección giratoria y una segunda dirección giratoria; y

25 el ciclo de movimientos complejos incluye inversiones asimétricas de la dirección de rotación para hacer que un impulso de los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado gire los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado más en una dirección de rotación seleccionada de la primera dirección de rotación y la segunda dirección de rotación que en una dirección de rotación opuesta a la dirección de rotación de modo tal que los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado giren de

30 un primer punto de partida (564) antes de un ciclo de movimientos complejos a un segundo punto de partida antes de un siguiente ciclo de movimientos complejos.

2. Un procedimiento de fabricación de hielo triturado quirúrgico; el procedimiento comprende:

obtener un recipiente para hielo triturado cerrado (800) que tiene contenidos de solución salina líquida y un espacio de aire (112);

35 el recipiente para hielo triturado cerrado tiene un conjunto de paredes interiores que incluye una superficie de extremo inferior (898) del recipiente para hielo triturado y una superficie de extremo de tapa (894) del recipiente para hielo triturado cerrado que son suaves e hidrófobas para resistir la adherencia de cristales de hielo al conjunto de paredes interiores;

insertar el recipiente para hielo triturado cerrado en el montaje de carro (700) dentro de un compartimento para refrigeración (304) dentro del aire ambiente; y

40 mover el recipiente para hielo triturado cerrado para impartir aceleraciones sobre los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado, de modo que los contenidos sean movidos en un conjunto complejo de movimientos en lugar de la rotación constante alrededor de una línea central longitudinal (146) del recipiente para hielo triturado a medida que al menos una porción de un exterior del recipiente para hielo triturado cerrado está expuesta al aire ambiente enfriado debajo de una temperatura de congelamiento para la solución salina contenida en el recipiente para hielo triturado cerrado cuando la solución salina líquida es convertida en hielo triturado quirúrgico con una mezcla de solución salina líquida y cristales de hielo, en el que el conjunto complejo de movimientos es logrado al menos parcialmente por movimientos del montaje de carro (700) dentro del compartimento para refrigeración,

45 en el que el recipiente para hielo triturado cerrado está sujeto a:

50 una serie de ciclos reiterados de movimientos complejos y dentro de un ciclo de movimientos complejos, el recipiente para hielo triturado es girado en una primera dirección de rotación; y

el ciclo de movimientos complejos incluye levantar periódicamente una porción del recipiente para

hielo triturado y dejar caer la porción del recipiente para hielo triturado para alternar entre mover el espacio de aire (112) dentro del recipiente para hielo triturado hacia un extremo inferior (898) y hacia un extremo de tapa (894); y

5 la rotación con el transcurso del tiempo del recipiente para hielo triturado cerrado con relación al montaje de carro (700) de modo tal que el recipiente para hielo triturado cerrado esté en un primer punto de inicio antes de un ciclo de movimientos complejos y sea movido a un segundo punto de inicio antes de un siguiente ciclo de movimientos complejos.

10 **3.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2 en el que la etapa de obtener un recipiente para hielo triturado cerrado (400, 800) con contenidos de solución salina líquida y el espacio de aire (112) es lograda al obtener una botella de hielo triturado estéril (480, 840) con un extremo de tapa abierto y una tapa extraíble estéril (404, 804);

llenar parcialmente la botella para hielo triturado con solución salina líquida estéril y cerrar la botella para hielo triturado colocando la tapa extraíble sobre el extremo de tapa de la botella para hielo triturado para formar el recipiente para hielo triturado cerrado (400, 800) con contenidos de solución salina líquida y el espacio de aire; y

15 en el que la solución salina líquida permanece estéril después de su colocación en el recipiente para hielo triturado y de ser convertida en hielo triturado quirúrgico.

**4.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que el recipiente para hielo triturado cerrado (400, 800) está limitado parcialmente por el montaje de carro pero que puede ser movido con relación al montaje de carro mientras que el recipiente para hielo triturado cerrado es sometido a los movimientos del montaje de carro dentro del compartimento para refrigeración.

20 **5.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que la línea central longitudinal (146) del recipiente para hielo triturado cerrado (400, 800) es movida durante el conjunto de movimientos complejos, de modo tal que un extremo superior del recipiente para hielo triturado cerrado sea movido:

de un extremo inferior (498, 898) del recipiente para hielo triturado cerrado a un extremo de tapa (494, 894) del recipiente para hielo triturado cerrado;

25 y del extremo de tapa del recipiente para hielo triturado cerrado al extremo inferior del recipiente para hielo triturado cerrado;

de modo tal que el movimiento de los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado elimine los cristales de hielo de:

la superficie de extremo inferior del recipiente para hielo triturado cerrado; y

30 de la superficie de extremo de tapa del recipiente para hielo triturado cerrado.

**6.** El procedimiento de la reivindicación 2 en el que elevar periódicamente la porción del recipiente para hielo triturado (800) y dejar caer la porción del recipiente para hielo triturado incluye el uso de montículos (724, 728, 764, 768) en el montaje de carro que giran con el montaje de carro.

35 **7.** El procedimiento de la reivindicación 2 en el que elevar periódicamente la porción del recipiente para hielo triturado (800) y dejar caer la porción del recipiente para hielo triturado incluye hacer caer el recipiente para hielo triturado dentro de una depresión en el montaje de carro y elevarlo de la depresión cuando el montaje de carro gira.

**8.** El procedimiento de la reivindicación 2 en el que elevar periódicamente la porción del recipiente para hielo triturado (800) y dejar caer la porción del recipiente para hielo triturado incluye el uso de estímulos que no giran con el montaje de carro.

40 **9.** El procedimiento de la reivindicación 2 en el que elevar periódicamente la porción del recipiente para hielo triturado (800) incluye el uso de un estímulo por un solenoide u otro dispositivo accionado adaptado para elevar una porción del recipiente para hielo triturado.

**10.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2 en el que un intervalo de temperatura para una temperatura de aire ambiente dentro del compartimento para refrigeración está ajustado para:

45 un primer intervalo de temperatura para promover la creación rápida de hielo triturado quirúrgico que cambia a

un segundo intervalo de temperatura más cálida para uso para mantener el hielo triturado quirúrgico dentro del recipiente para hielo triturado cerrado (400, 800).

50 **11.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2 en el que una sección transversal de un interior del recipiente para hielo triturado (400, 800) tomada de manera perpendicular a la línea central longitudinal es un círculo.

**12.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2 en el que una sección transversal de un interior del recipiente para hielo triturado (400, 800) tomada de manera perpendicular a la línea central longitudinal no es un círculo.

**13.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2 en el que el recipiente para hielo triturado (400, 800) es lo suficientemente translúcido de modo tal que una posición de una acumulación de hielo triturado quirúrgico puede ser discernida mirando a través de al menos una porción del recipiente para hielo triturado.

**14.** El procedimiento de la reivindicación 1 o 2 en el que el recipiente para hielo triturado (400, 800) tiene una proporción en volumen de solución salina líquida a espacio de aire en el intervalo de uno a uno a nueve a uno.

**15.** El procedimiento de la reivindicación 2 en el que el movimiento del recipiente para hielo triturado cerrado (400, 800) para impartir aceleraciones sobre los contenidos del recipiente para hielo triturado cerrado, de modo tal que los contenidos sean movidos en el conjunto complejo de movimientos incluye el uso del estímulo aplicado por una placa frontal (720) y una placa distal (760) al recipiente para hielo triturado cerrado para dejar caer periódicamente el recipiente para hielo triturado cerrado sin usar la placa frontal y la placa distal para imponer un cambio en una orientación relativa de un extremo de tapa del recipiente para hielo triturado cerrado con relación a un extremo inferior del recipiente para hielo triturado cerrado.

15

FIG. 1

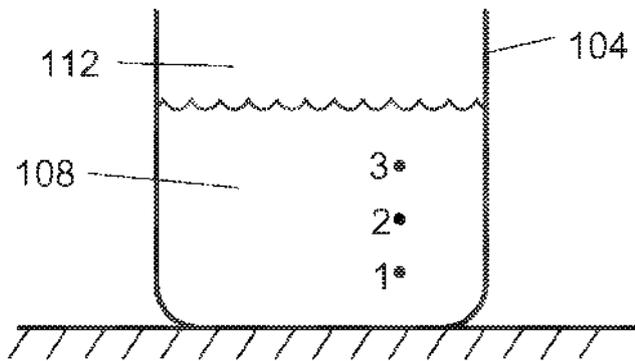


FIG. 2

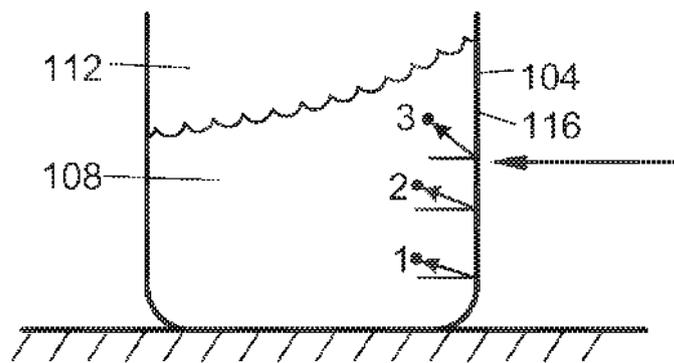


FIG. 3

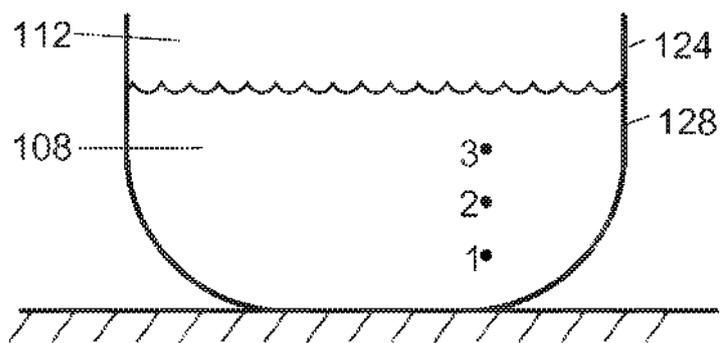


FIG. 4

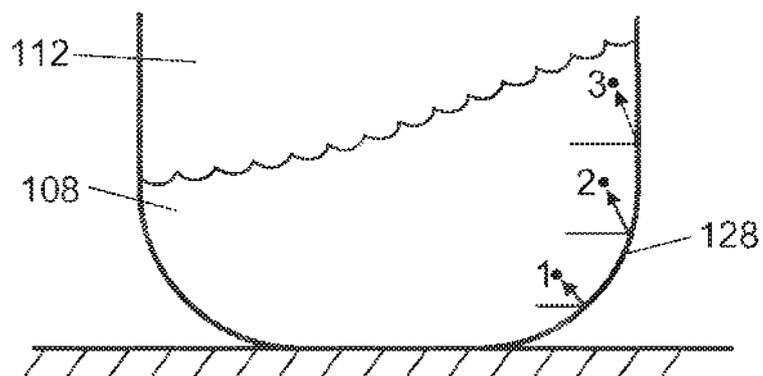


FIG. 5

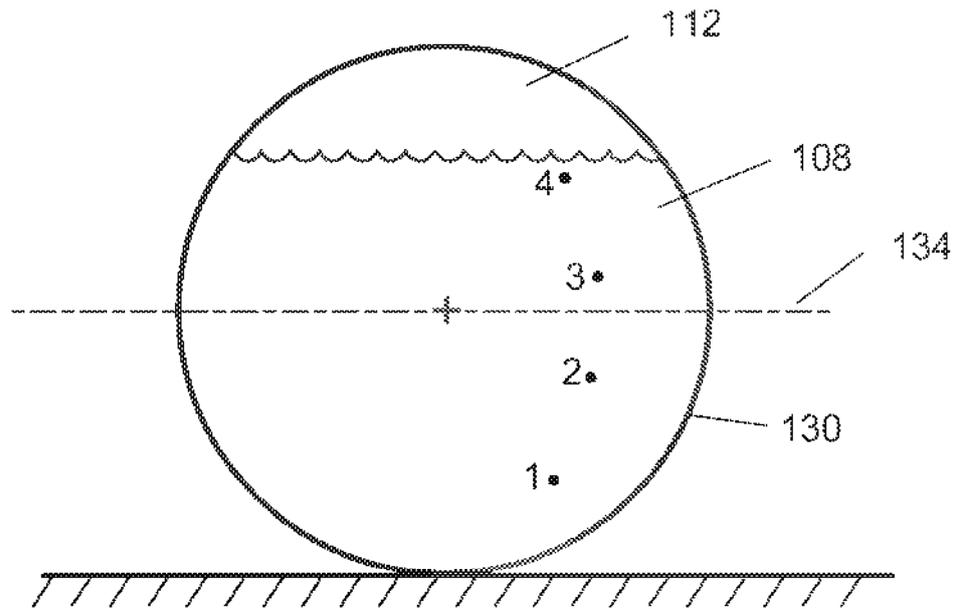


FIG. 6

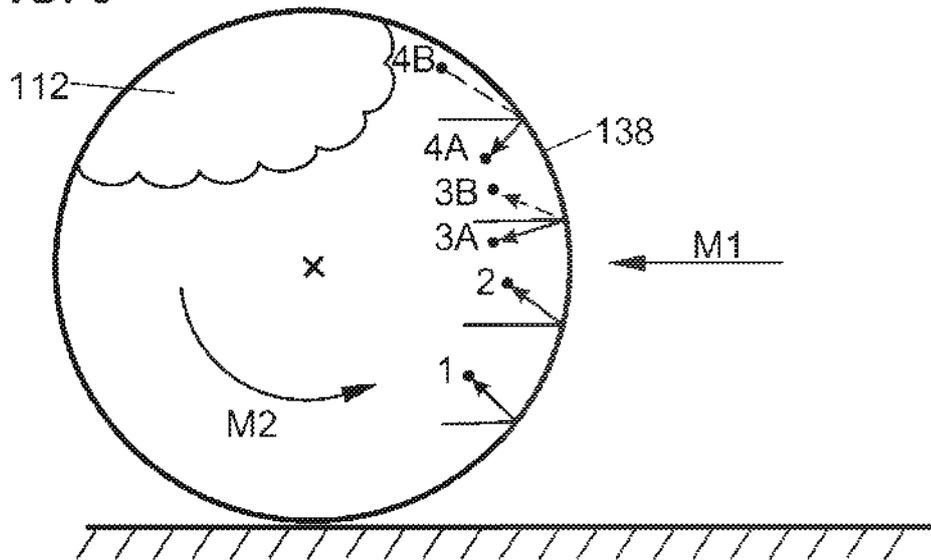


FIG. 7

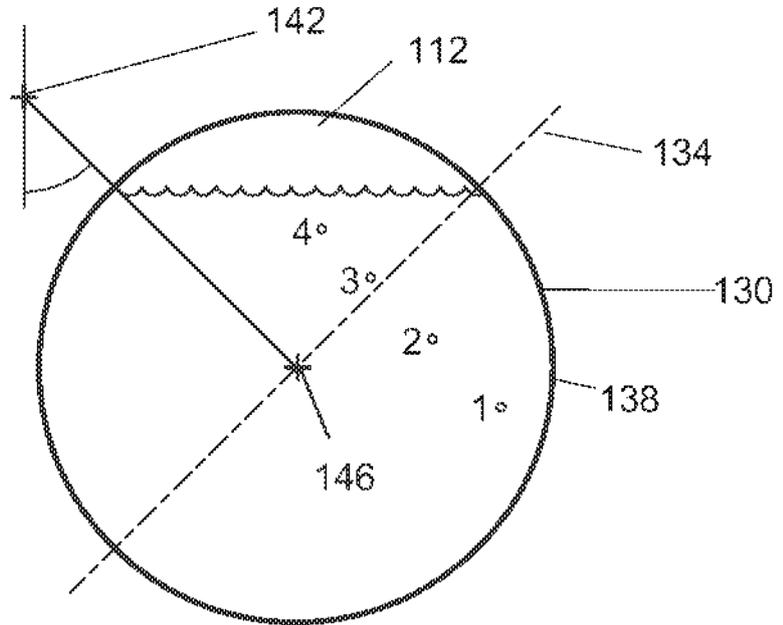
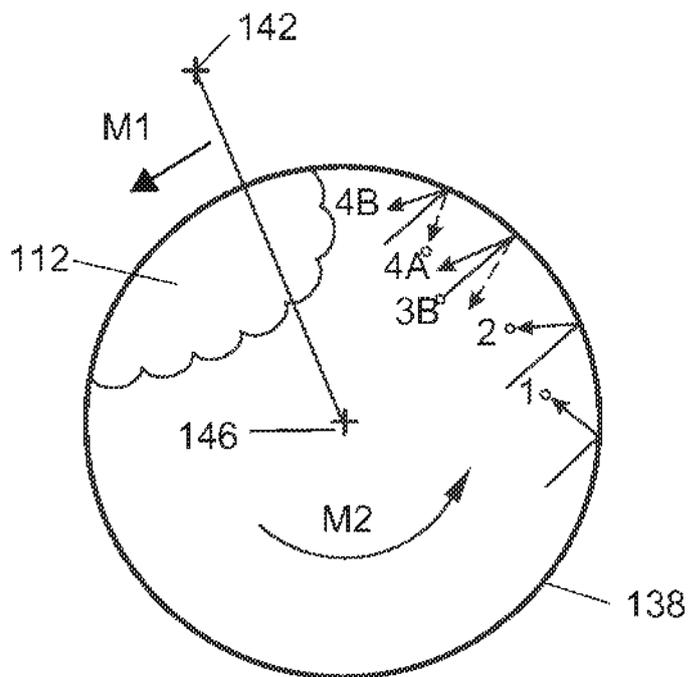
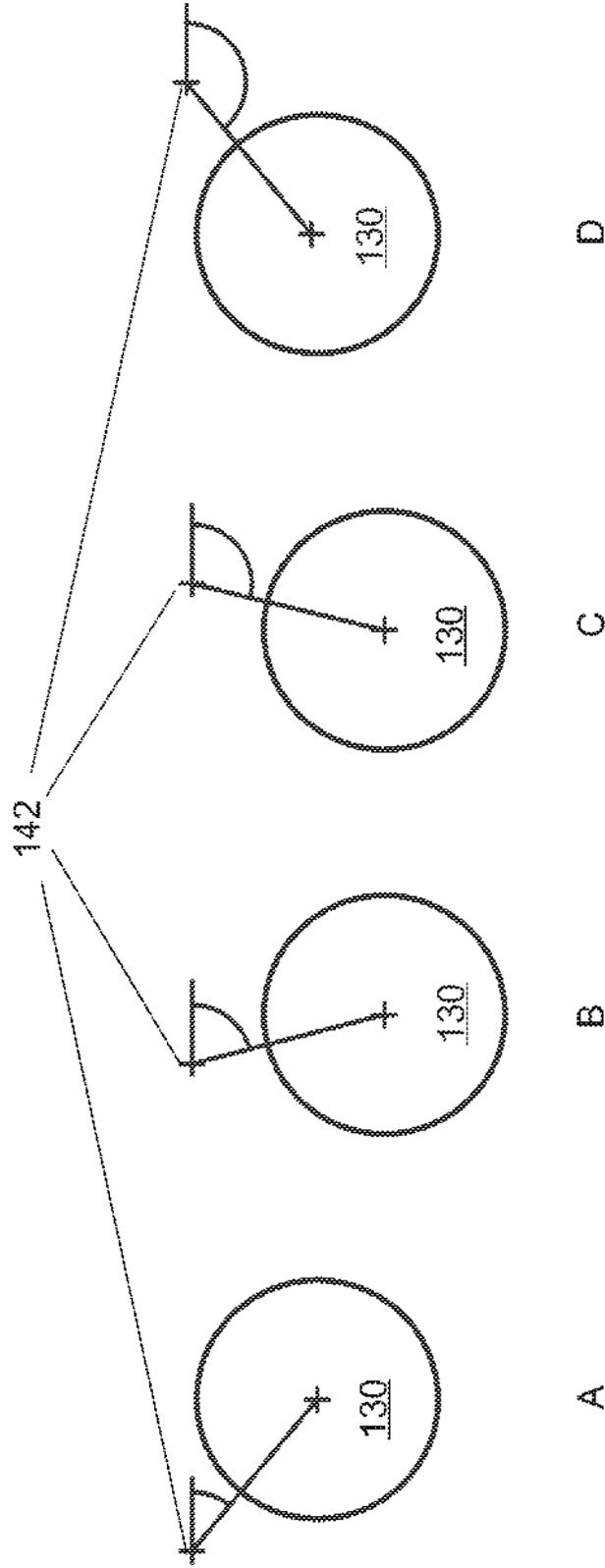


FIG. 8





A B C D  
FIG. 9A FIG. 9B FIG. 9C FIG. 9D

FIG. 10

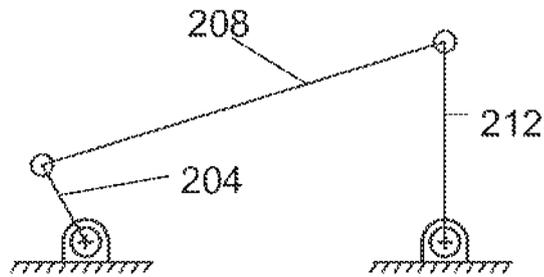


FIG. 11

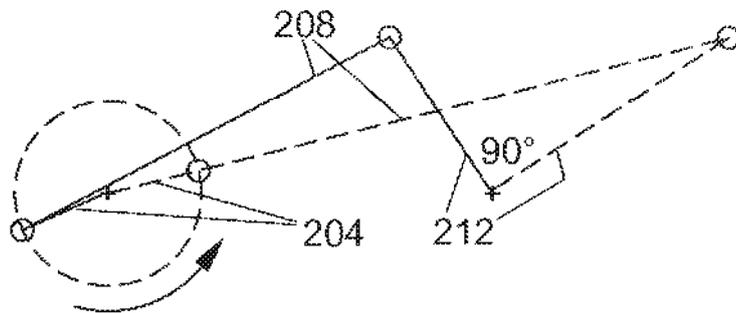
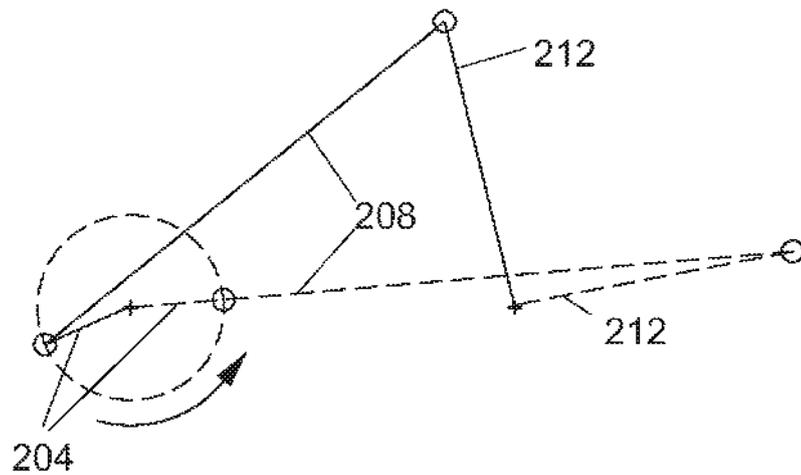
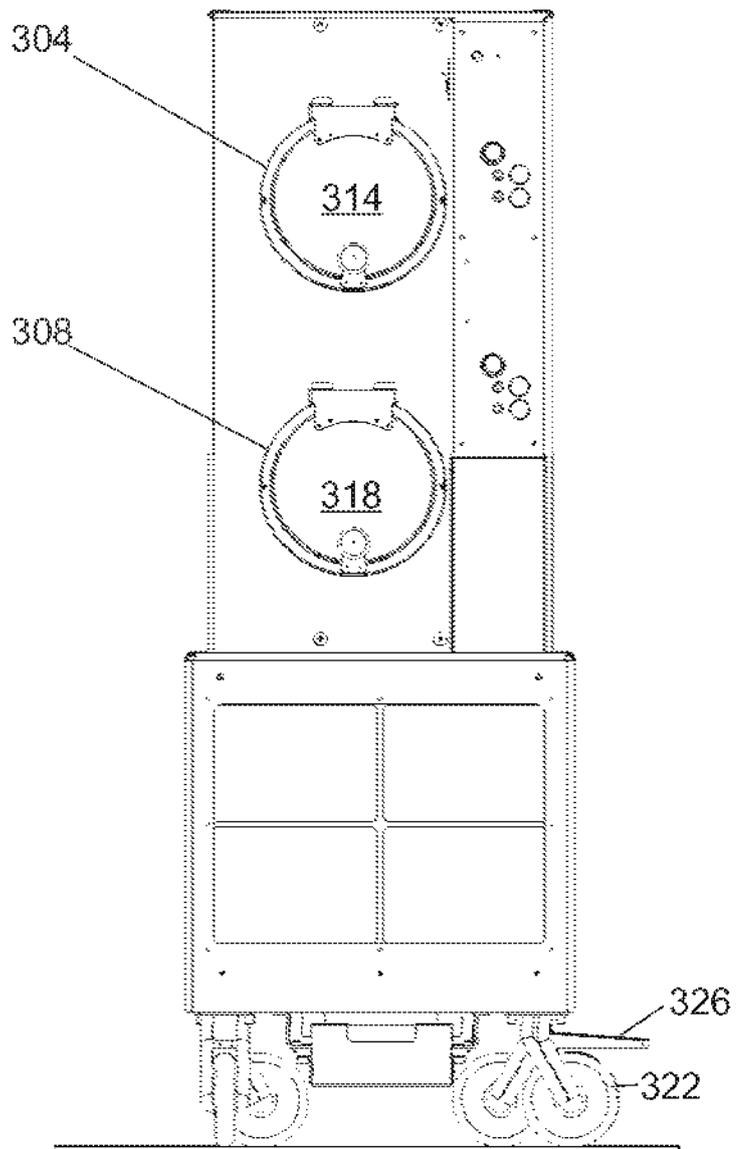


FIG. 12

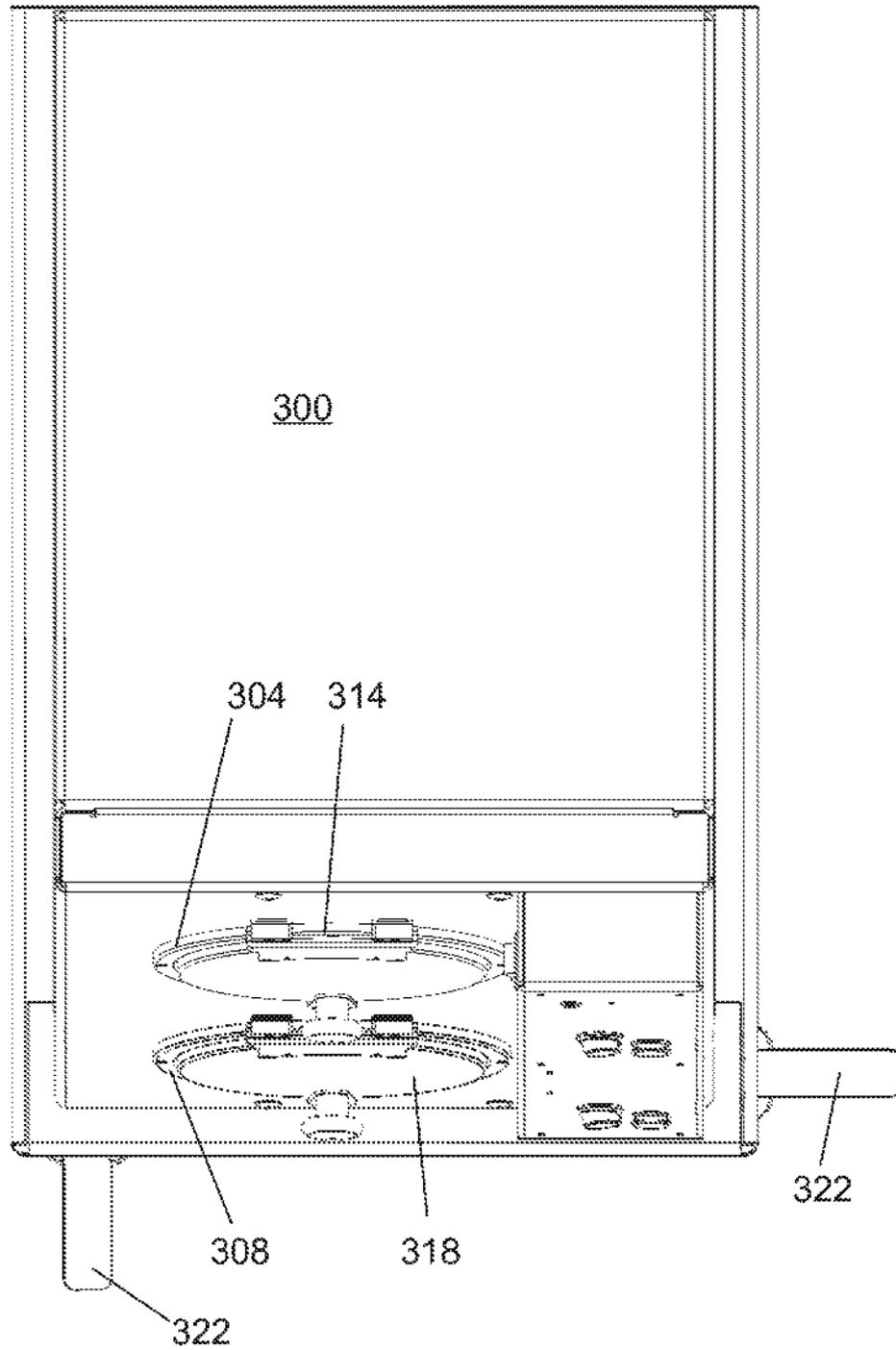


**FIG. 13**

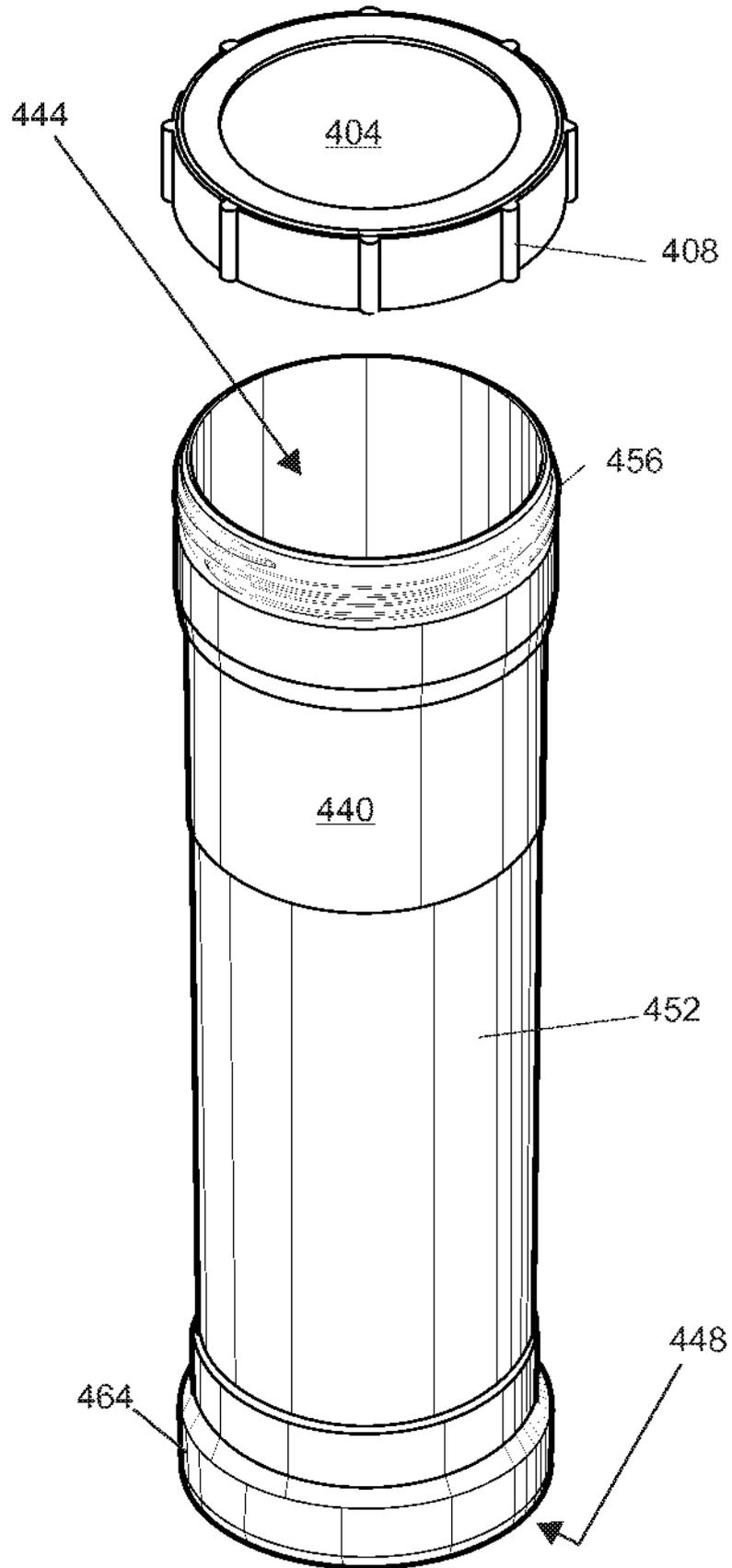
300



**FIG. 14**

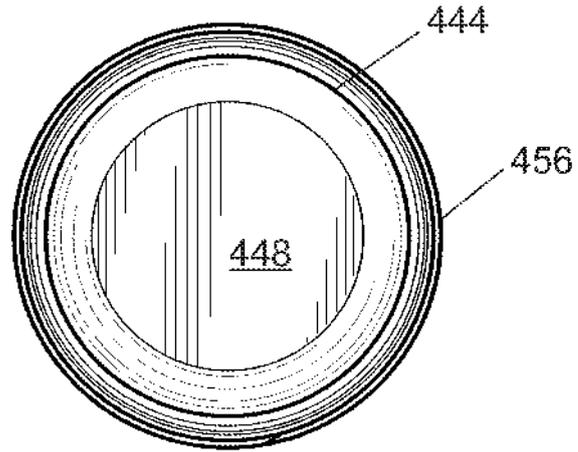


**FIG. 15**  
400



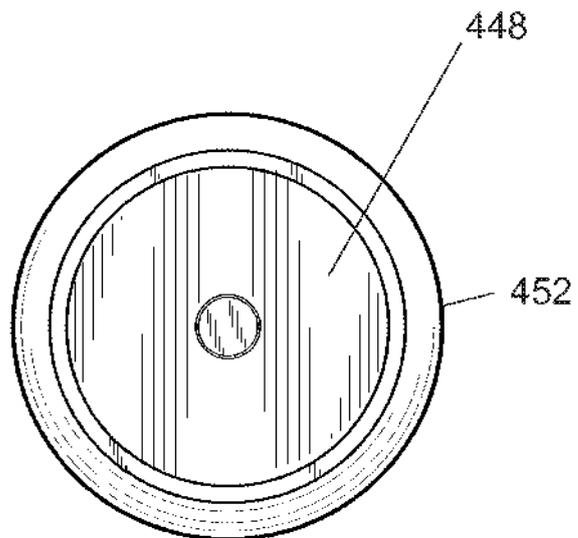
**FIG. 16**

440



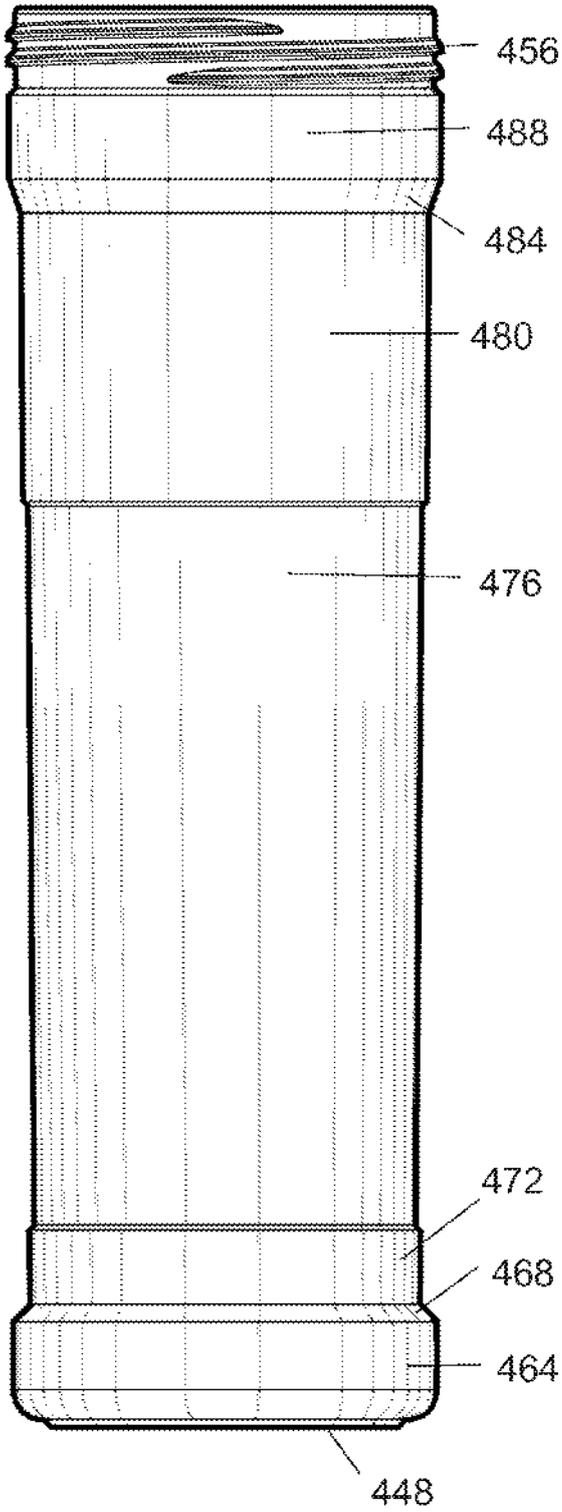
**FIG. 17**

440



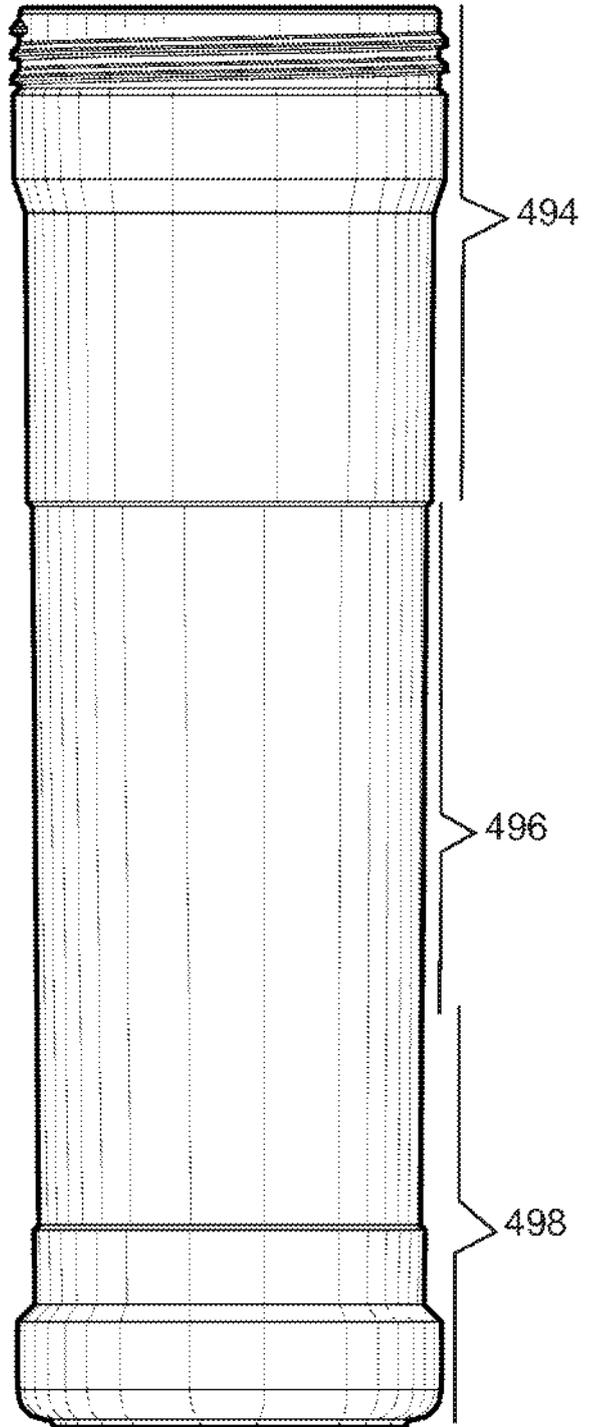
**FIG. 18**

440



**FIG. 19**

440



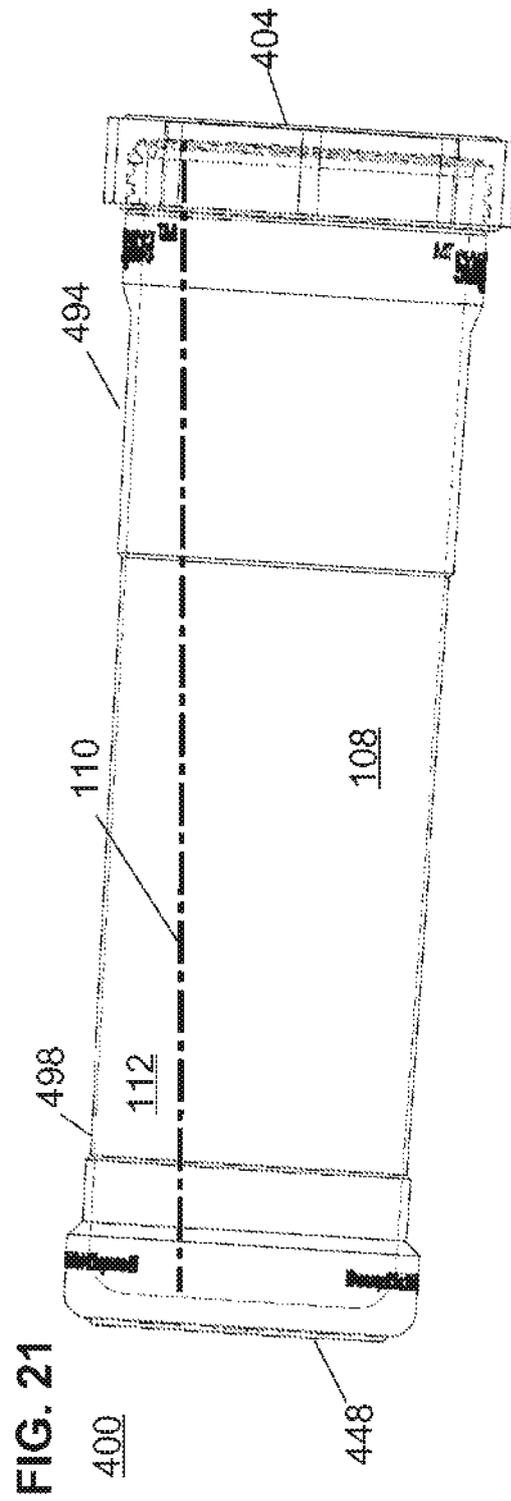
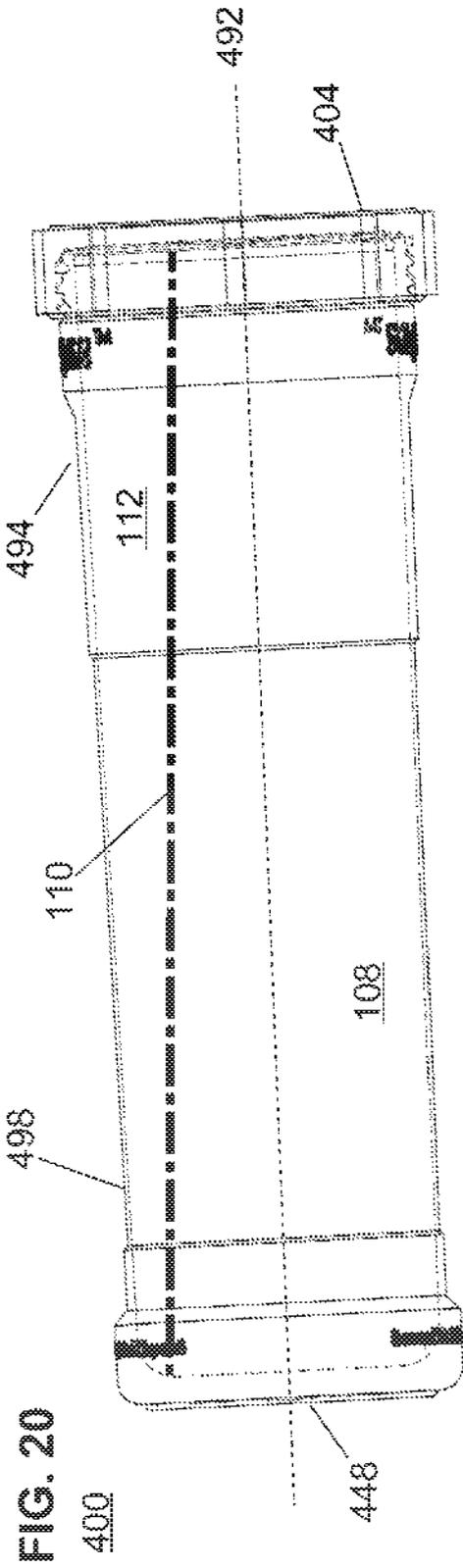
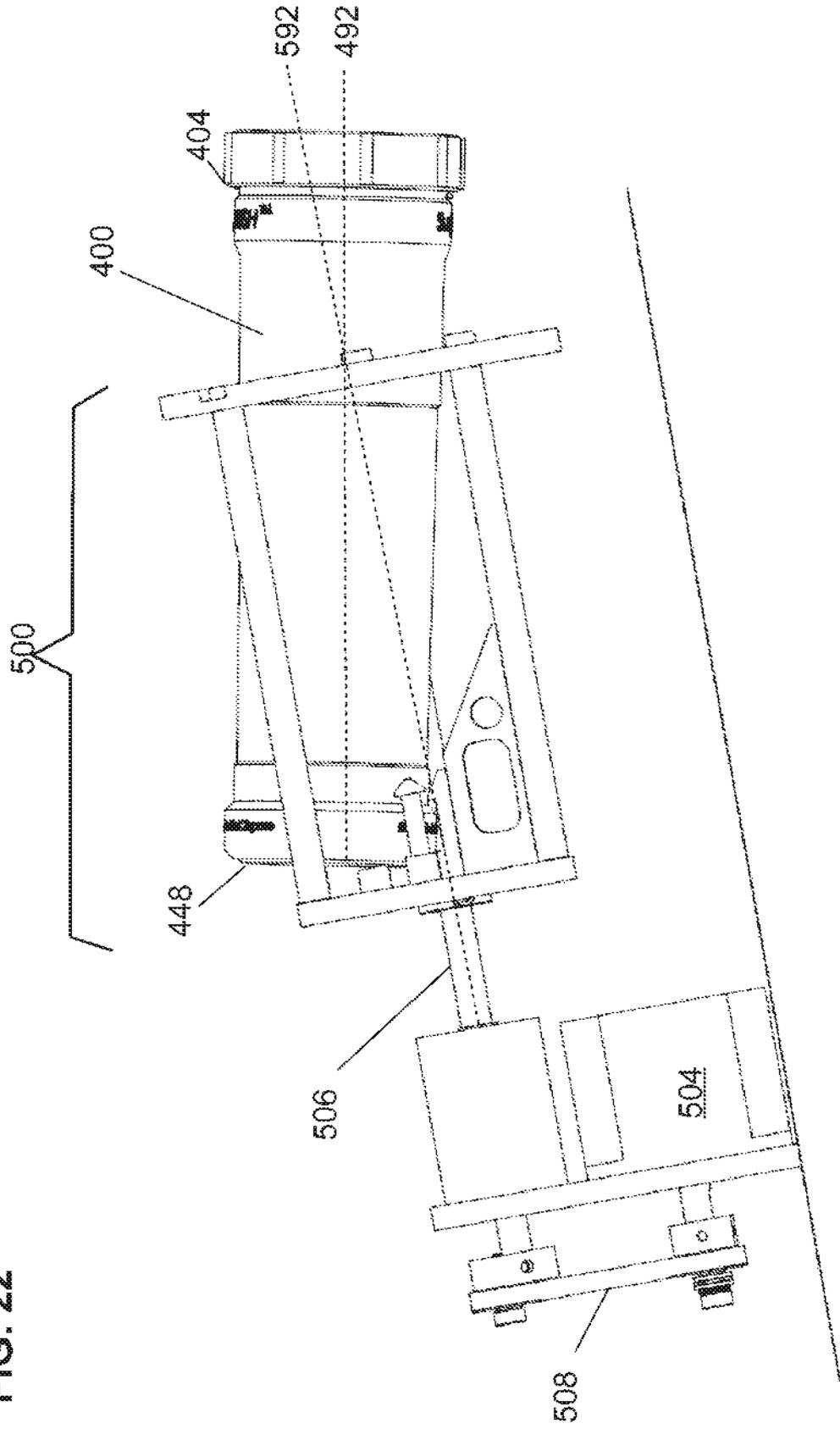


FIG. 22



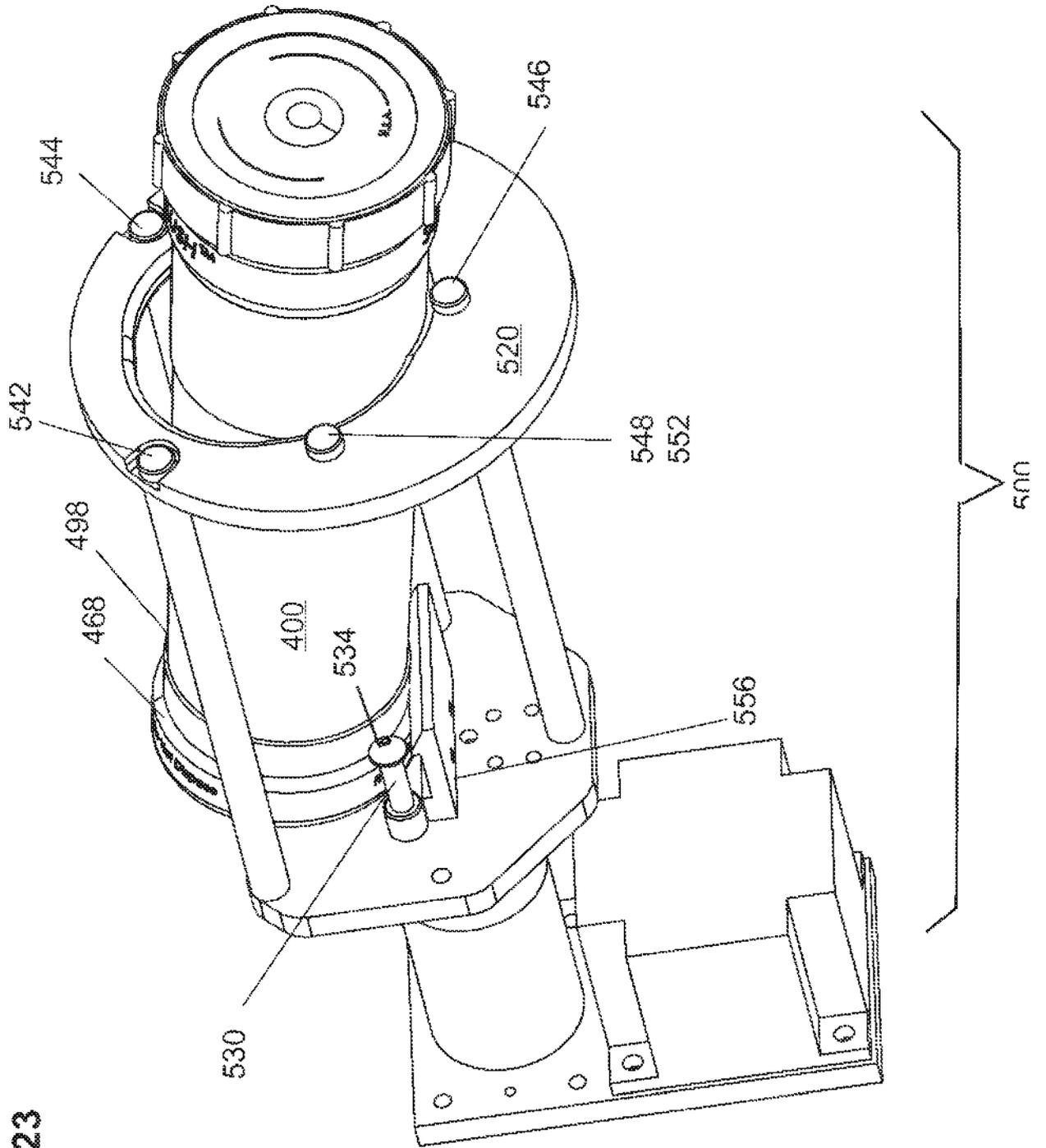


FIG. 23

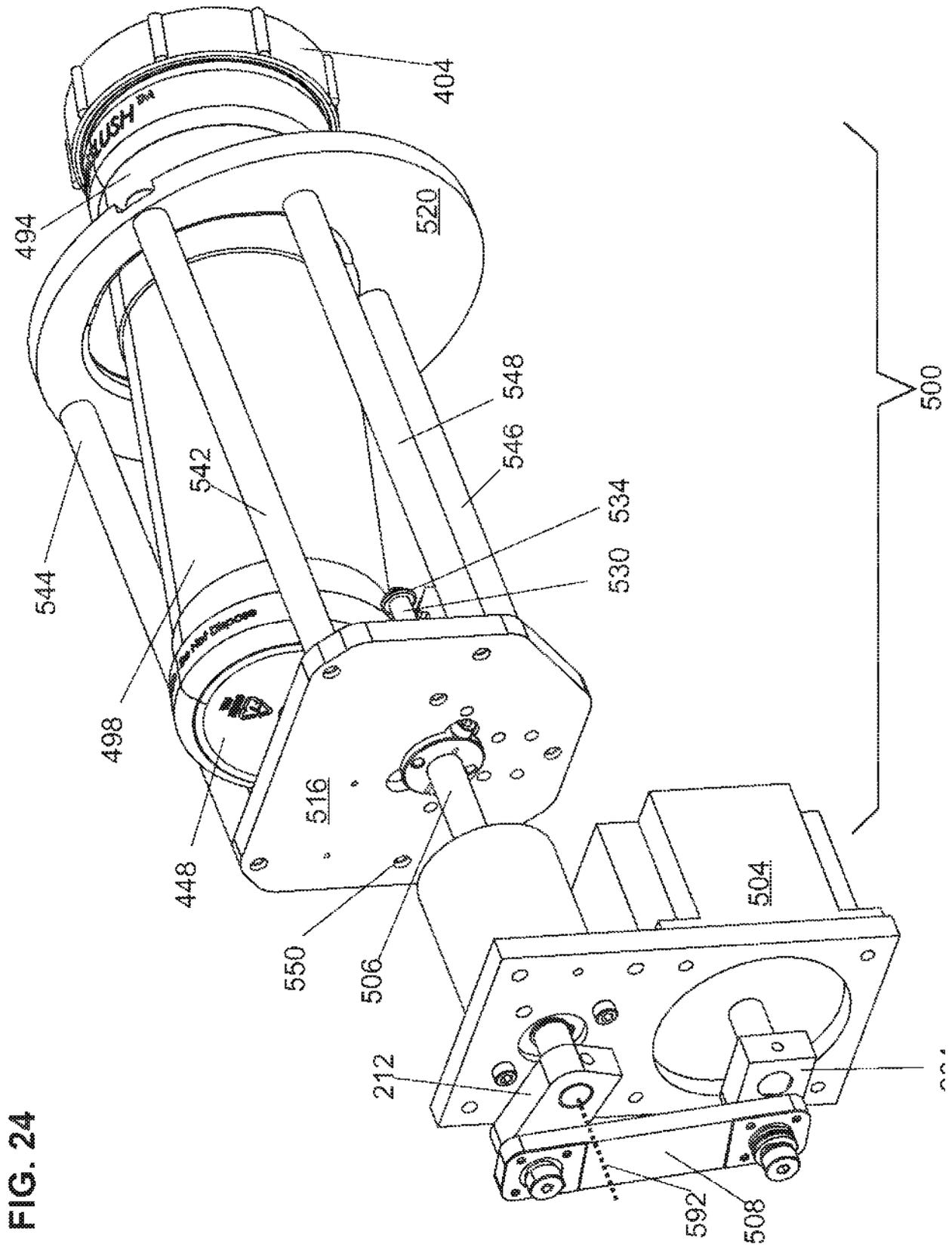
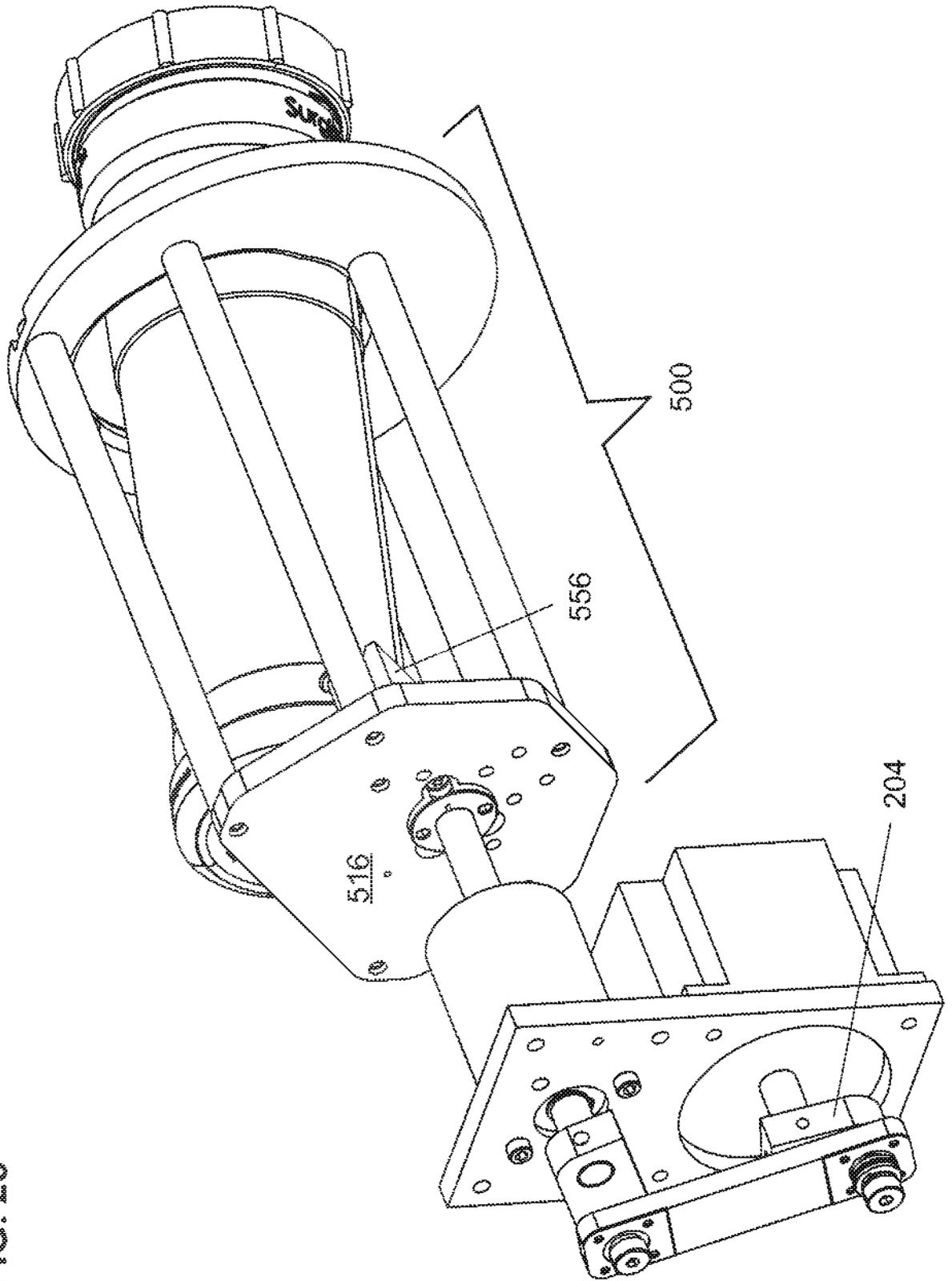


FIG. 24

FIG. 25



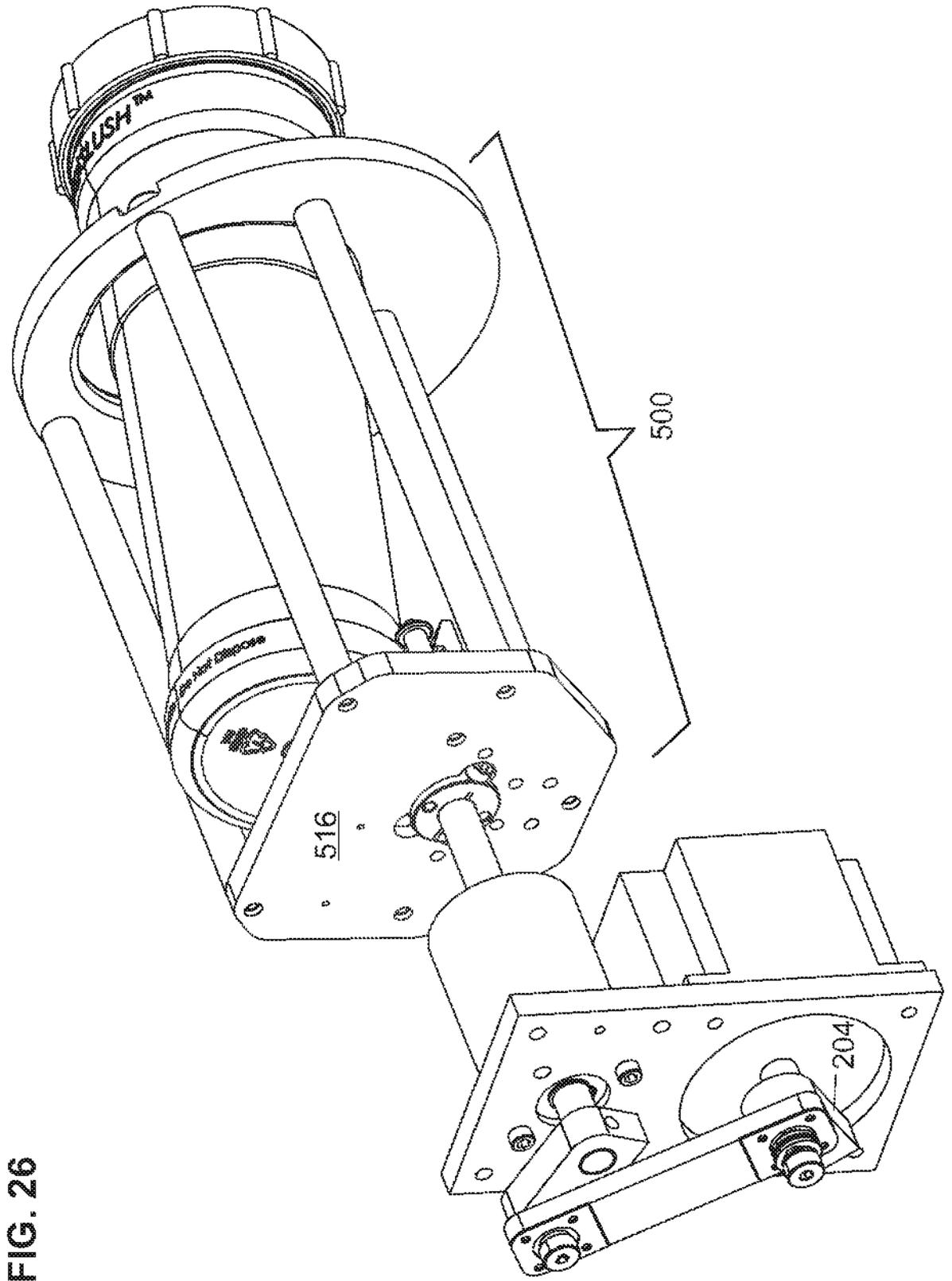


FIG. 26

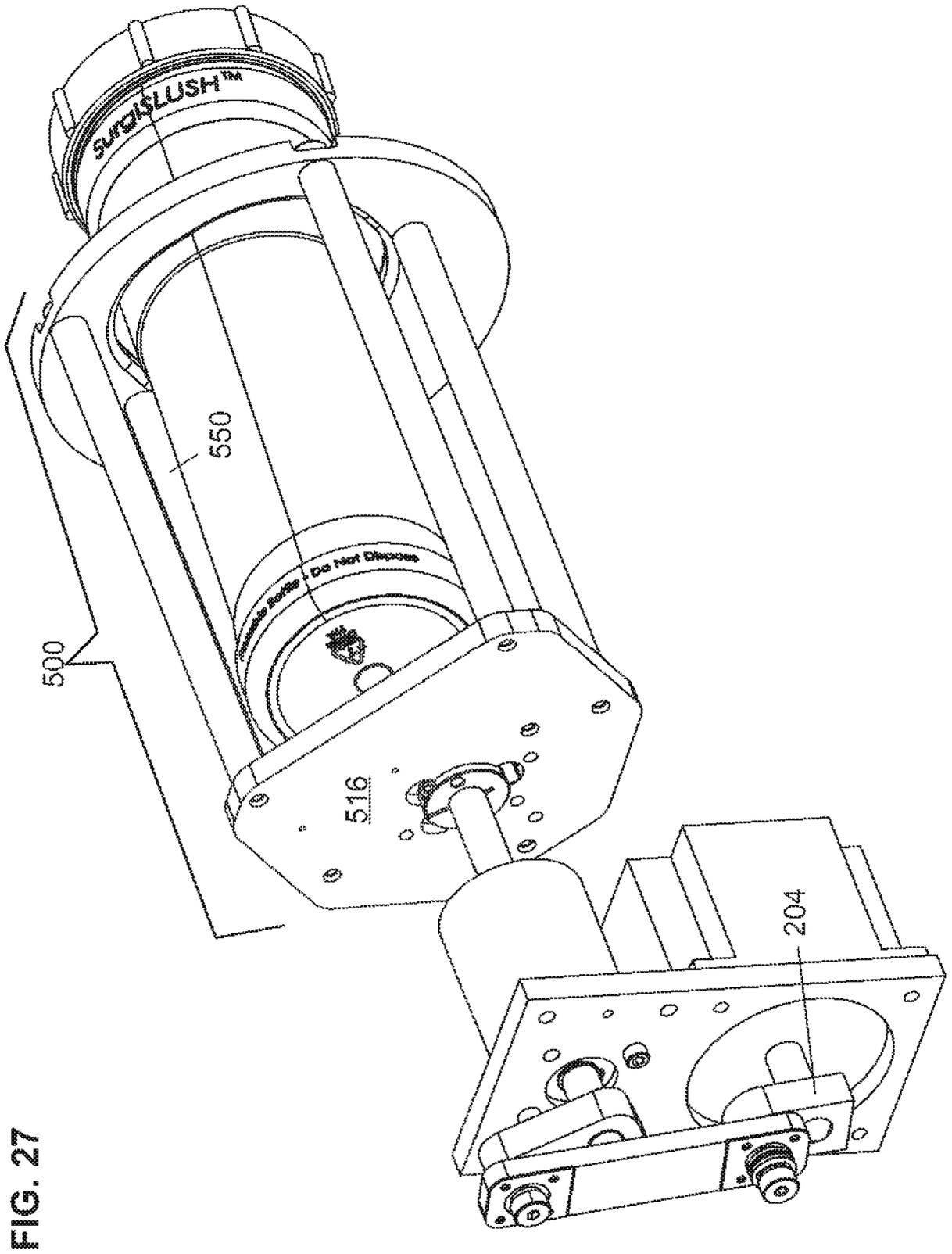


FIG. 27

FIG. 28

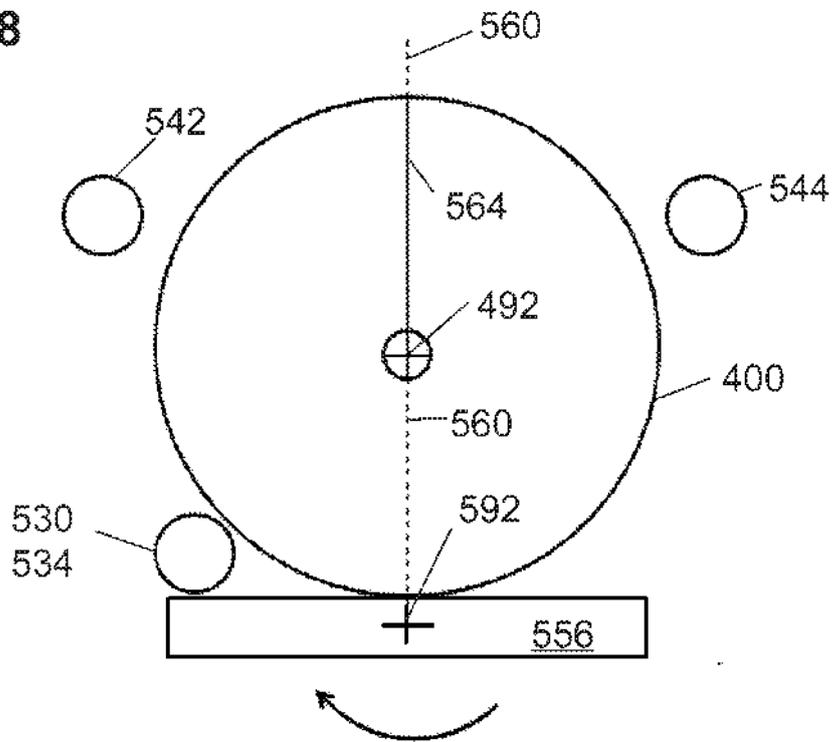


FIG. 29

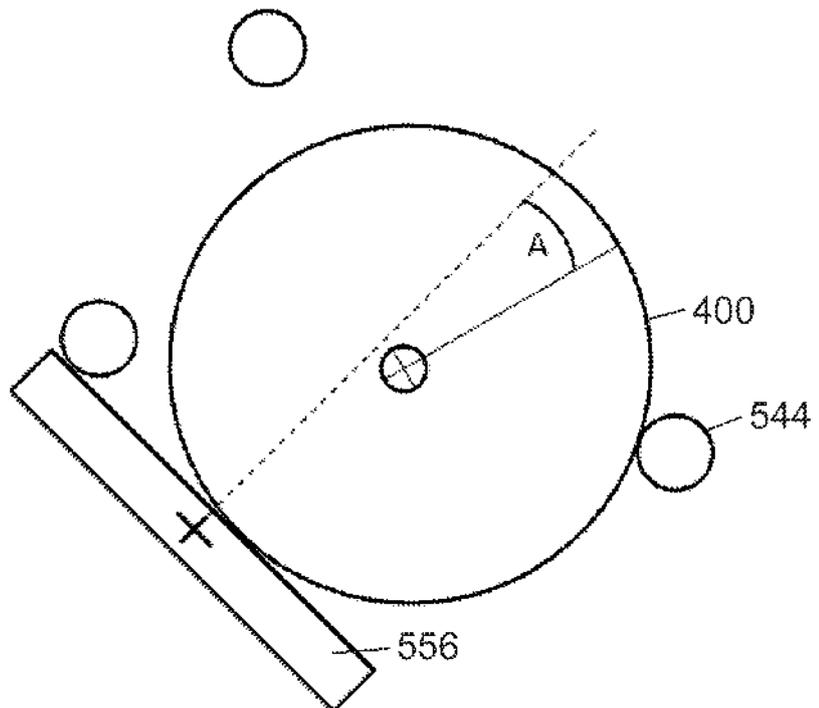


FIG. 30

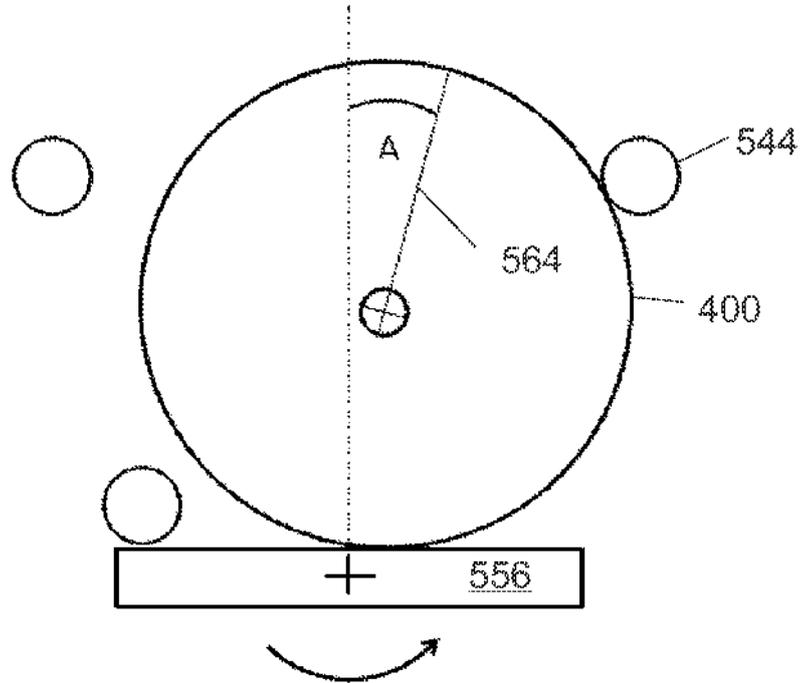


FIG. 31

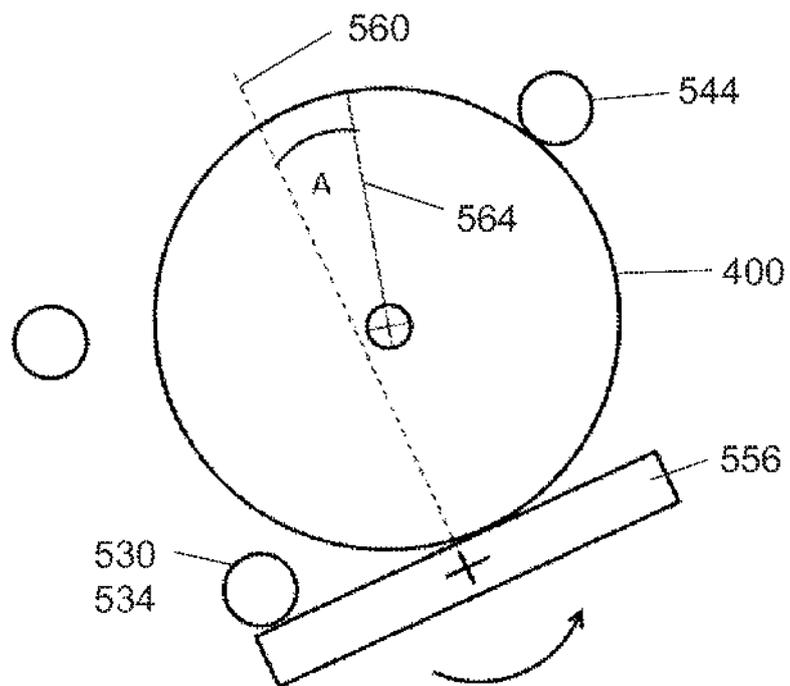


FIG. 32

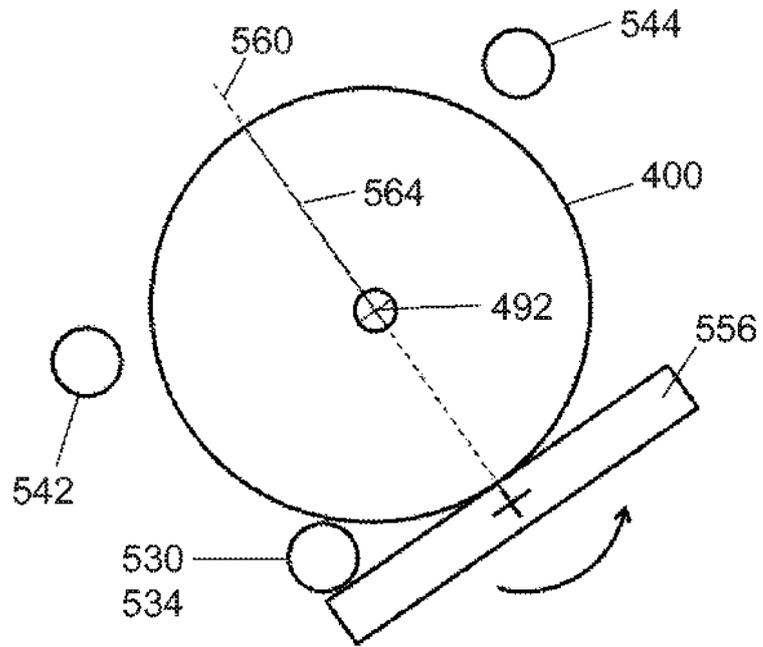


FIG. 33

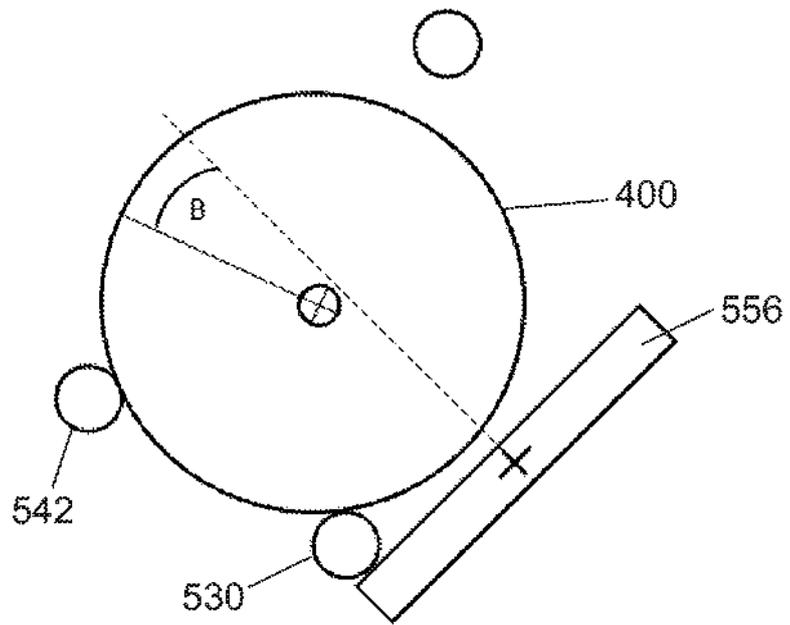


FIG. 34

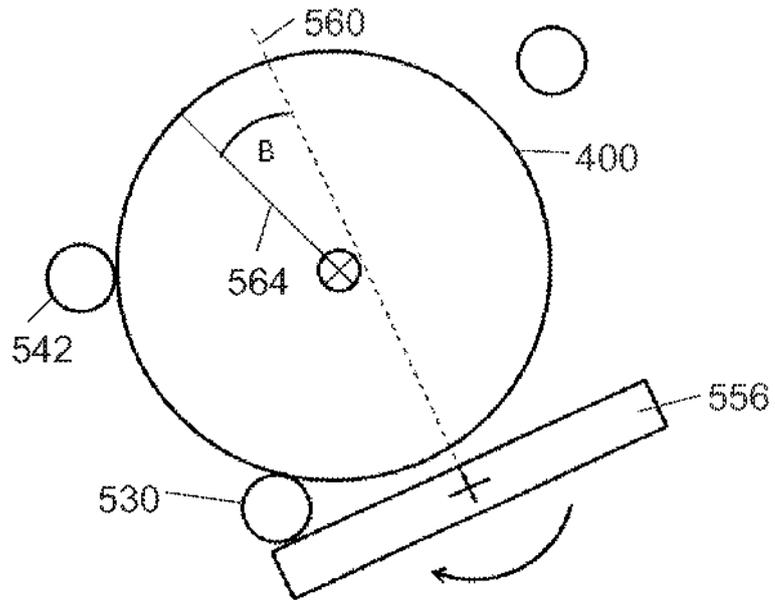


FIG. 35

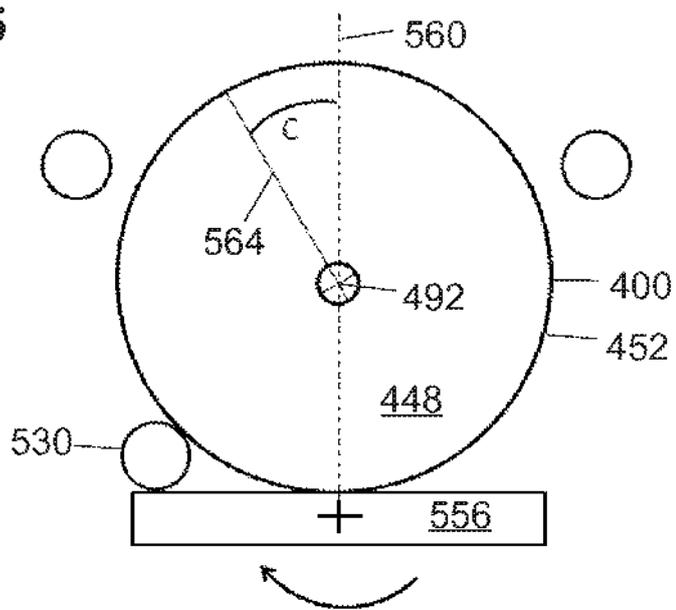


FIG. 36

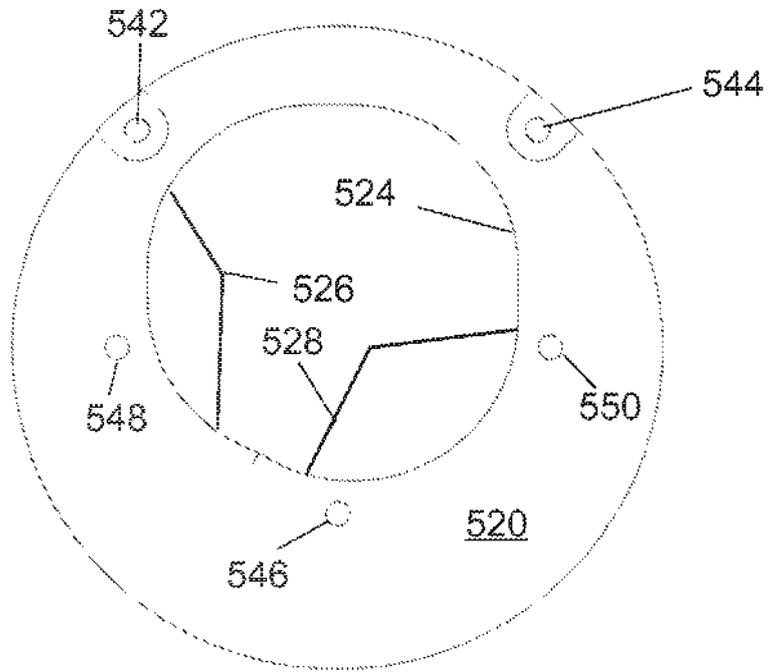
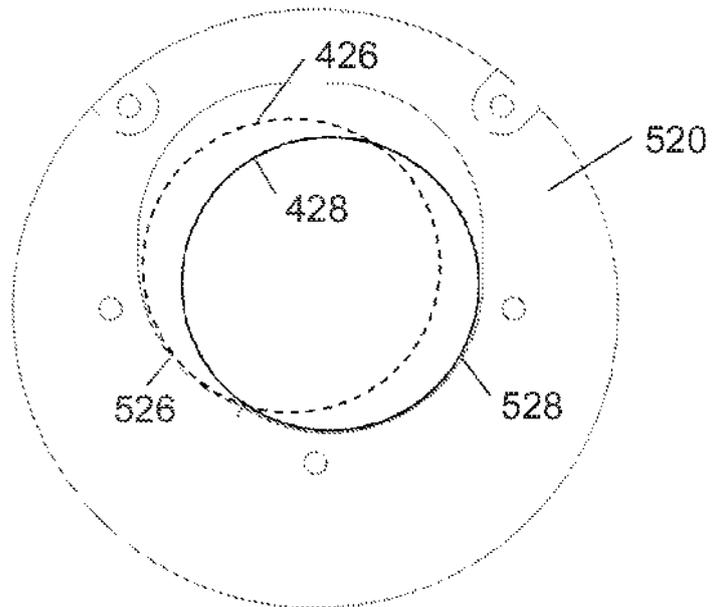
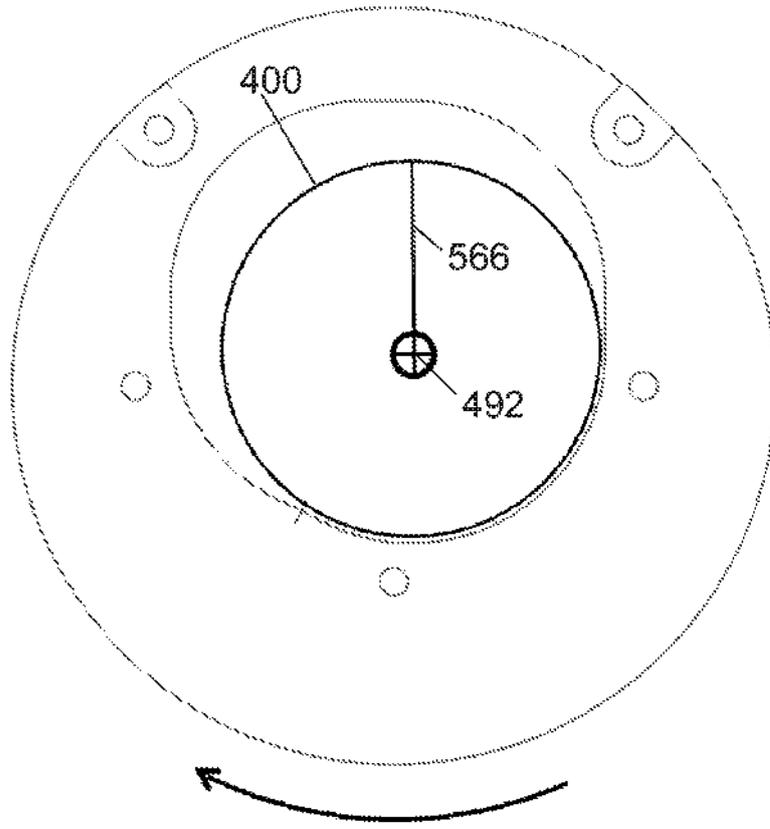


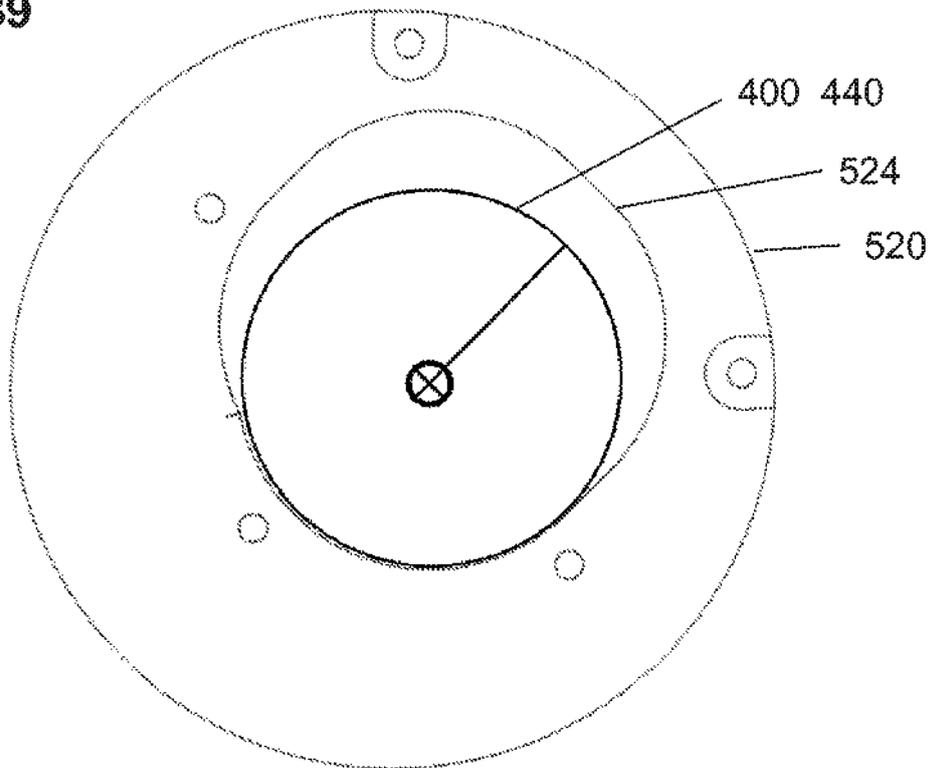
FIG. 37



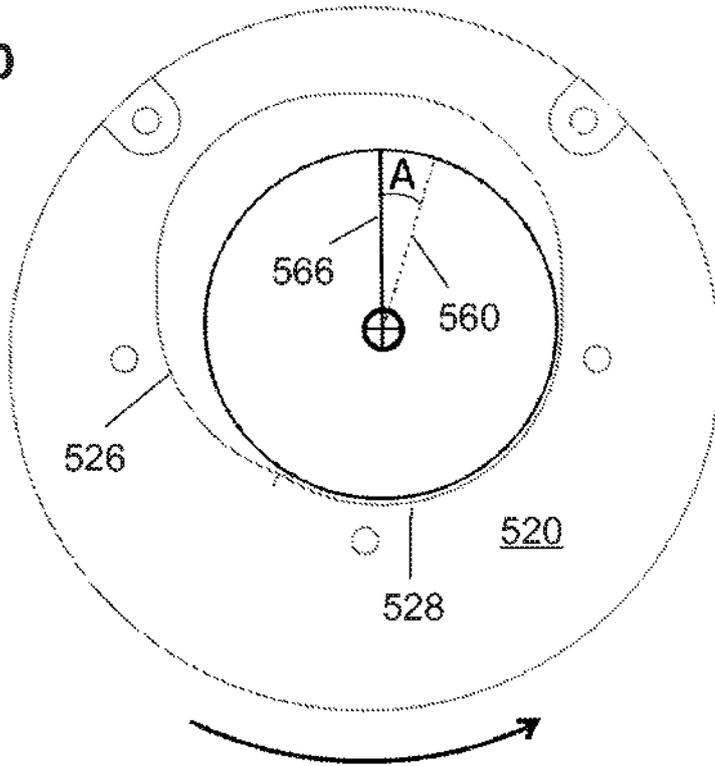
**FIG. 38**



**FIG. 39**



**FIG. 40**



**FIG. 41**

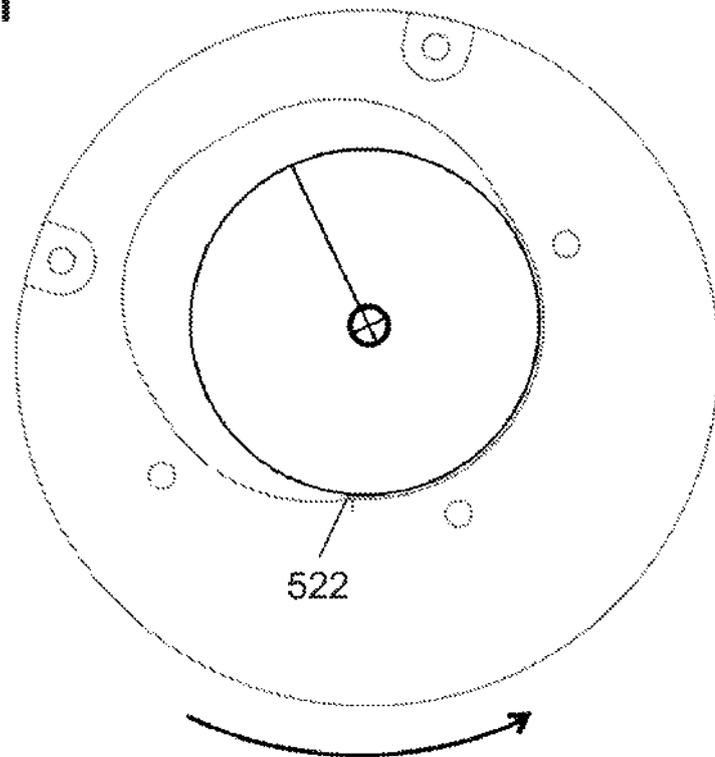


FIG. 42

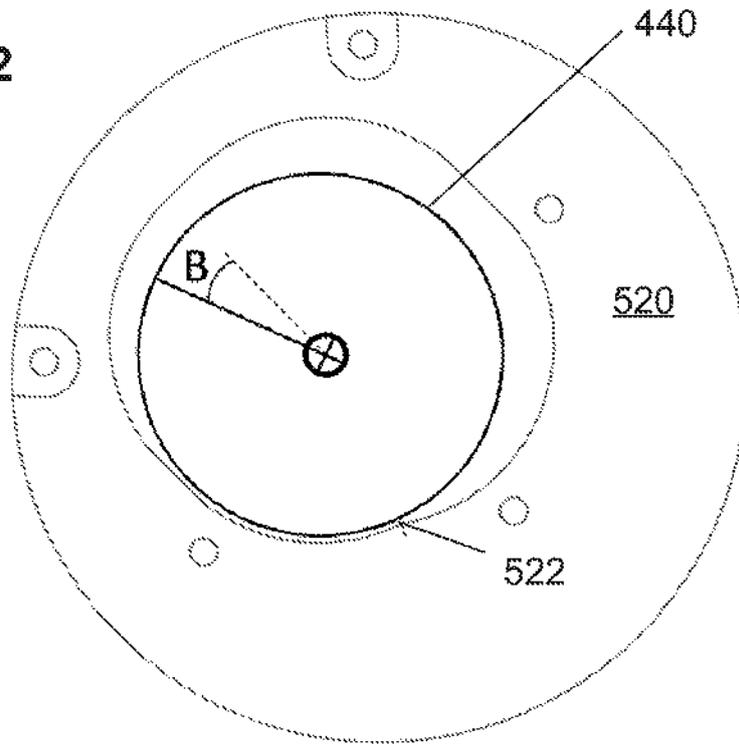


FIG. 43

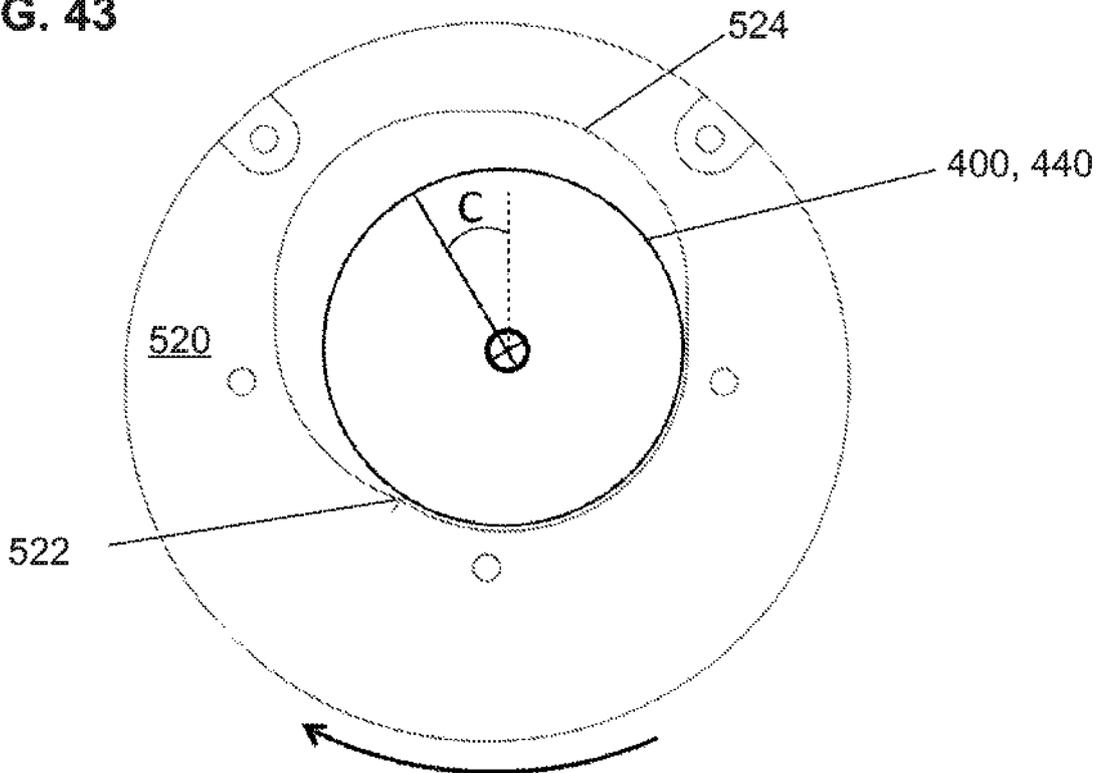


FIG. 44

1000

**FIG. 45**

**2000**

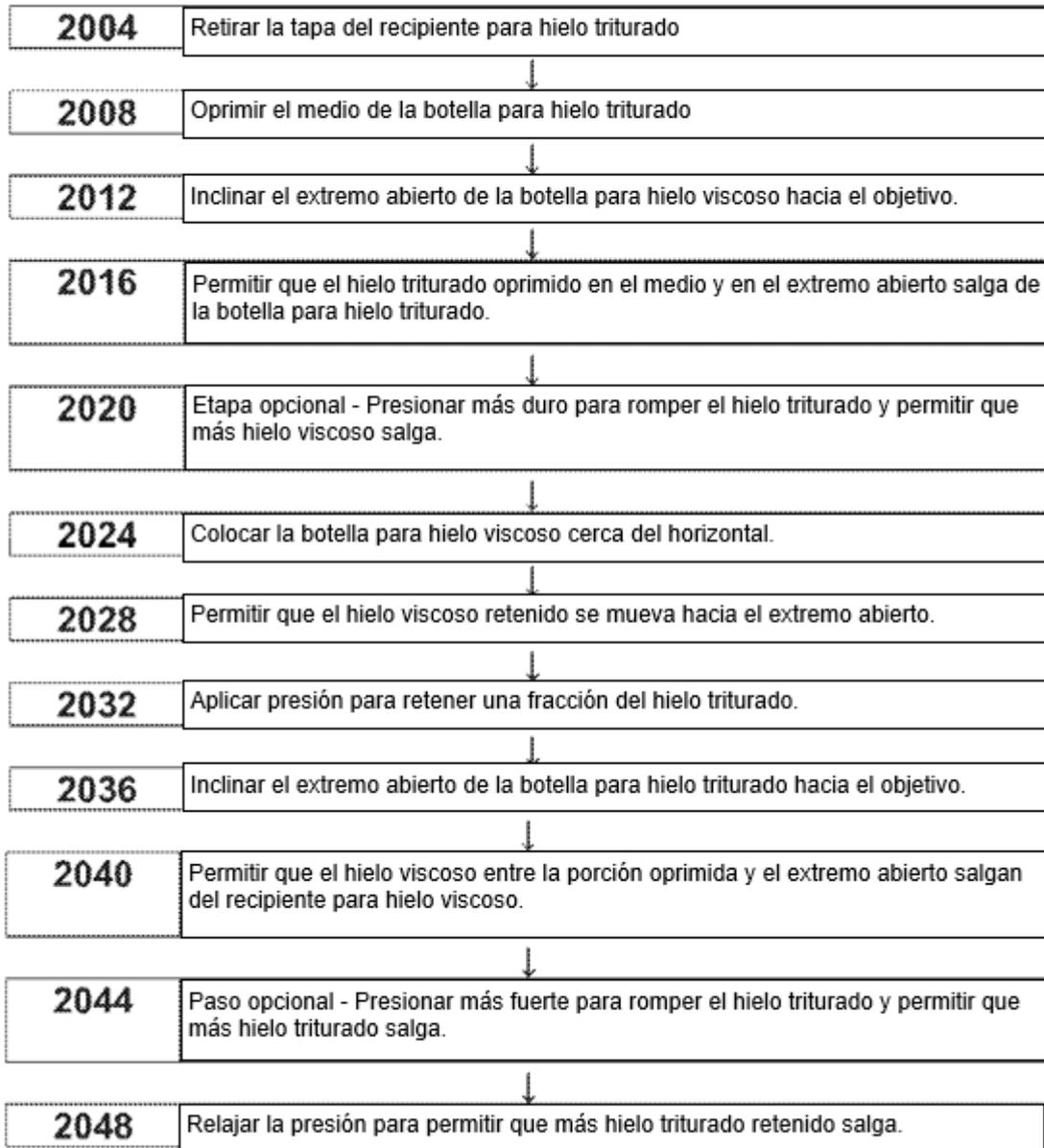
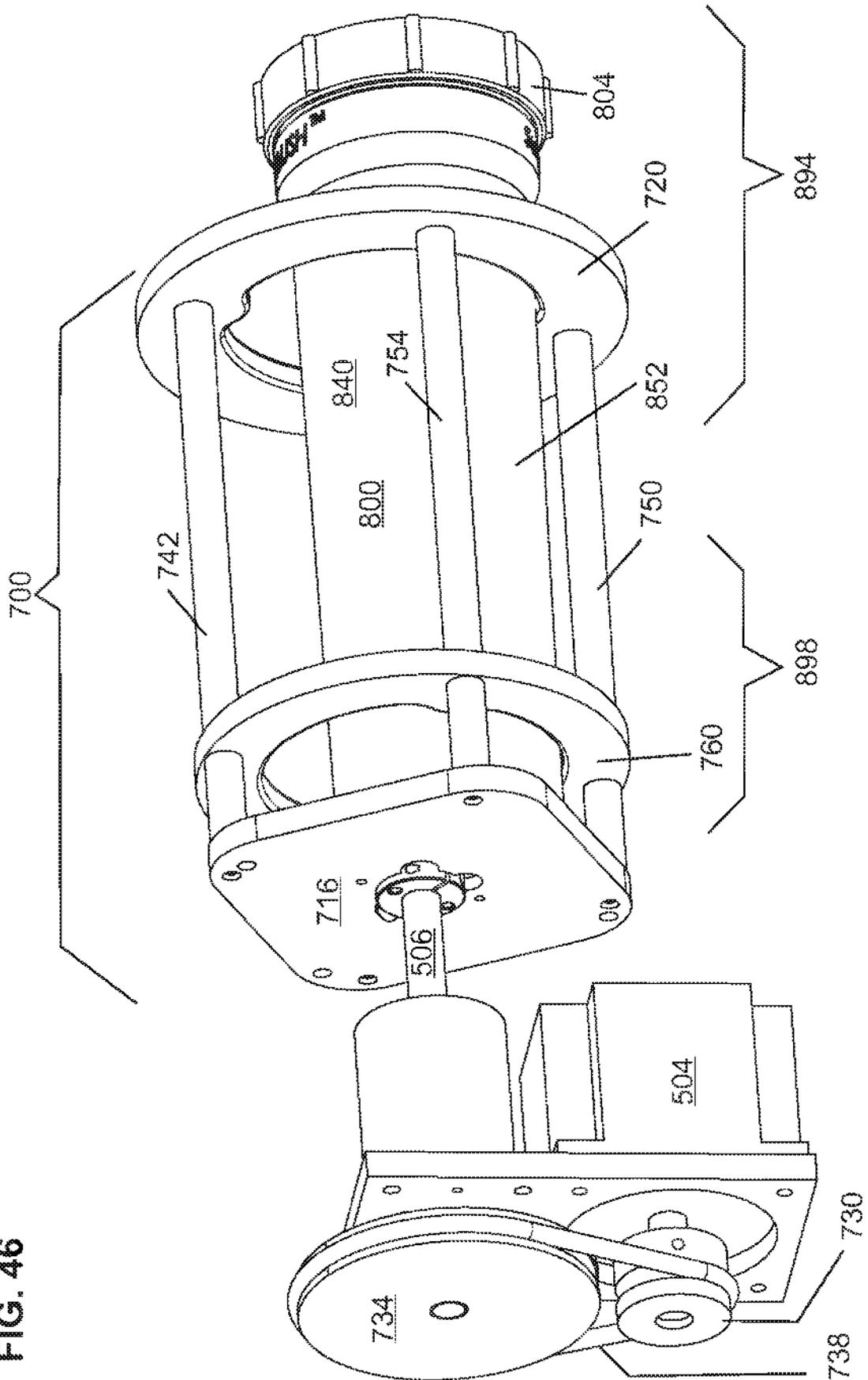
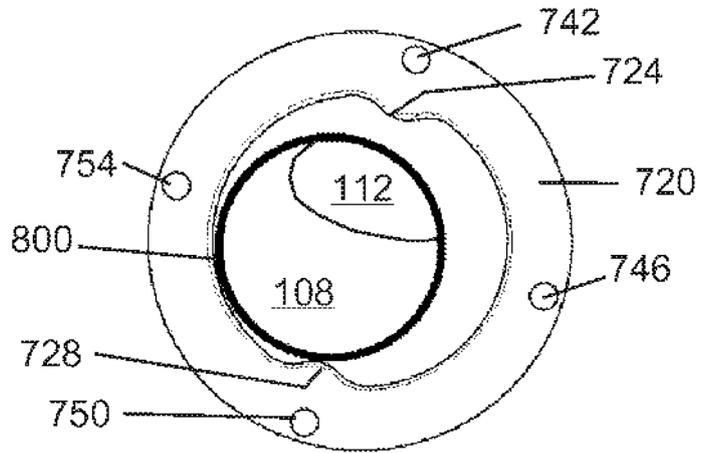


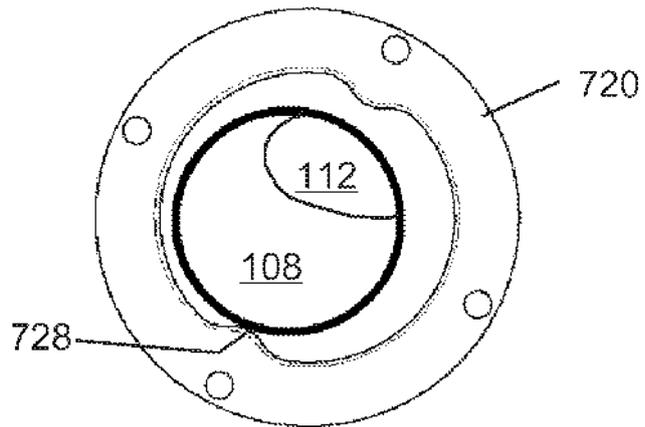
FIG. 46



**FIG. 47**



**FIG. 48**



**FIG. 49**

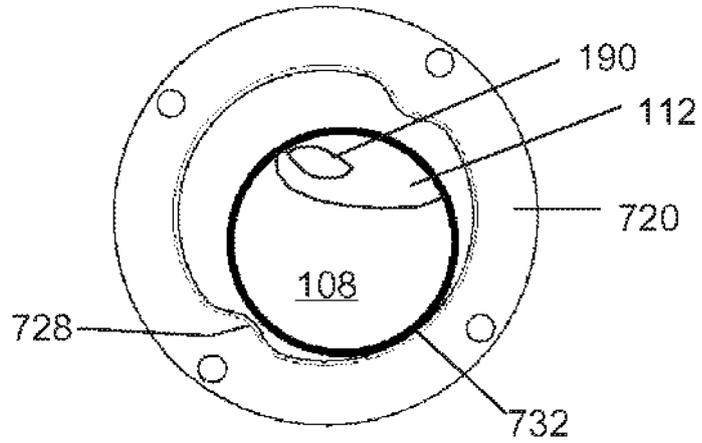
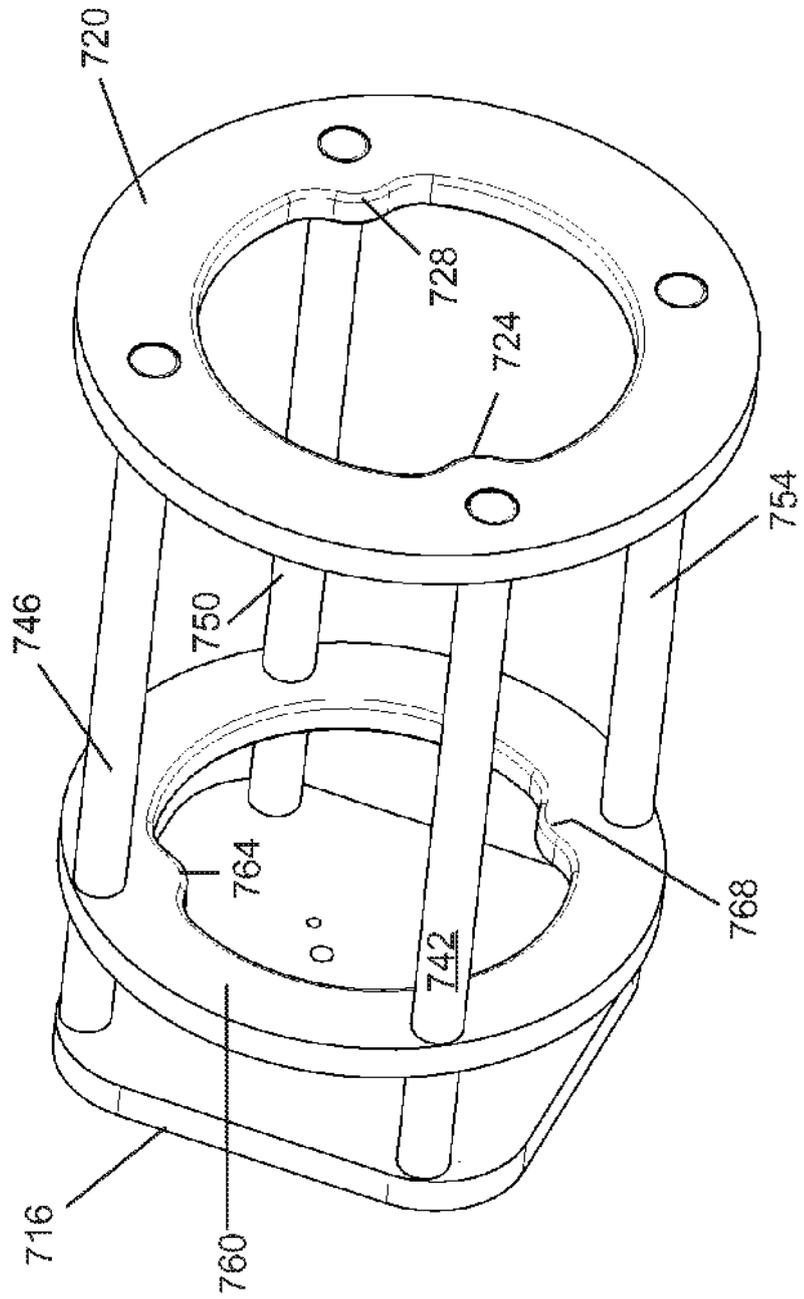
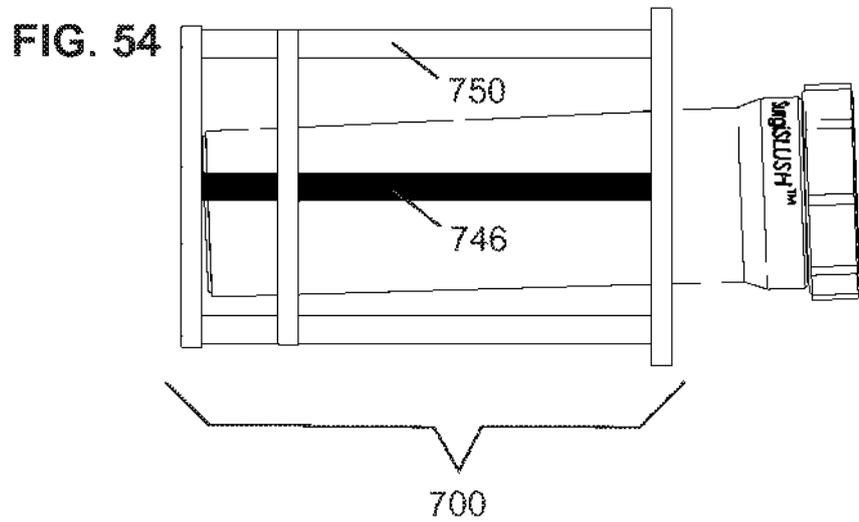
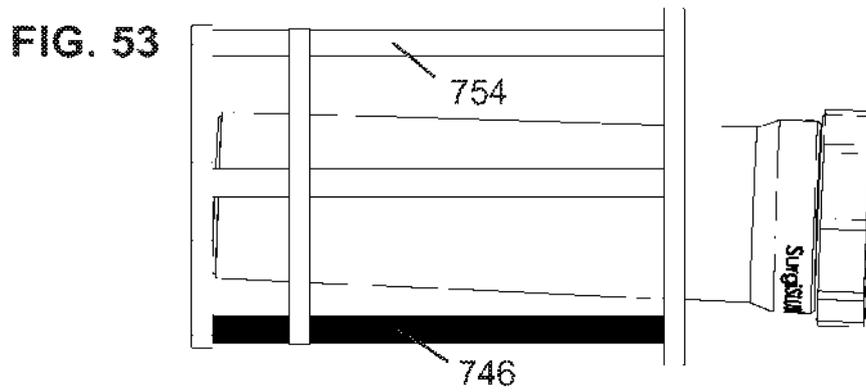
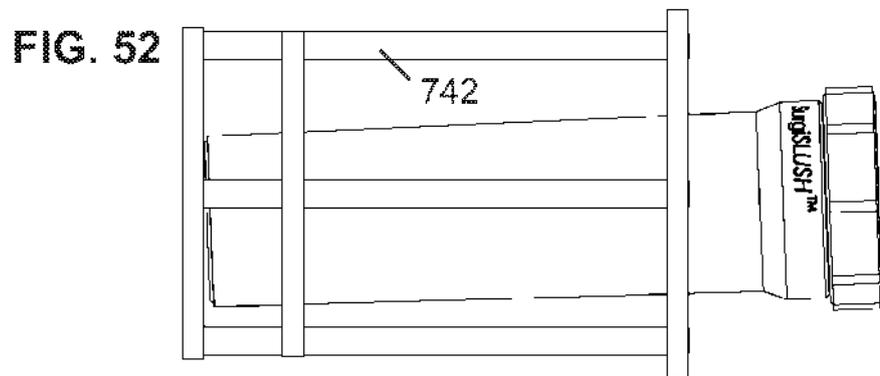
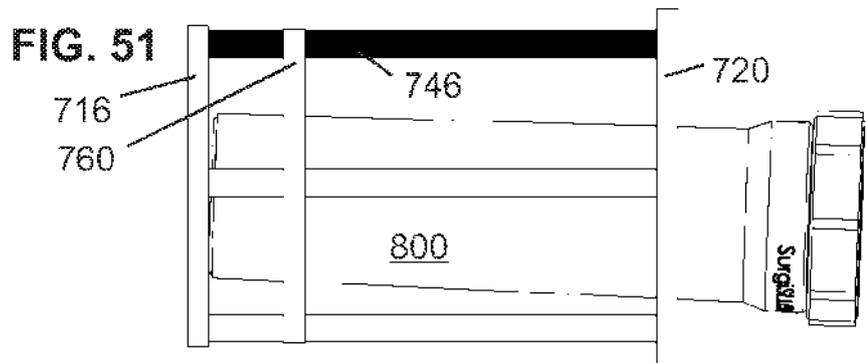
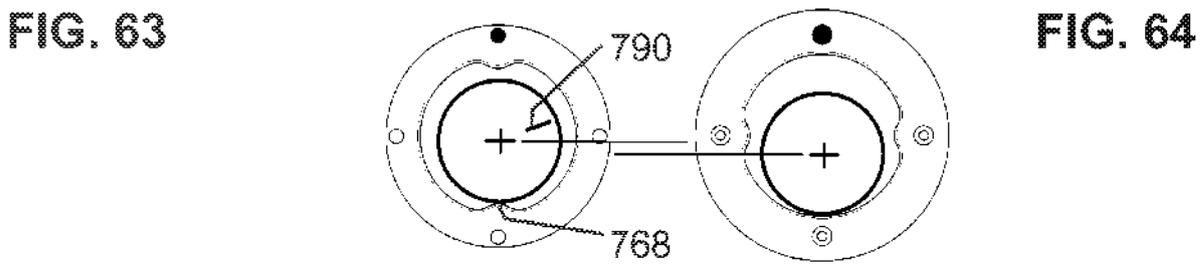
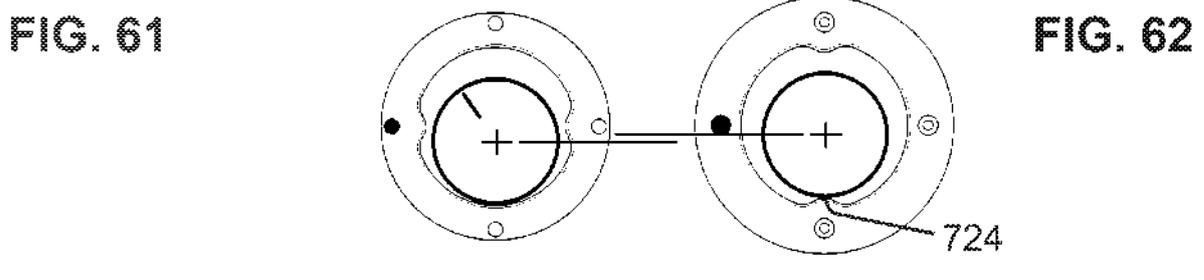
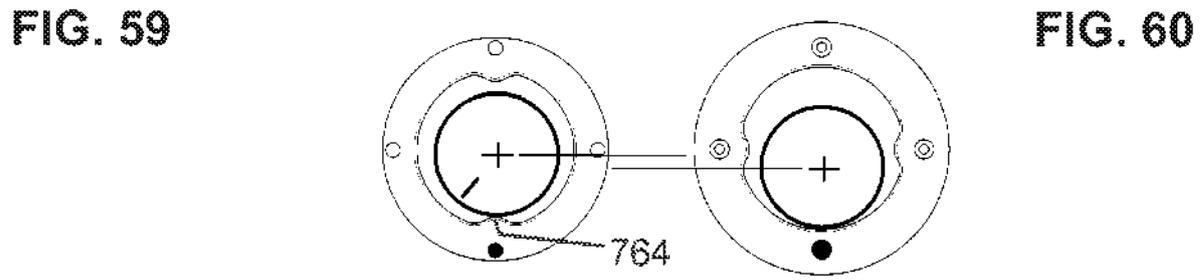
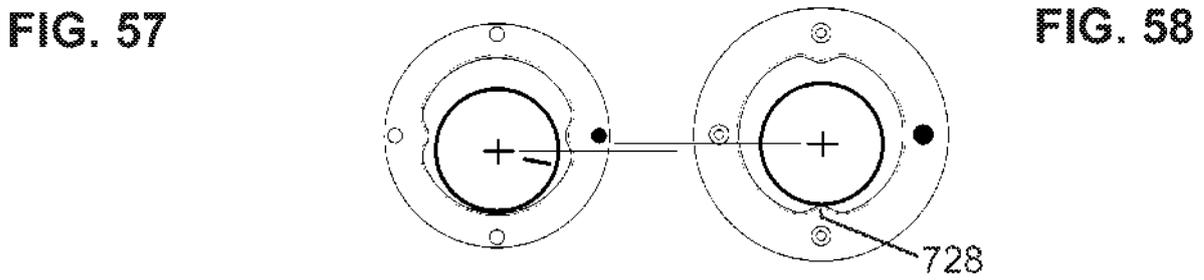
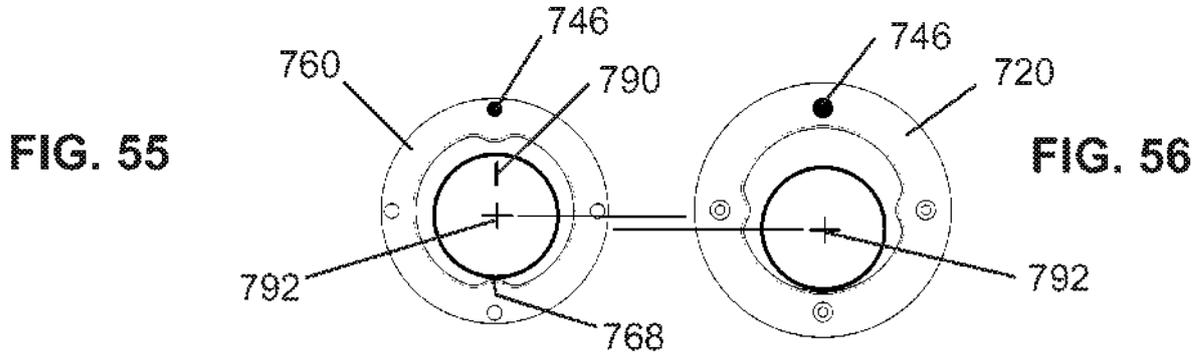


FIG. 50







**FIG. 65**

**3000**

