

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 671**

51 Int. Cl.:

A61M 1/00 (2006.01)

A61M 5/142 (2006.01)

F04B 43/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2010 E 10714727 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 2427228**

54 Título: **Bomba peristáltica segmentada múltiple y casete**

30 Prioridad:

06.05.2009 US 175975 P

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

13.06.2013

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)
6201 South Freeway, Mail Code TB4-8
Fort Worth, TX 76134-2099 , US**

72 Inventor/es:

SORENSEN, GARY

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 407 671 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

Bomba peristáltica segmentada múltiple y casete.

5 Reivindicación de prioridad

Esta solicitud reivindica los derechos de prioridad de la solicitud de patente provisional US nº de serie 61/175.975 titulada "MULTIPLE SEGMENTED PERISTALTIC PUMP AND CASSETTE" presentada el 6 de mayo de 2009, cuyo inventor es Gary P. Sorensen.

10

Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a bombas. Más particularmente, pero no a título limitativo, la presente invención pertenece a bombas peristálticas.

15

Descripción de la técnica relacionada

Pueden utilizarse bombas peristálticas en muchas aplicaciones diferentes que incluyen la administración de fluido durante aplicaciones quirúrgicas (por ejemplo, aplicaciones quirúrgicas oftálmicas). Las bombas peristálticas pueden funcionar comprimiendo un tramo de tubo para mover un fluido en el tubo o aplastar un canal de flujo moldeado entre una hoja elastomérica y un sustrato rígido para mover un fluido entre la hoja elastomérica y el sustrato rígido. Unas cabezas de rodillo rotativas aplicadas contra el tubo o la hoja elastomérica pueden utilizarse para comprimir el tubo o la hoja elastomérica. Aunque las bombas peristálticas pueden proporcionar propiedades de flujo predecibles, pueden impartir también pulsaciones de flujo y de presión no deseadas.

20

El documento US 2002/062105 (Tanner) es representativo del estado de la técnica.

25

Sumario de la invención

30 La presente invención proporciona un casete quirúrgico, un sistema y un procedimiento de acuerdo con las siguientes reivindicaciones.

En diversas formas de realización, un casete quirúrgico, configurado para acoplarse a rodillos de bomba peristáltica, puede incluir dos o más segmentos de bomba entre una hoja y un sustrato acoplado a la hoja. En algunas formas de realización, una cabeza de rodillos con múltiples rodillos puede configurarse para acoplarse a los dos o más segmentos de bomba a fin de proporcionar un flujo de fluido a través de los segmentos de bomba. En algunas formas de realización, las lumbreras de entrada de los segmentos de bomba pueden extraer fluido de una fuente común y las lumbreras de salida de los segmentos de bomba pueden llevar fluido a un escape común. Los segmentos de bomba pueden disponerse en círculo para corresponder a una configuración circular de rodillos en la cabeza de rodillos (se contemplan también otras formas). Los dos o más segmentos de bomba en el casete pueden producir un flujo adicional (por ejemplo, aproximadamente dos veces el flujo para dos segmentos en contraposición al de uno) con respecto a si el casete tuviera sólo un segmento de bomba acoplado al rodillo.

35

40

Además, en algunas formas de realización, los dos o más segmentos de bomba y rodillos en la cabeza de rodillos pueden configurarse para proporcionar un perfil de flujo con impulsos que están por lo menos parcialmente desfasados uno con respecto a otro (por ejemplo, no están alineados picos de los impulsos de cada segmento de bomba) cuando los segmentos de bomba se acoplan con la cabeza de rodillos. Por ejemplo, los segmentos de bomba pueden incluir un primer segmento de bomba y un segundo segmento de bomba dispuestos de tal manera que un pico de un impulso en el perfil de flujo proporcionado desde el primer segmento de bomba esté desfasado aproximadamente 180 grados con respecto a un pico de un impulso en el perfil de flujo proporcionado por el segundo segmento de bomba (por ejemplo, el pico del impulso del primer segmento de bomba puede alinearse con un valle del impulso del segundo segmento de bomba). En algunas formas de realización, el flujo resultante combinado (que puede ser dos veces el flujo de cada canal de bombeo separado) puede tener un perfil de flujo con amplitudes de pulsación que sean menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos en los perfiles de flujo individuales del primer segmento de bomba y el segundo segmento de bomba.

45

50

55

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los cuales:

60

la figura 1a ilustra una vista frontal de una hoja elastomérica con dos segmentos de bomba según una forma de realización;

65

la figura 1b ilustra una vista trasera de la hoja elastomérica con dos segmentos de bomba según una forma de realización;

- la figura 1c ilustra una vista frontal de un sustrato para dos segmentos de bomba según una forma de realización;
- 5 la figura 1d ilustra una vista trasera del sustrato para dos segmentos de bomba según una forma de realización;
- la figura 2a ilustra una vista desde arriba de una cabeza de rodillos según una forma de realización;
- la figura 2b ilustra una vista inferior de la cabeza de rodillos según una forma de realización;
- 10 las figuras 3a-b ilustran vistas isométricas de una vista del conjunto de casete expandido según una forma de realización;
- la figura 3c ilustra una vista lateral de la cabeza de rodillos y del motor según una forma de realización;
- 15 la figura 3d ilustra un croquis de la cabeza de rodillos que se acopla a la hoja según una forma de realización;
- las figuras 4a-b ilustran vistas isométricas de una vista de conjunto de casete expandida según otra forma de realización;
- 20 las figuras 5a-c ilustran una forma de realización alternativa de un casete con estructuras de casete adicionales que acoplan una cabeza de rodillos con rodillos adicionales;
- la figura 6 ilustra un diagrama de perfiles de flujo de bomba individuales y un perfil de flujo resultante según una forma de realización;
- 25 la figura 7 ilustra una forma de realización de una consola para utilizar un casete con múltiples segmentos de bomba;
- la figura 8 ilustra una forma de realización de un procedimiento para incrementar el flujo de bomba y reducir amplitudes de pulsación utilizando múltiples segmentos de bomba; y
- 30 la figura 9 ilustra una forma de realización de una hoja con una forma elíptica.

35 Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada siguiente son ejemplificativas y explicativas solamente y están destinadas a proporcionar una explicación adicional de la presente invención según se reivindica.

Descripción detallada de las formas de realización

- 40 Las figuras 1a-b ilustran una hoja 107 (tal como una hoja elastomérica) para acoplarse a un sustrato 105 (por ejemplo, cualquiera de los sustratos 105a-c - generalmente denominados aquí sustrato 105) para definir dos o más segmentos de bomba (por ejemplo, cualquiera de los segmentos de bomba 103a-b - denominados generalmente en la presente memoria segmentos de bomba 103) en un casete 100 (por ejemplo, cualquiera de los casetes 100a-b - denominados en general aquí casete 100). El casete 100 puede utilizar segmentos de bomba 103 para proporcionar
- 45 aspiración y/o infusión de fluido 155 (por ejemplo, véase la figura 5c) para una consola quirúrgica (por ejemplo, una consola quirúrgica oftálmica 701 como se ve en la figura 7). Las figuras 1c-d ilustran una realización de sustrato 105a (se contemplan también otras formas de realización del sustrato 105). En diversas formas de realización, los dos o más segmentos de bomba 103 están formados entre la hoja 107 y el sustrato 105 del casete 100. La hoja 107 puede hacerse de un material flexible y moldeable tal como caucho de silicona o elastómero termoplástico. Se contemplan también otros materiales. El sustrato 105 puede hacerse de un material que sea rígido con respecto a la
- 50 hoja 107, tal como un termoplástico rígido, y puede hacerse por cualquier procedimiento adecuado, tal como mecanizado o moldeo por inyección. En algunas formas de realización, la hoja 107 puede unirse o sujetarse mecánicamente al sustrato 105 (por ejemplo, a través de adhesivo, fusión térmica, recalcado mecánico, remaches, etc.). En algunas formas de realización, unos salientes 151a-n en un perímetro exterior y/o en el interior de la hoja
- 55 107 pueden encajar en rebajos correspondientes 153a-n del sustrato 105 para conectar la hoja 107 al sustrato 105 y ayudar a impedir la rotación de la hoja 107 cuando ésta es accionada por rodillos (por ejemplo, véanse los rodillos 201a-n en la figura 2b) (rodillos 201a-n - denominados generalmente aquí rodillos 201). Como se utiliza en la presente memoria, la etiqueta "a-n" se usa para referirse a los diversos elementos en las formas de realización presentadas para ese elemento. Por ejemplo, "rodillos 201a-n" se utiliza para referirse a los rodillos mostrados en,
- 60 por ejemplo, la figura 2b (la figura 2b muestra 5 rodillos) y la figura 5a (la figura 5a muestra 7 rodillos) (dos rodillos en la figura 2b están etiquetados con 201a y 201n y dos rodillos en la figura 5a están etiquetados con 201a y 201n aunque algunos de los rodillos en cada una de estas figuras pueden no tener etiquetas específicas). En algunas formas de realización, unos salientes 117a,b (que pueden perfilar los respectivos segmentos de bomba 103) pueden encajar en rebajos correspondientes 119a,b (véase la figura 3a). Los salientes 117a,b (y/o 151a-n) pueden
- 65 asegurarse a respectivos rebajos 119a,b (y/o 153a-n) para retener la hoja 107 en el sustrato 105. En algunas formas de realización, los salientes 117a,b (y/o 151a-n) pueden asegurarse a respectivos rebajos 119a,b (y/o 153a-n) a

través de un encaje mecánico/por fricción, adhesivo, fusión térmica, etc. En algunas formas de realización, los salientes 117a,b pueden asegurarse a respectivos rebajos 119a,b para formar una junta de sellado para impedir el escape de un fluido de bomba 155 (tal como BSS™(solución salina equilibrada)) de los segmentos de bomba 103.

5 En diversas formas de realización, el fluido 155 puede bombearse a través del casete 100 cuando una serie de rodillos 201 se acopla a los dos o más segmentos de bomba 103 en el casete 100. Las figuras 2a-b ilustran una cabeza de rodillos 203 con rodillos 201. Las figuras 3a-b ilustran vistas isométricas de una realización de una vista de conjunto de casete expandido que muestra los rodillos 201, la hoja 107 y el sustrato 105. La figura 3c ilustra una
10 realización de la cabeza de rodillos 203 y un motor 205 de bomba peristáltica correspondiente. En algunas formas de realización, los rodillos 201 de la cabeza de rodillos 203 pueden montarse radialmente desde un eje de rotación 207 del motor 205 de bomba peristáltica (por ejemplo, un servomotor de pasos o de corriente continua (CC), u otro motor (tal como un motor de corriente alterna (CA)) y puede configurarse para comprimir los segmentos de bomba 103 contra el sustrato subyacente 105. Los rodillos 201 pueden montarse en el motor de bomba 205 a través de la
15 cabeza de rodillos 203 y un árbol 223, de tal manera que el motor de bomba 205 pueda hacer girar la cabeza de rodillos 203 en un plano generalmente normal o perpendicular al eje 207 del árbol 223 (véase también el círculo de línea continua 207 en la figura 3d que muestra el sitio en el que el eje 207 es perpendicular al plano de los rodillos 201), y los ejes longitudinales de los rodillos 201 pueden ser generalmente radiales al eje del árbol 223. La figura 3d ilustra una realización de los rodillos 201 que se acoplan a dos segmentos de bomba 103a,b en la hoja 107 (indicado en líneas de trazos). Los dos o más segmentos de bomba 103 en el casete 100 pueden producir flujo adicional (por ejemplo, aproximadamente dos veces el flujo para los dos segmentos en contraposición al de uno) con respecto a si el casete 100 tuviera solamente un segmento de bomba acoplado a la cabeza de rodillos 203.

En algunas formas de realización, los segmentos de bomba 103 pueden ser generalmente planos, de forma arqueada (dentro del plano) y tienen un radio que se aproxima al de los rodillos 201 alrededor del árbol 223. Los
25 segmentos de bomba 103 pueden conectar para fluido lumbreras en el sustrato 105 (por ejemplo, lumbreras 112a-d - denominadas en general aquí lumbreras 112). Las lumbreras 112 pueden proporcionar entradas y salidas respectivas para fluido 155 que se bombea a través de los segmentos de bomba 103. Como se ve, por ejemplo, en las formas de realización de las figuras 4a-b y las figuras 5a-c, diversas lumbreras 112 pueden acoplarse para fluido a los segmentos de bomba 103 y uno a otro para extraer fluido 155 de una fuente común (por ejemplo, la entrada 509) y proporcionar un flujo resultante combinado a, por ejemplo, la salida 511. Las figuras 4a-b ilustran flujo de fluido para rodillos 201 que giran en el sentido contrario al de las agujas del reloj con relación a la hoja 107 y las figuras 5a-c ilustran flujo de fluido para rodillos 201 que giran en el sentido de las agujas del reloj con relación a la hoja 107. Las figuras 4a-b y las figuras 5a-c muestran también diferentes formas de realización de trayectoria de flujo para el flujo entre las lumbreras 509 y 511 (lo que da como resultado que las lumbreras 112a-d estén en lados opuestos del sustrato 105 en estas formas de realización respectivas). Como se ve en la figura 4a-b, una parte de sustrato adicional 401 puede sellarse sobre un sustrato 105 (por ejemplo, utilizando adhesivo, fusión térmica, etc.) para contener una o más de las trayectorias de fluido formadas en el sustrato 105.

Según la invención, una única hoja 107 incluye dos o más segmentos de bomba 103. Aunque se contemplan también múltiples segmentos con segmentos de bomba independientes, el recurso de formar los dos o más segmentos de bomba 103 en una única hoja 107 puede reducir el número de componentes y permitir el montaje de los segmentos de bomba 103 en menos operaciones de fabricación (que pueden reducir el coste con relación a una implementación con múltiples segmentos de bomba independientes). En algunas formas de realización, pueden utilizarse hojas independientes para uno o más de los segmentos de bomba 103 y las hojas pueden disponerse para corresponder con una configuración de los rodillos 201 (por ejemplo, en un círculo si los rodillos 201 están dispuestos en un círculo). Aunque se muestran formas de realización para configuraciones de rodillo y segmentos de bomba 103 circulares, se contemplan también otras formas/configuraciones. Por ejemplo, la figura 9 ilustra una realización con segmentos de bomba elíptica. En diversas formas de realización, los rodillos en una cabeza de rodillos de bomba peristáltica pueden disponerse para acoplarse a los diversos patrones de segmento de bomba a fin de forzar el flujo a través de los diversos segmentos de bomba.

En algunas formas de realización, el casete 100 puede ser recibido en una parte de recepción 703 de casete de consola quirúrgica 701 (por ejemplo, véase la figura 7) y puede sujetarse en estrecha proximidad a los rodillos 201, de modo que los rodillos 201 compriman partes de los segmentos de bomba 103 (presionando la hoja 107 contra el sustrato 105) cuando gira la cabeza de rodillos 203. Los ejes longitudinales de los rodillos 201 pueden disponerse de modo que los rodillos 201 puedan contactar con los segmentos de bomba 103 generalmente paralelos con el plano de los segmentos de bomba 103. Los rodillos 201 pueden estrecharse a lo largo de su longitud axial para acomodar la diferencia en el tramo de la trayectoria recorrido por las secciones interior y exterior de los rodillos 201 cuando gira la cabeza de rodillos 203. Cuando giran los rodillos 201, un bolo (por ejemplo, un bolo 167) de fluido 155 puede moverse entre rodillos adyacentes. Cuando los rodillos 201 ruedan sobre una lumbrera de entrada y se apartan de ella (por ejemplo, las lumbreras de entrada 112a,c), un bolo de fluido correspondiente puede ser introducido en el segmento de bomba 103 a través de la lumbrera de entrada (debido a un vacío creado por el rodillo al empujar el fluido 155 hacia fuera de la entrada). A medida que los rodillos 201 se acercan a una lumbrera de salida y ruedan sobre ella, un bolo de fluido correspondiente puede desplazarse a través de la lumbrera de salida (por ejemplo, véanse las lumbreras de salida 112b y 112d en la figura 5a).

En diversas formas de realización, los dos (o más) segmentos de bomba activos 103 en la hoja 107 pueden ser accionados por un único conjunto de rodillo de cubo (por ejemplo, incluyendo los rodillos 201 y la cabeza de rodillos 203). Cuando los rodillos 201 se acoplan a los segmentos de bomba 103, cada rodillo puede rodar primero sobre una región de transición (por ejemplo, regiones de transición 115a-d - generalmente denominadas en la presente memoria región de transición 115) con un canal de transición subyacente (por ejemplo, canales de transición 157a-d - denominados generalmente aquí canal de transición 157). En algunas formas de realización, la hoja 107 puede no incluir regiones de transición 115 y el sustrato 105 puede no incluir canales de transición 157. Cuando los rodillos 201 ruedan separándose de la región de transición 115 (y, correspondientemente, del canal de transición 157), los rodillos 201 pueden formar una junta de sellado interna dentro del segmento de bomba 103 (por ejemplo, en el punto 161 indicado con líneas de trazos en el segmento de bomba 103a y en el punto 169 en el segmento de bomba 103b) presionando la hoja 107 completamente contra el sustrato 105 en el punto de sellado (en ausencia de regiones de transición y canales de transición, el rodillo 201 puede formar una junta de sellado al comienzo del acoplamiento del rodillo con la hoja 107). La junta de sellado interna puede moverse cuando el rodillo (por ejemplo, el rodillo 201c en la figura 5a) gira a través de la región "activa" 163 (o, por ejemplo, el rodillo 201m en la figura 5a gira a través de la región activa 165 en el segmento de bomba inferior 103b). Cuando se mueve el rodillo, el fluido 155 situado delante del movimiento del rodillo puede ser empujado a través del segmento de bomba 103, dando como resultado que el fluido 155 situado detrás del movimiento del rodillo sea extraído de la entrada (por ejemplo, la entrada 112a). Cuando el siguiente rodillo (por ejemplo, el rodillo 201d en la figura 5a) en la cabeza de rodillos 203 se aproxima a la región de transición 115/canal de transición 157 detrás del rodillo que está formando actualmente una junta de sellado interna, el siguiente rodillo puede comenzar a reducir el espacio en sección transversal entre la hoja 107 que subyace al rodillo no sellado y al sustrato 105. Debido a la geometría de la región de transición 115 y el canal de transición subyacente 157, el rodillo no sellado en la región de transición 115 puede tener fluido 155 debajo del rodillo (por ejemplo, en el canal de transición 157) impidiendo una junta de sellado. Cuando se reduce el espacio en sección transversal (por ejemplo, cuando el rodillo no sellado se aproxima al punto o comienzo de sellado de la región activa), el fluido 155 que es arrastrado por el rodillo sellado puede ser lentamente refrenado. El flujo de fluido desde la entrada como resultado del rodillo activo sellado puede reducirse lentamente por el rodillo de transición hasta que el rodillo de transición forme una nueva junta de sellado en el punto de sellado 161 (o 169) y se convierta en el nuevo rodillo activo (que puede aislar efectivamente el rodillo sellado previo). La secuencia puede entonces repetirse cuando el siguiente rodillo en la cabeza de rodillos 203 se acopla al principio de la región de transición 115/canal de transición 157.

La secuencia de rodillos 201 que se acoplan a la región de transición 115 y que forman a continuación una junta de sellado interna móvil (reduciendo lentamente un rodillo subsiguiente el flujo de fluido hasta que el rodillo subsiguiente forma una junta de sellado) puede dar como resultado variaciones cíclicas (o "impulsos") en los perfiles de flujo de fluido/presión del fluido 155 extraído de la entrada (por ejemplo, la entrada 112a) y/o empujado hacia el escape (por ejemplo, el escape 112b). El casete 100 puede incluir dos o más segmentos de bomba 103 que pueden estar también extrayendo fluido 155 de la misma entrada y/o empujando fluido 155 hacia la misma salida (por ejemplo, la entrada 112a y la entrada 112c pueden acoplarse para fluido al mismo conducto de aspiración a través de la lumbrera 509 y, por tanto estar extrayendo fluido 155 de la misma fuente). El posicionamiento de los rodillos 201 puede utilizarse para crear impulsos de compensación de tal manera que un pico de impulso creado en el perfil de flujo de fluido de la entrada 112a pueda ser compensado por un valle de impulso correspondiente en el perfil de flujo de fluido de la entrada 112c, dando como resultado un perfil de flujo de fluido/presión más constante de la fuente hasta la entrada 112a y 112c. El perfil de flujo (por ejemplo, como se ve en la figura 6) puede ser representativo del caudal del fluido 155 o la presión del fluido 155 a lo largo del tiempo (o posición angular de la cabeza de rodillos 203 que puede ser dependiente del tiempo). Análogamente, el flujo de fluido en los segmentos de bomba 103 al escape 112b y 112d (que pueden llevar ambos a una lumbrera de escape común 511 en el casete) puede tener impulsos de compensación en sus respectivos perfiles de flujo, dando como resultado un flujo de fluido/presión más constante hasta el escape común.

Los segmentos de bomba 103 pueden espaciarse angularmente con relación a los rodillos 201, de manera que las pulsaciones en el perfil de flujo producidas por la acción de los rodillos 201 en un segmento (por ejemplo, el segmento 103a) pueden desfasarse con pulsaciones en el perfil de flujo producidas por el otro segmento (por ejemplo, el segmento 103b). Por ejemplo, los impulsos en el perfil de flujo proporcionado a través del segmento de bomba 103a pueden estar desfasados en aproximadamente 180 grados con respecto a los impulsos en el perfil de flujo proporcionados por el segmento de bomba 103b de tal manera que un pico de un impulso del segmento de bomba 103a puede estar desfasado en 180 grados con respecto a un pico de un impulso del segmento de bomba 103b (en otras palabras, el pico del impulso del segmento de bomba 103a puede estar en fase con un valle del impulso del segmento de bomba 103b). En algunas formas de realización, los impulsos en los perfiles de flujo pueden desfasarse en más o menos 180 grados. Por ejemplo, si se utilizan más de dos segmentos de bomba, los impulsos pueden disponerse desfasados en una cantidad calculada para reducir la resultante total (por ejemplo, cuatro segmentos de bomba pueden estar desfasados cada uno de los demás en aproximadamente 90 grados). Se contemplan también otras configuraciones de segmento de bomba. Además, la fase de los impulsos puede ajustarse sobre la base de la configuración y la colocación de los segmentos de bomba 103 (por ejemplo, un segmento de bomba puede ser más largo que otro segmento de bomba). Las cancelaciones pueden dar como resultado un sistema de bomba con pulsaciones de amplitud menor. Los segmentos de bomba adicionales pueden dar como resultado un caudal neto mayor a una velocidad rotativa de rodillo de cubo dada.

La figura 6 ilustra un diagrama de perfiles de flujo de fluido individuales y un perfil de flujo resultante combinado según una forma de realización. Como se ve en la figura 6, las pulsaciones 601a provocadas por la bomba 1 (por ejemplo, el segmento de bomba 103a) pueden estar desfasadas con respecto a las pulsaciones 601b provocadas por la bomba 2 (por ejemplo, el segmento de bomba 103b). Un impulso (por ejemplo, el impulso 609) en el perfil de flujo puede incluir una sección del perfil de flujo entre un respectivo pico (por ejemplo, el pico 605) y un respectivo valle (por ejemplo, el valle 607). La resultante 603 puede ser un perfil de flujo con pulsaciones reducidas.

En algunas formas de realización, la geometría de las regiones de transición de canal 115 y/o los canales de transición 157 pueden reducir adicionalmente las pulsaciones en los perfiles de flujo. Las regiones de transición de canal 115 pueden tener secciones transversales internas que se estrechan hasta la sección transversal completa de los segmentos de bomba 103. Estas regiones pueden reducir el cambio abrupto en el volumen desplazado a medida que los rodillos 201 transicionan hacia los segmentos de bomba 103 o desde ellos. En algunas formas de realización, la colocación angular de los segmentos de bomba 103 puede configurarse para reducir adicionalmente pulsaciones (por ejemplo, pueden probarse diferentes colocaciones angulares para determinar qué colocación da como resultado las pulsaciones resultantes más pequeñas para una configuración de rodillo dada). En algunas formas de realización, la hoja 107 puede moldearse en otras formas para configurar los segmentos de bomba 103 a fin de reducir las pulsaciones (por ejemplo, véase la figura 9). En algunas formas de realización, la colocación de los rodillos 201 puede calcularse según el número y el tamaño de los rodillos 201, la configuración de los segmentos de bomba 103, etc., para reducir las amplitudes de impulso resultantes. Por ejemplo, la realización mostrada en la figura 5a incluye 7 rodillos 201 que pueden espaciarse igualmente de forma angular uno de otro cuando los dos segmentos de bomba 103a,b son aproximadamente simétricos. En algunas formas de realización, la colocación de los rodillos 201 puede ajustarse cuando sea necesario para reducir adicionalmente las amplitudes de impulso resultantes (que pueden detectarse, por ejemplo, durante el ensayo). Por ejemplo, si el rodillo 201a y el rodillo 201n están ligeramente más separados de forma angular que el rodillo 201c y el rodillo 201d o si el segmento de bomba 103a es ligeramente más largo que el segmento de bomba 103b, el flujo resultante puede incluir una amplitud de impulso mayor, cuando estos rodillos se acoplan y se desacoplan de los segmentos de bomba 103, que si los rodillos 201 y los segmentos de bomba 103 fueran perfectamente simétricos. Otras irregularidades en los segmentos de bomba y/o los rodillos pueden dar como resultado también impulsos en la resultante. La colocación de los rodillos 201 puede ajustarse para compensar los impulsos en la resultante (por ejemplo, el rodillo 201a y el rodillo 201n pueden juntarse en mayor grado hasta que se reduzca la amplitud de impulso en la resultante).

La figura 7 ilustra una forma de realización de una consola 701 para utilizar un casete 100 con múltiples segmentos de bomba 103. En algunas formas de realización, los dos o más segmentos de bomba 103 pueden implementarse en un casete 100 recibido en la parte de recepción 703 de casete de la consola 701 que se utiliza en cirugía de cataratas de facoemulsificación (se contemplan también otros tipos de cirugía). La cabeza de rodillos 203/el motor de bomba peristáltica 205 puede sujetarse al interior de la parte de recepción 703 de casete a fin de acoplar los rodillos 201 con los segmentos de bomba 103 del casete 100 cuando el casete 100 es recibido en la parte de recepción 703 de casete.

La figura 8 ilustra una forma de realización de un procedimiento para incrementar el flujo de bomba y reducir las pulsaciones de presión utilizando múltiples segmentos de bomba 103. Los elementos proporcionados en el diagrama de flujo son ilustrativos solamente. Pueden omitirse diversos elementos proporcionados, pueden añadirse elementos adicionales y/o pueden realizarse diversos elementos en un orden diferente al proporcionado anteriormente.

En 801 puede recibirse un casete 100 en una parte de recepción 703 de casete de una consola 701. En algunas formas de realización, el casete 100 puede incluir una hoja 107 y un sustrato 105 acoplado a la hoja 107, de tal manera que la hoja 107 y el sustrato 105 formen por lo menos dos segmentos de bomba 103.

En 803, dichos por lo menos dos segmentos de bomba 103 pueden ser acoplados por una cabeza de rodillos 203 con múltiples rodillos 201. Los dos o más segmentos de bomba 103 pueden producir un flujo adicional (por ejemplo, aproximadamente dos veces el flujo para dos segmentos en contraposición al de uno) con respecto a si el casete tuviera sólo un segmento de bomba acoplado a la cabeza de rodillos.

En 805, el rodillo 201c (como se ve en las figuras 5a-c) puede acoplarse al segmento de bomba 103a rodando primero sobre una región de transición 115a con un canal de transición subyacente 157. Cuando el rodillo 201c rueda hacia fuera de la región de transición 115a (y, correspondientemente, hacia fuera del canal de transición 157), el rodillo 201c puede formar una junta de sellado interna dentro del segmento de bomba 103a en el punto 161. La junta de sellado interna puede moverse con el rodillo 201c a través de la región "activa" 163. En este punto, el fluido 155 situado delante del movimiento de rodillo puede ser empujado a través del canal de bombeo 103a mientras que el fluido 155 situado detrás del movimiento de rodillo puede ser extraído de la entrada (por ejemplo, la entrada 112a).

En 807, el siguiente rodillo 201d en la cabeza de rodillos 203 puede aproximarse a la región de transición 115a/el canal de transición 157 detrás del rodillo 201c que está formando actualmente una junta de sellado interna. El rodillo 201d puede comenzar a reducir el espacio en sección transversal entre la hoja 107 subyacente al rodillo 201d y el

5 sustrato 105. Cuando se reduce el espacio en sección transversal, el fluido 155 que es arrastrado por el rodillo 201c puede ser lentamente refrenado. El flujo de fluido desde la entrada como resultado del rodillo activo sellado puede reducirse lentamente por el rodillo de transición hasta que el rodillo de transición (por ejemplo, el rodillo 201d) forme una nueva junta de sellado en el punto de sellado 161 y llegue a ser el nuevo rodillo activo (que puede aislar efectivamente el rodillo frontal 201c que había formado previamente una junta de sellado). La secuencia puede repetirse a continuación cuando el siguiente rodillo 201e en la secuencia se acopla al principio de la región de transición 115a/canal de transición 157.

10 En 809, cuando el rodillo 201c estaba formando una junta de sellado en el punto 161, el rodillo 201n puede estar comenzando a acoplar la región de transición 115d en el segmento de bomba 103b.

15 En 811, el rodillo 201n y el rodillo posterior 201a pueden seguir una secuencia similar en el segmento de bomba 103b (por ejemplo con el punto de sellado 169) cuando los rodillos 201c y 201d son seguidos en 805 y 807. Los rodillos 201n/201a pueden estar 180 grados fuera de la secuencia en el segmento de bomba 103b como los rodillos 201c/201d en el segmento de bomba 103a. En algunas formas de realización, las entradas 112a y 112c pueden estar extrayendo fluido 155 desde la misma fuente (por ejemplo, la entrada 112a y la entrada 112c pueden acoplarse para fluido al mismo conducto de aspiración a través de la lumbrera 509).

20 En 813, un valle en el perfil de flujo provocado por los rodillos 201 que actúan sobre el segmento de bomba 103a puede ser compensado por un pico en el perfil de flujo provocado por los rodillos 201 que actúan sobre el segmento de bomba 103b para crear un perfil de flujo neto resultante desde las lumbreras 112a y 112c (que pueden estar conectadas para fluido) de amplitud de pulsación reducida (con respecto a un perfil de flujo de uno u otro de los segmentos de bomba 103a,b individualmente). El posicionamiento de los rodillos 201 en la cabeza de rodillos 203 con respecto a los segmentos de bomba 103 puede utilizarse para crear impulsos de compensación de tal manera que un pico de impulso creado en el flujo de fluido desde la entrada 112a pueda compensarse por un valle de impulso correspondiente en el flujo de fluido desde la entrada 112c, dando como resultado un flujo de fluido/presión resultante más constante desde la fuente hasta la entrada 112a y 112c (análogamente, el flujo de fluido hacia el escape 112b y 112d puede tener impulsos de compensación que dan como resultado un flujo de fluido/presión resultante más constante hacia el escape). En algunas formas de realización, pueden hacerse ajustes a los segmentos de bomba 103 y/o rodillos 201 para reducir adicionalmente las amplitudes de pulsación del flujo resultante. Por ejemplo, puede ajustarse el posicionamiento angular de los diversos segmentos de bomba 103 uno con relación a otro. Como otro ejemplo, las formas de los segmentos de bomba 103 pueden ajustarse para reducir adicionalmente pulsaciones. En algunas formas de realización, la colocación de los rodillos 201 en la cabeza de rodillos 203 puede ajustarse (por ejemplo, la colocación de los rodillos 201 en la cabeza de rodillos 203 puede ajustarse para reducir adicionalmente amplitudes de impulso en el flujo resultante).

35 Como se ve en la figura 5a, el casete 100b puede incluir elementos adicionales que proporcionen control de fluido de irrigación, así como fluido de aspiración. Aguas arriba de la lumbrera 509, el casete 100b puede incluir un sensor de presión 513 que puede ser cualquiera de una variedad de sensores de presión no invasivos tales como los descritos en las patentes US nº 5.910.110 (Bastable) y nº 5.470.312 (Zanger *et al.*). El casete 100b puede incluir también un sitio 515 de válvula de purga y estrangulamiento para permitir la purga de cualquier vacío de los segmentos de bomba 103. El fluido de irrigación puede entrar en el casete 100b a través de la lumbrera 517 y puede salir del casete 100b a través de la lumbrera 519 y puede ser controlado por un sitio 521 de válvula o de válvula de estrangulamiento que puede ser accionado por un émbolo buzo. La purga 515 puede ser accionada por un procedimiento similar. Además, entre la lumbrera 517 y el sitio 521 de válvula de estrangulamiento de irrigación, el casete 100b puede incluir una interfaz de presión de irrigación 550. La interfaz de presión 550 puede hacerse de una membrana moldeada delgada contenida dentro de la hoja 107 (que puede extenderse hasta la interfaz de presión 550) sobre una cámara de fluido contenida dentro del sustrato 105. Tal interfaz puede permitir la detección de presión de irrigación de una manera no invasiva utilizando un transductor de presión de contacto de superficie o célula de carga calibrada. En algunas formas de realización, uno o más de los sensores de presión (por ejemplo, el sensor de presión 513 y/o la interfaz 550) pueden localizarse en una ubicación central.

50 Pueden hacerse diversas modificaciones a las formas de realización presentadas por un experto ordinario en la materia. Por ejemplo, aunque algunas de las formas de realización se describen anteriormente en conexión con la cirugía de cataratas por facoemulsificación, puede utilizarse también en otras intervenciones que utilicen una bomba peristáltica. Otras formas de realización de la presente invención serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la consideración de la presente memoria y la puesta en práctica de la presente invención descritas en la presente memoria. Se pretende que la presente memoria y ejemplos se consideren solamente como meros ejemplos, viniendo indicado el alcance verdadero de la invención por las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Casete quirúrgico (100) configurado para acoplarse a una pluralidad de rodillos (201) de una bomba peristáltica, que comprende:

una hoja (107); y

un sustrato (105) acoplado a la hoja;

en el que la hoja y el sustrato forman por lo menos dos segmentos de bomba (103) configurados para acoplarse a la pluralidad de rodillos de la bomba peristáltica,

en el que dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) están configurados para acoplarse a una única cabeza de rodillos (203) de una bomba peristáltica que comprende la pluralidad de rodillos (201),

caracterizado porque

por lo menos uno de los por lo menos dos segmentos de bomba (103) está configurado para proporcionar un perfil de flujo, en el que un pico de un impulso del segmento de bomba está por lo menos parcialmente desfasado con respecto a un pico (605) de un impulso (609) procedente de por lo menos otro segmento de bomba de dichos por lo menos dos segmentos de bomba cuando dichos por lo menos dos segmentos de bomba se acoplan a la única cabeza de rodillos (203).

2. Casete quirúrgico según la reivindicación 1, en el que dicho por lo menos uno de dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) comprende un primer segmento de bomba (103a) y en el que dicho por lo menos otro segmento de bomba comprende un segundo segmento de bomba (103b) y en el que unos respectivos picos de los impulsos (601a, 601b) proporcionados a través del primer segmento de bomba y del segundo segmento de bomba están desfasados en aproximadamente 180 grados.

3. Casete quirúrgico según la reivindicación 1, en el que dicho por lo menos uno de dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) comprende un primer segmento de bomba (103a) y en el que dicho por lo menos otro segmento de bomba comprende un segundo segmento de bomba (103b), y en el que los impulsos (601a, 601b) proporcionados por el primer segmento de bomba (103a) y el segundo segmento de bomba (103b) están configurados para combinarse con el fin de formar unos impulsos resultantes (603) que tienen amplitudes de pulsación que son menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos proporcionados por el primer segmento de bomba y menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos proporcionados por el segundo segmento de bomba.

4. Casete quirúrgico según la reivindicación 1, en el que dichos por lo menos dos segmentos de bomba están configurados para ser posicionados angularmente con respecto a la única cabeza de rodillos (203) cuando dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) se acoplan a la única cabeza de rodillos.

5. Casete quirúrgico según la reivindicación 1, en el que la hoja (107) es una hoja elastomérica.

6. Sistema, que comprende:

un casete quirúrgico (100), que comprende:

una hoja (107); y

un sustrato (105) acoplado a la hoja;

en el que la hoja y el sustrato forman por lo menos dos segmentos de bomba (103);

una consola quirúrgica (701), que comprende:

una parte de recepción (703) de casete quirúrgico configurada para recibir el casete (100); y

una cabeza de rodillos (203), que comprende una pluralidad de rodillos (201) configurados para acoplarse a dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) cuando el casete es recibido en la parte de recepción de casete;

caracterizado porque por lo menos uno de dichos por lo menos dos segmentos de bomba está configurado para proporcionar un perfil de flujo, en el que un pico de un impulso del segmento de bomba está por lo menos parcialmente desfasado con respecto a un pico (605) de un impulso (609) de por lo menos otro segmento de bomba de dichos por lo menos dos segmentos de bomba cuando dichos por lo menos dos segmentos de bomba se acoplan

a la única cabeza de rodillos (203).

5 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que dicho por lo menos uno de dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) comprende un primer segmento de bomba (103a) y en el que dicho por lo menos otro segmento de bomba comprende un segundo segmento de bomba (103b) y en el que unos respectivos picos de los impulsos (601a, 601b) proporcionados a través del primer segmento de bomba y el segundo segmento de bomba están desfasados en aproximadamente 180 grados.

10 8. Sistema según la reivindicación 7, en el que el sistema está configurado para combinar los impulsos (601a, 601b) proporcionados por el primer segmento de bomba (103a) y el segundo segmento de bomba (103b) para formar un flujo resultante que tiene amplitudes de pulsación que son menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos proporcionados por el primer segmento de bomba y menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos proporcionados por el segundo segmento de bomba.

15 9. Sistema según la reivindicación 6, en el que dichos por lo menos dos segmentos de bomba están configurados para ser posicionados angularmente con respecto a la cabeza de rodillos cuando dichos por lo menos dos segmentos de bomba se acoplan a la cabeza de rodillos.

20 10. Sistema según la reivindicación 6, en el que la hoja (107) es una hoja elastomérica.

11. Procedimiento, que comprende:

25 recibir (801) un casete (100) en una parte de recepción (703) de casete de una consola (701), en el que el casete comprende una hoja (107) y un sustrato (105) acoplado a la hoja, de tal manera que la hoja y el sustrato forman por lo menos dos segmentos de bomba (103);

acoplar (803) dichos por lo menos dos segmentos de bomba con una cabeza de rodillos (203), que comprende una pluralidad de rodillos (201);

30 caracterizado porque por lo menos uno de dichos por lo menos dos segmentos de bomba está configurado para proporcionar un perfil de flujo, en el que un pico de un impulso del segmento de bomba está por lo menos parcialmente desfasado con respecto a un pico (605) de un impulso (609) procedente de por lo menos otro segmento de bomba de dichos por lo menos dos segmentos de bomba cuando dichos por lo menos dos segmentos de bomba se acoplan a la única cabeza de rodillos (203).

35 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que dicho por lo menos uno de dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) comprende un primer segmento de bomba (103a) y en el que dicho por lo menos otro segmento de bomba comprende un segundo segmento de bomba (103b) y en el que unos respectivos picos de los impulsos (601a, 601b) proporcionados a través del primer segmento de bomba y el segundo segmento de bomba están desfasados en aproximadamente 180 grados.

40 13. Procedimiento según la reivindicación 12, que comprende además combinar los impulsos (601a, 601b) proporcionados por el primer segmento de bomba (103a) y el segundo segmento de bomba (103b) para formar un flujo resultante que tiene amplitudes de pulsación que son menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos proporcionados por el primer segmento de bomba y menores que las amplitudes de pulsación de los impulsos proporcionados por el segundo segmento de bomba.

45 14. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que dichos por lo menos dos segmentos de bomba (103) están configurados para ser posicionados angularmente con respecto a la cabeza de rodillos (203) cuando dichos por lo menos dos segmentos de bomba se acoplan a la cabeza de rodillos.

50 15. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la hoja (107) es una hoja elastomérica.

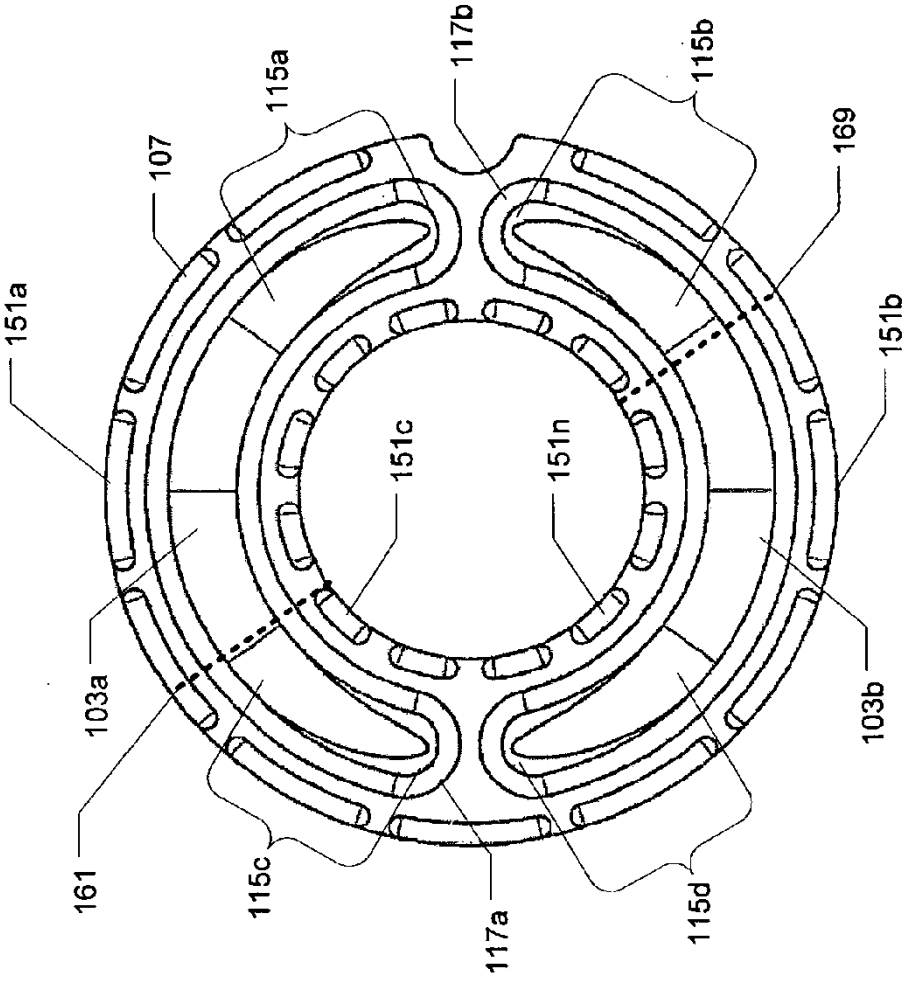


FIG. 1a

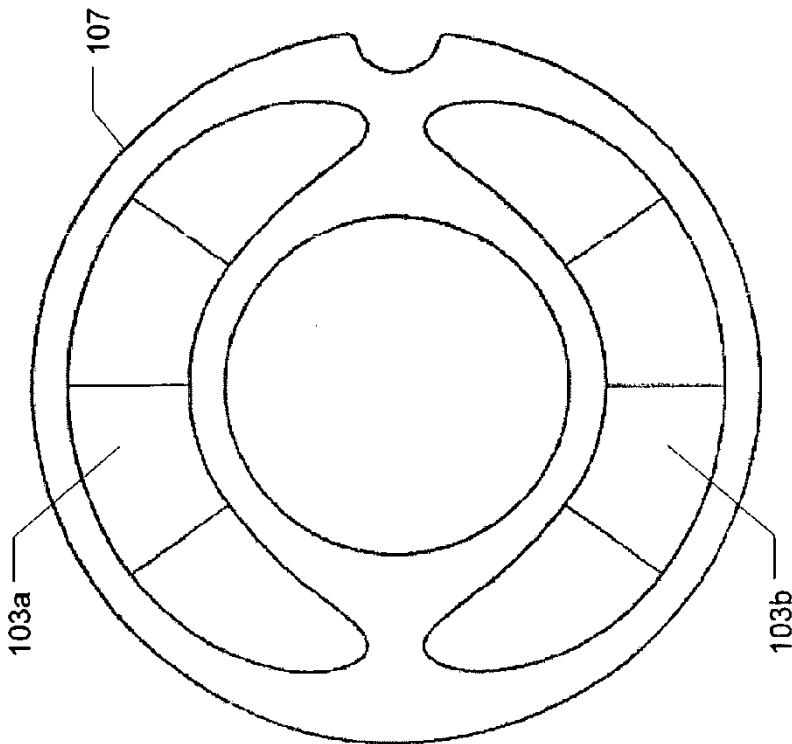


FIG. 1b

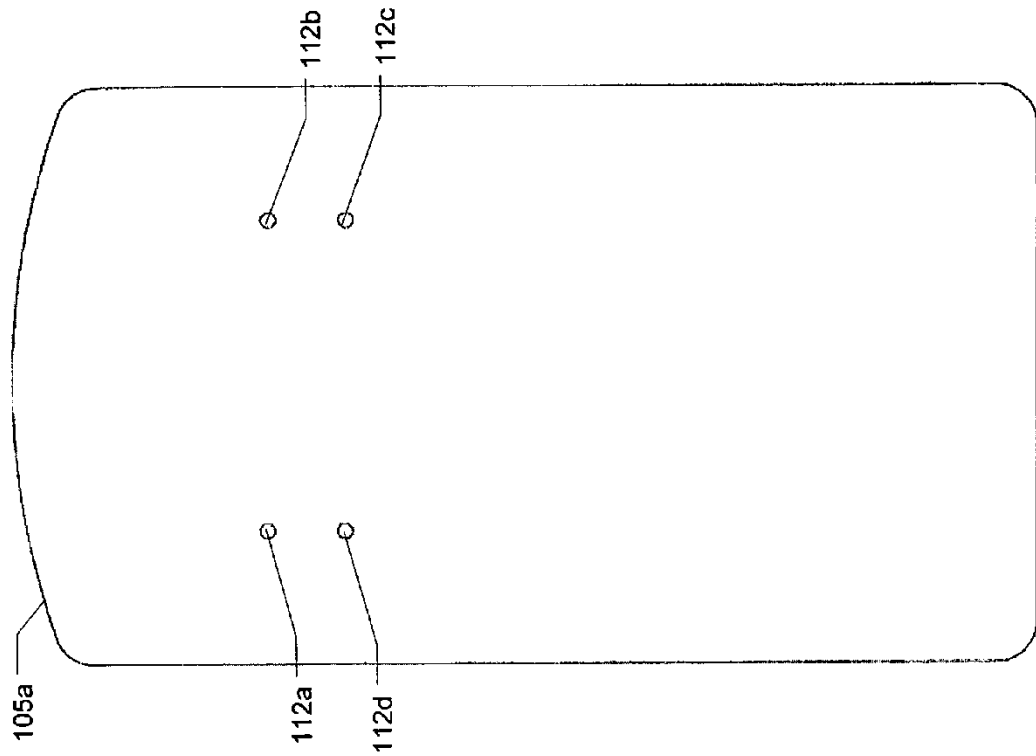


FIG. 1d

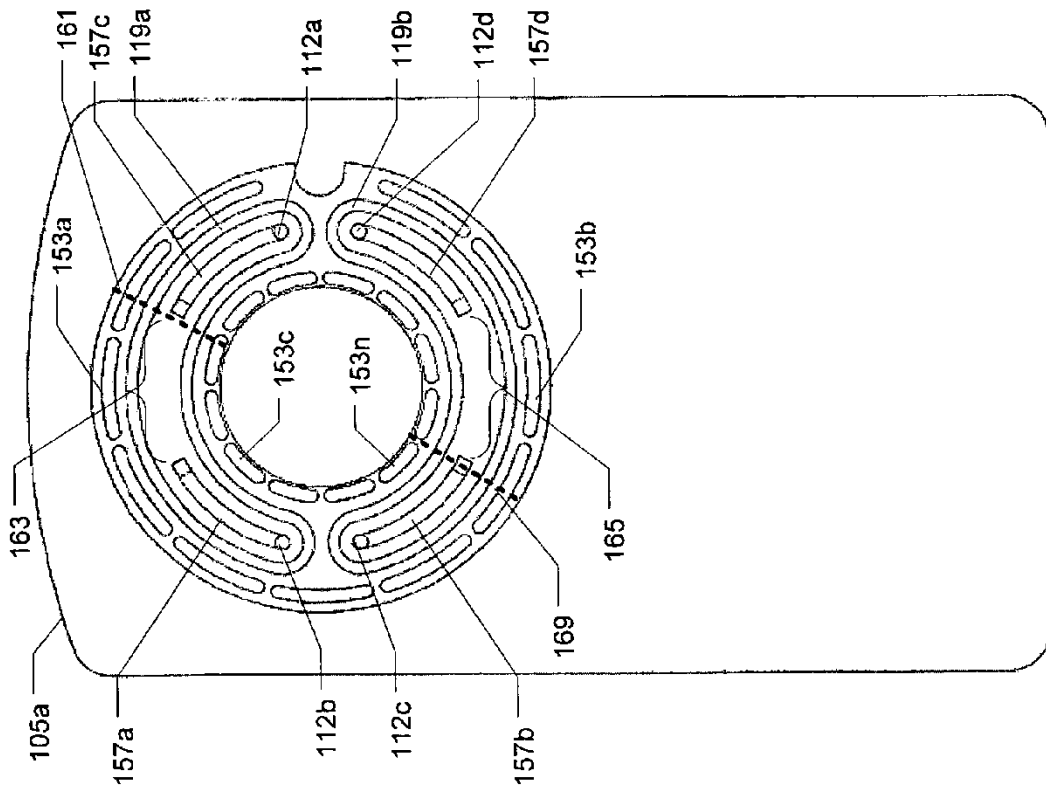


FIG. 1c

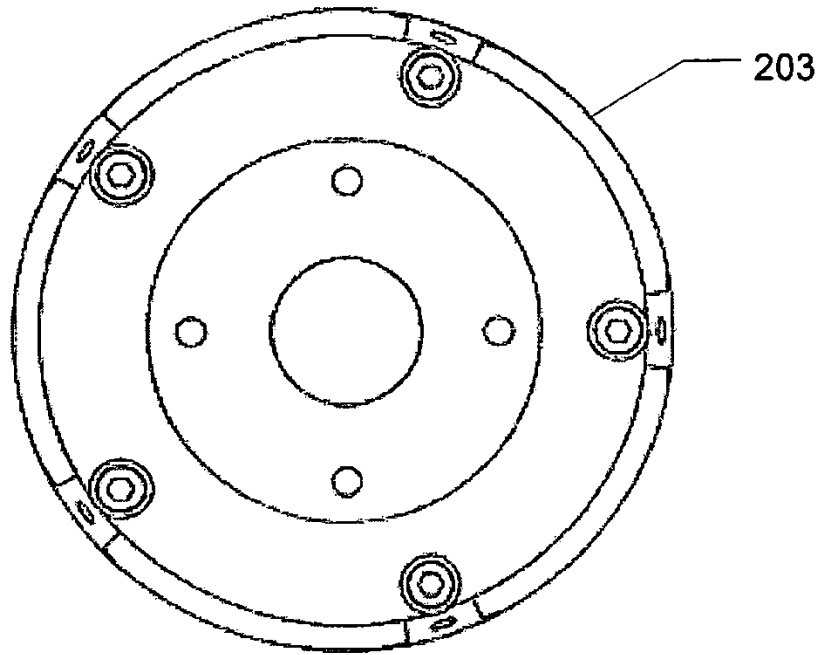


FIG. 2a

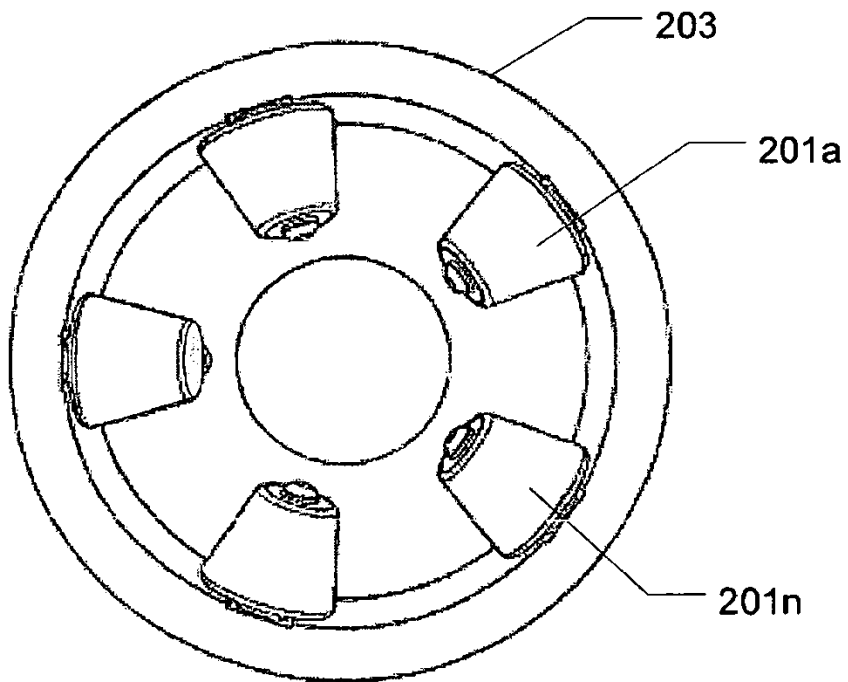


FIG. 2b

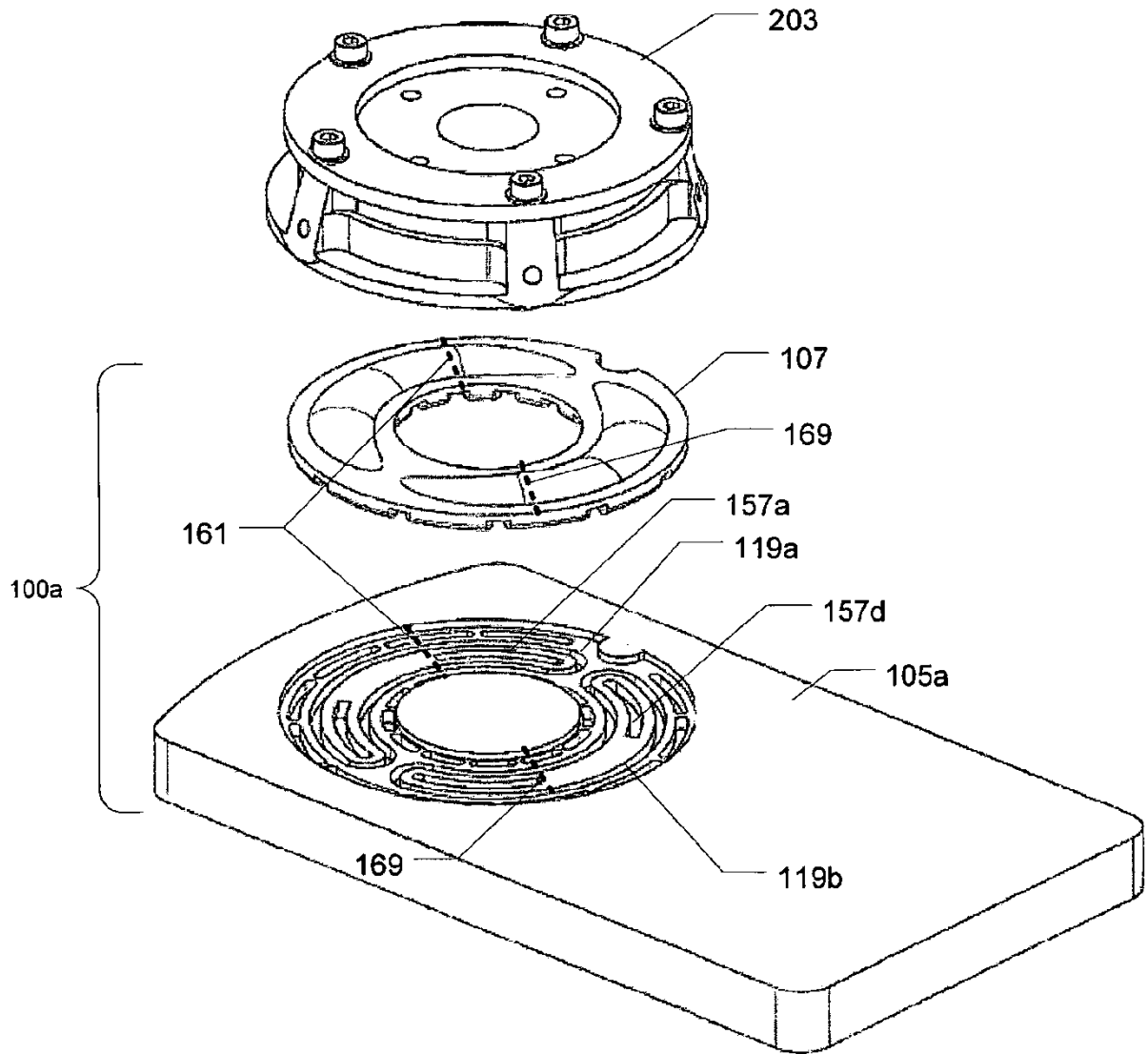


FIG. 3a

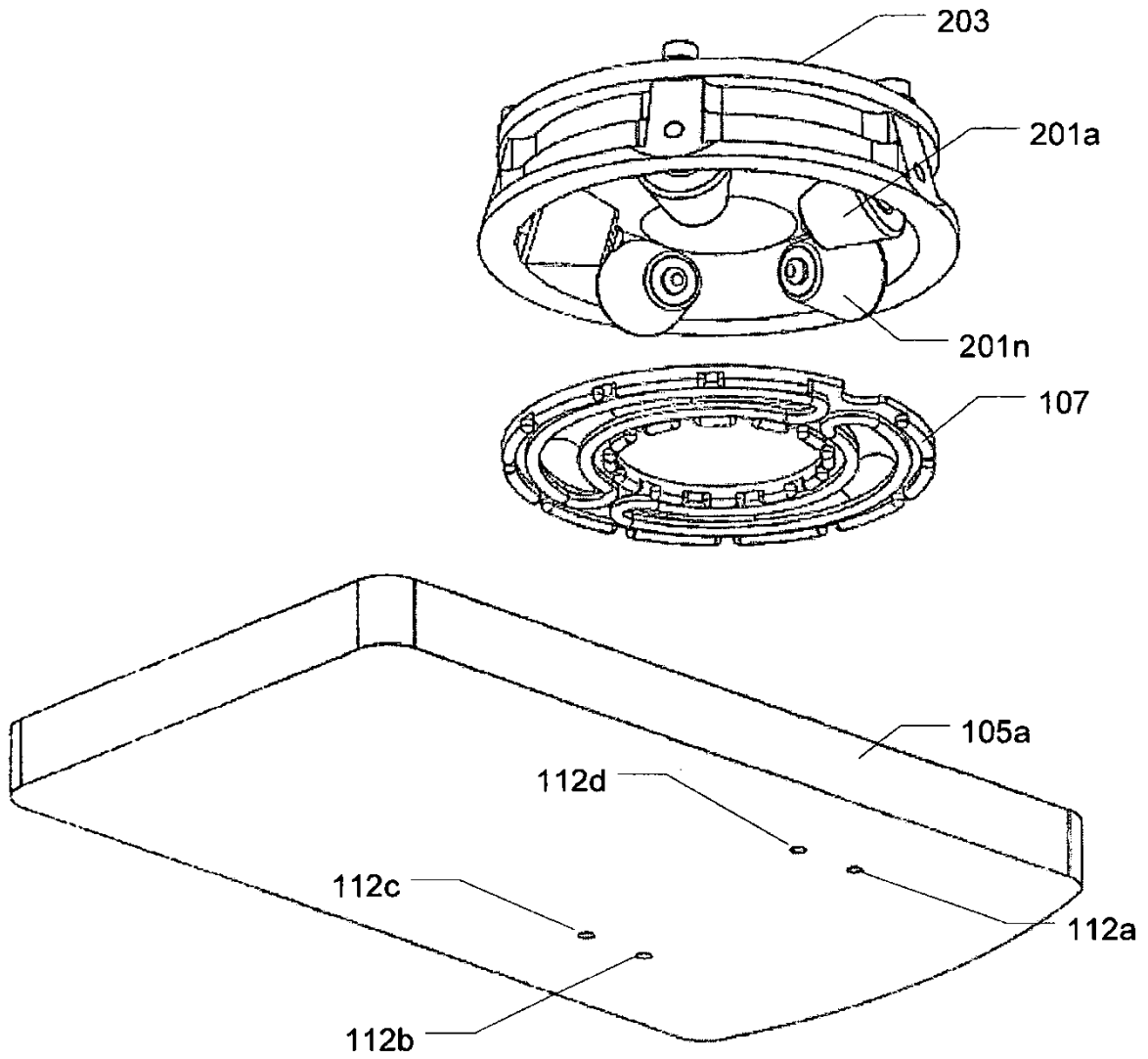


FIG. 3b

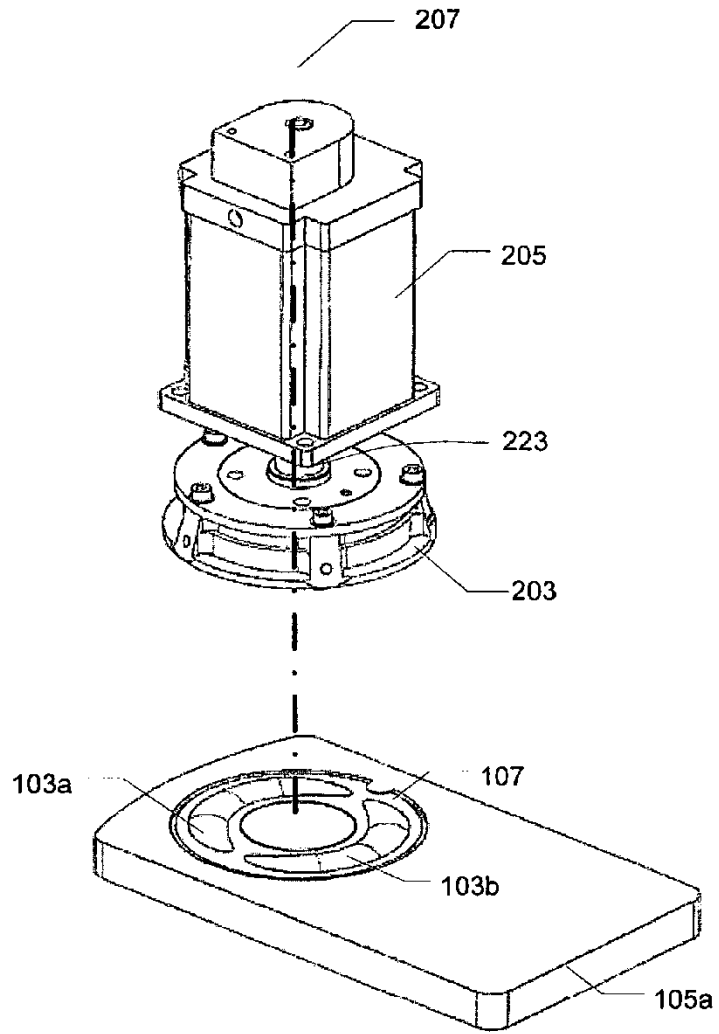


FIG. 3c

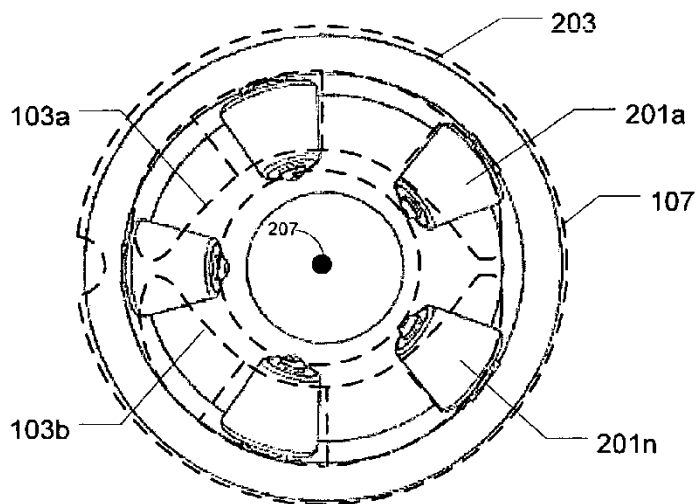


FIG. 3d

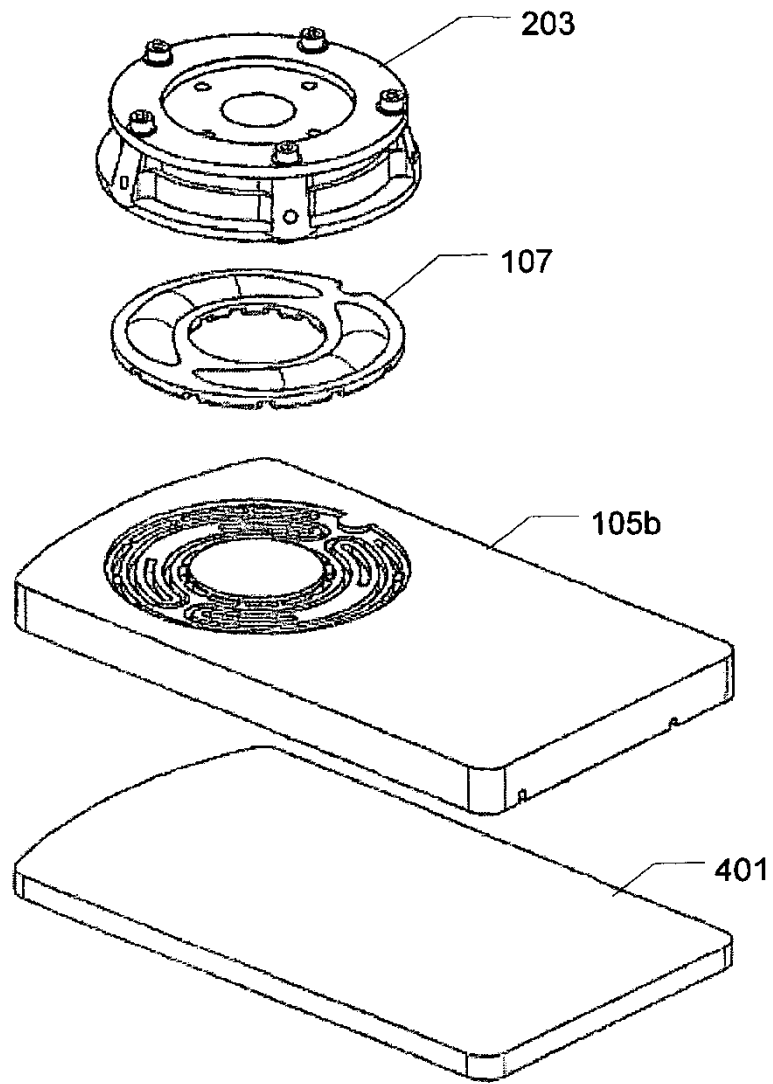


FIG. 4a

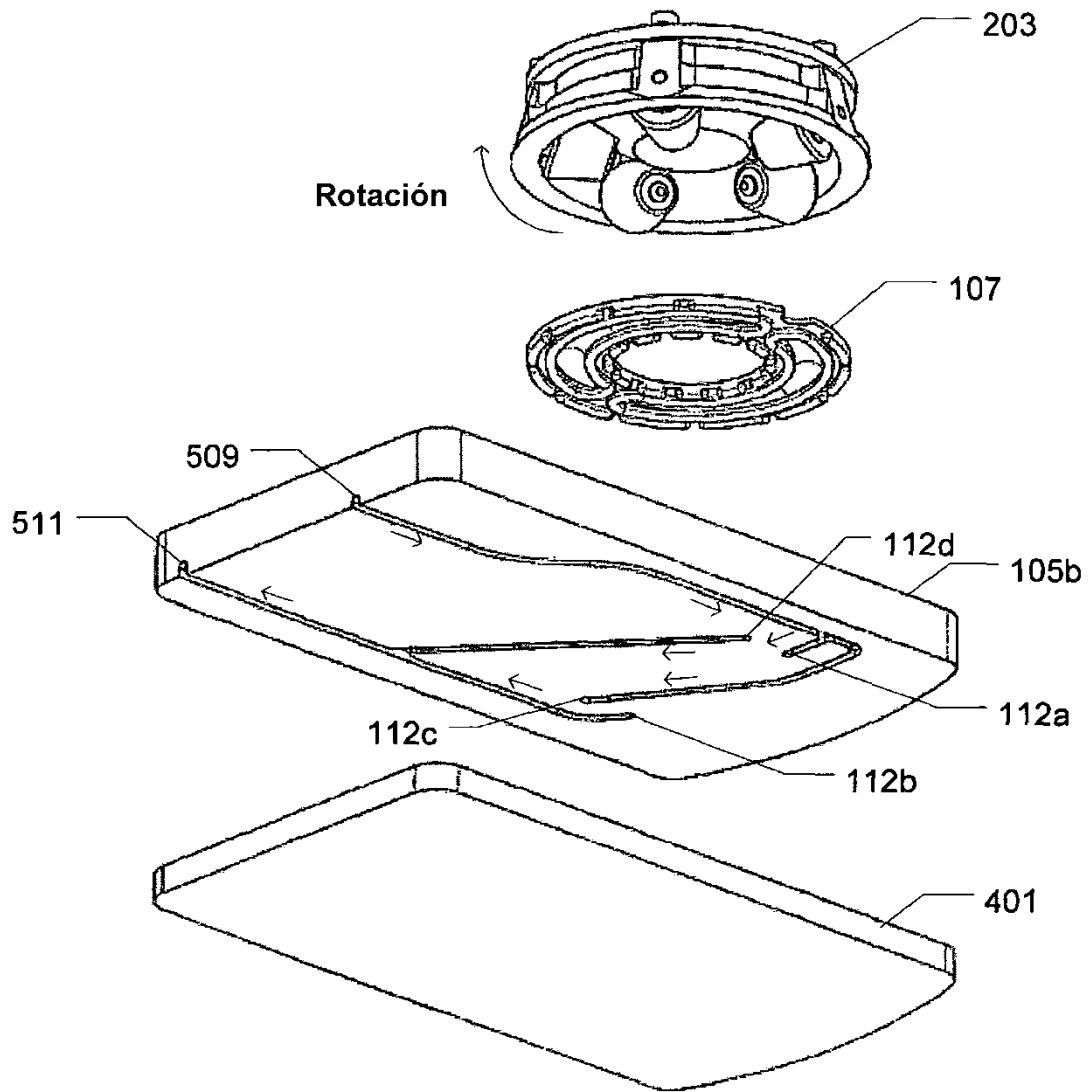


FIG. 4b

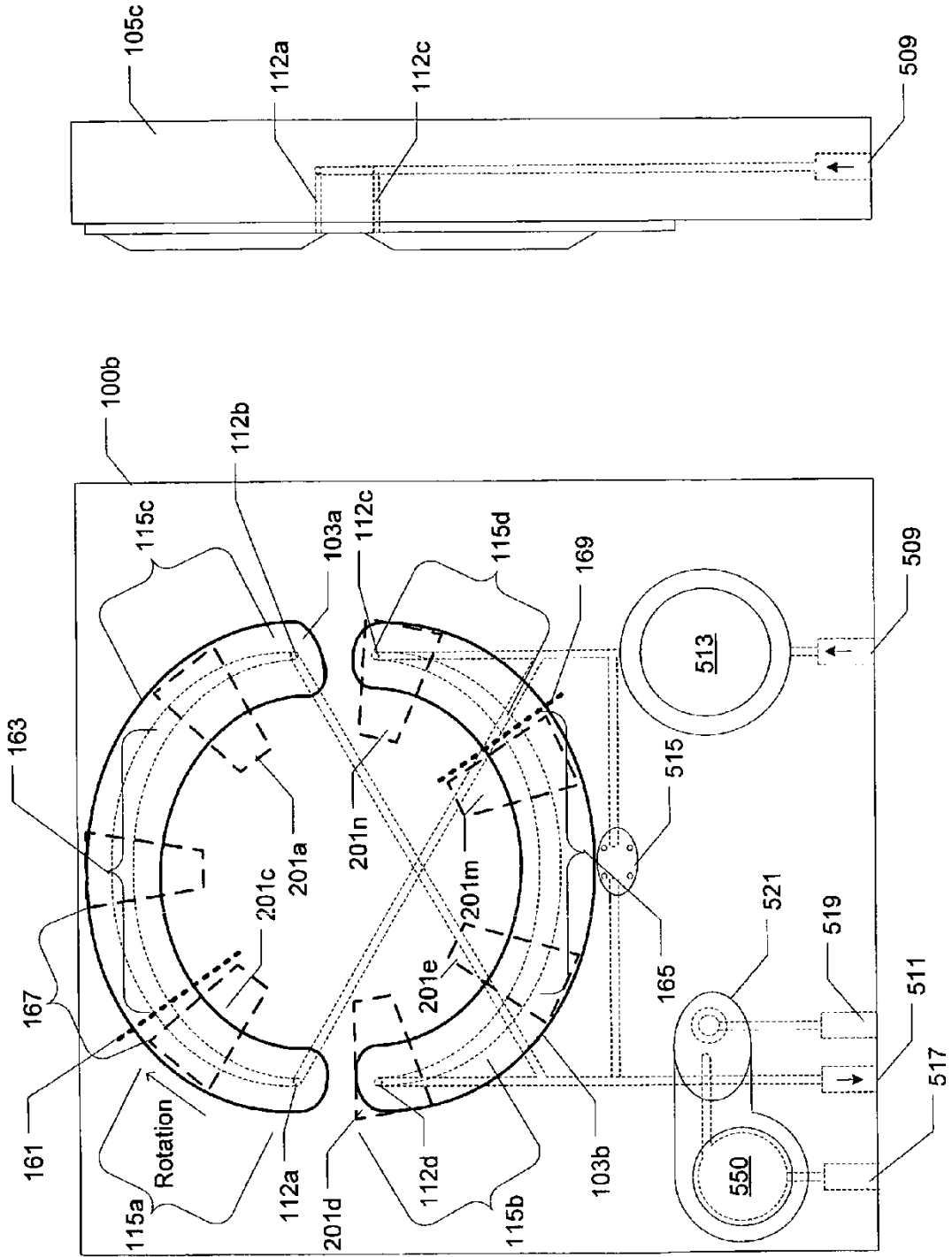


FIG. 5b

FIG. 5a

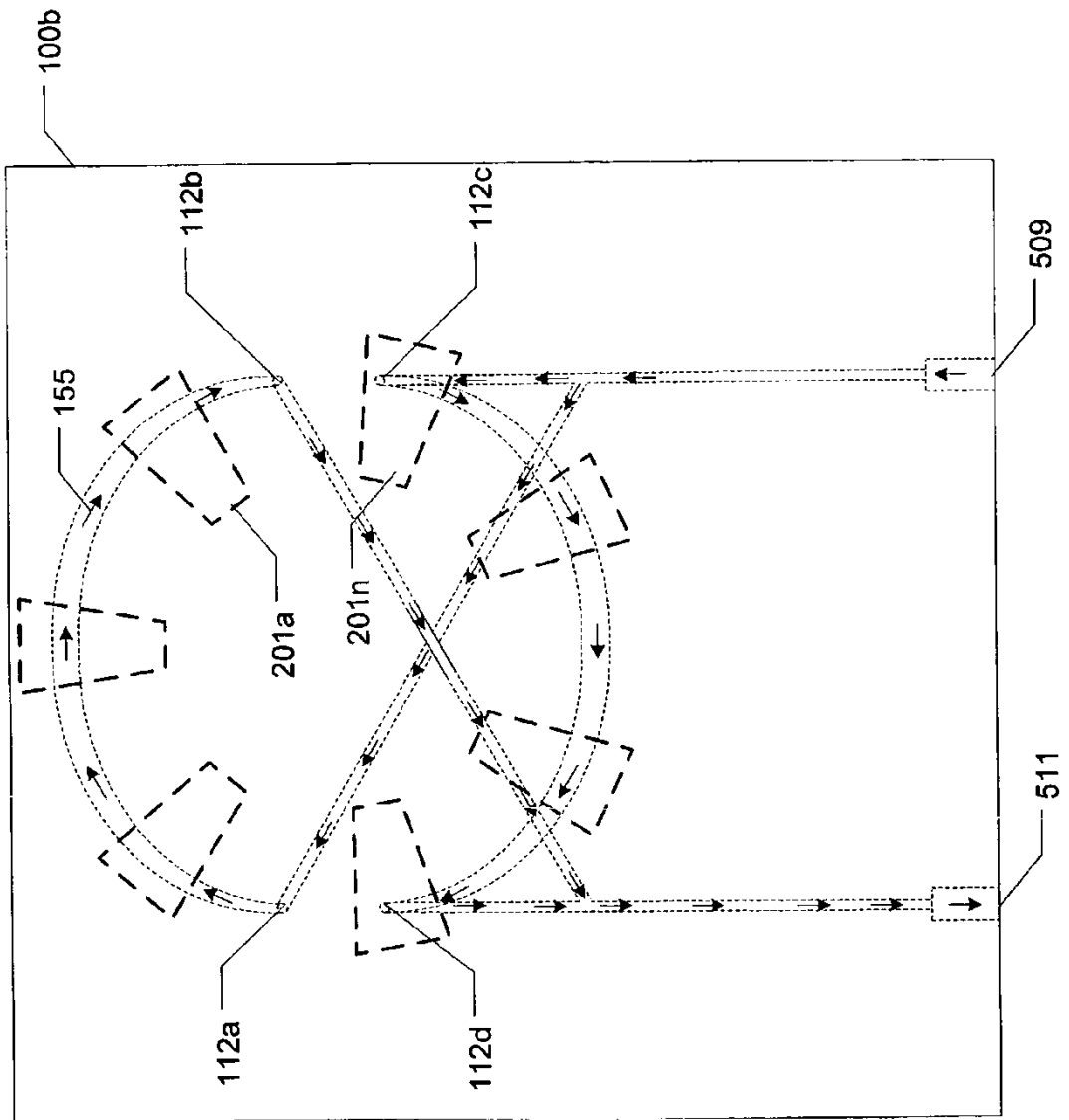


FIG. 5c

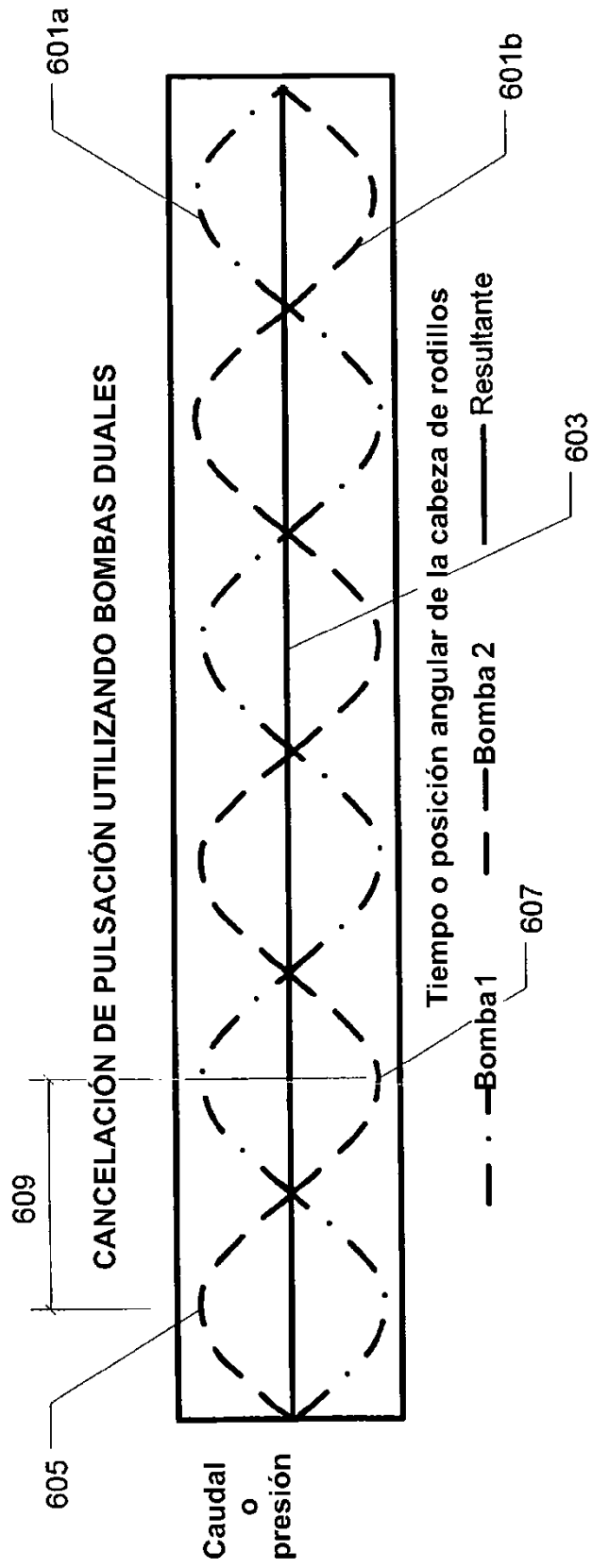


FIG. 6

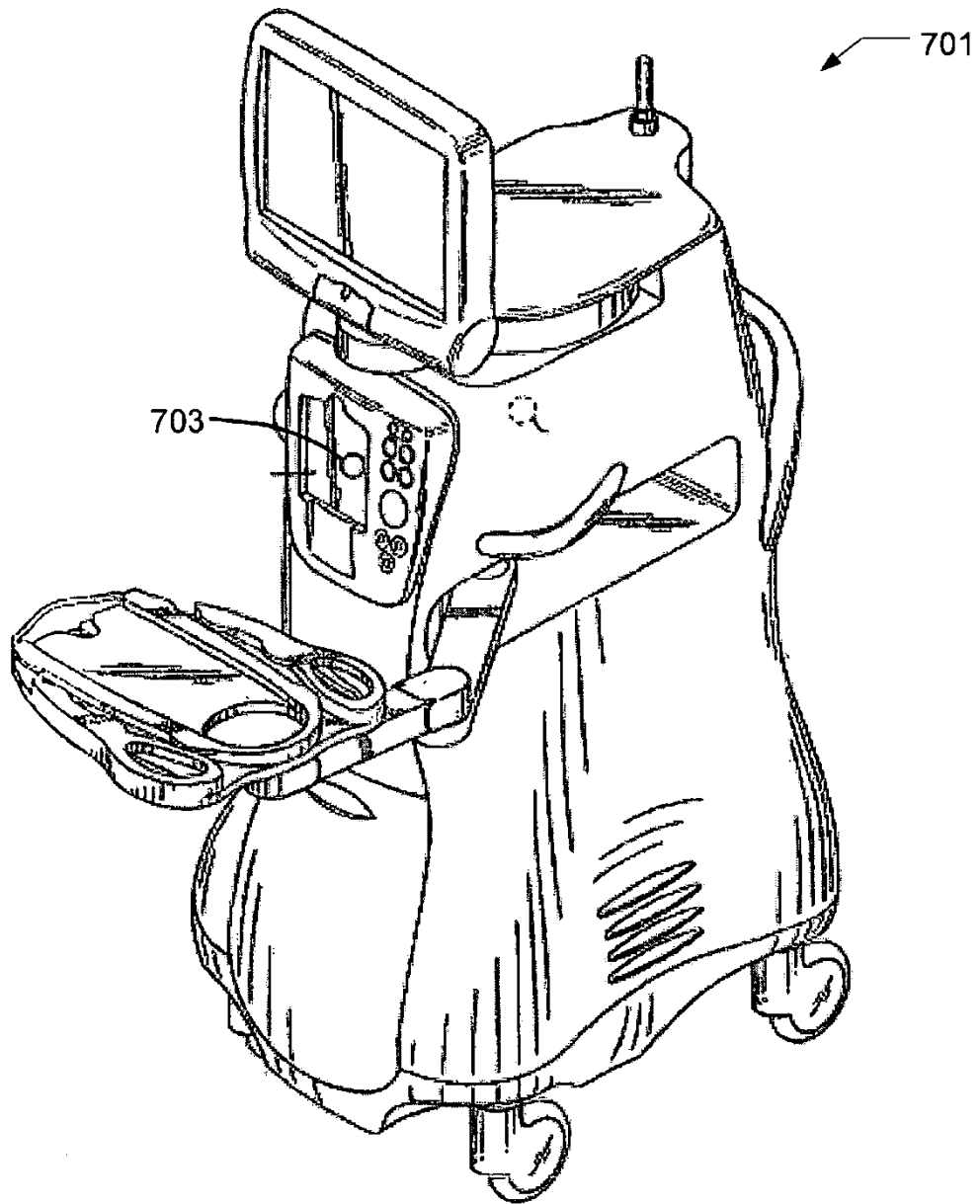


FIG. 7

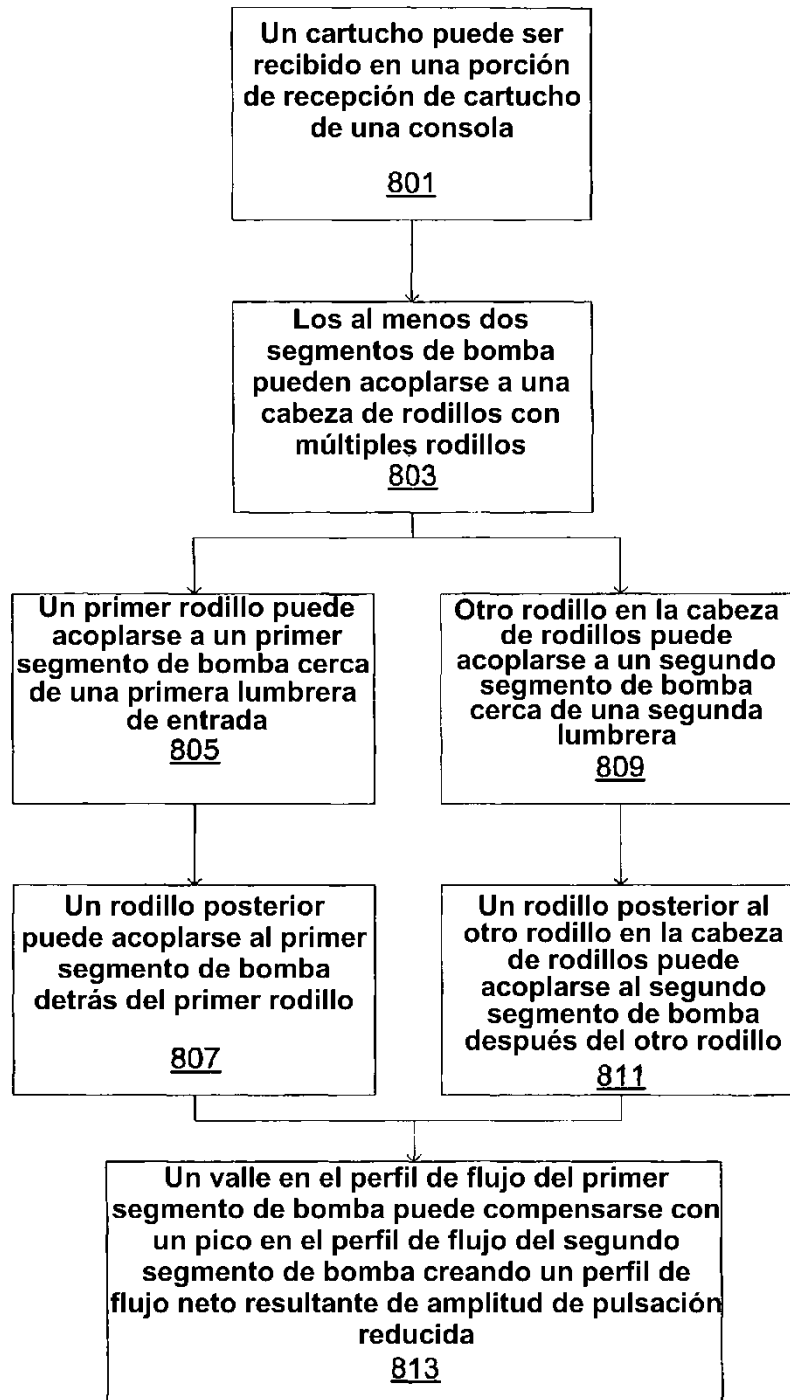


FIG. 8

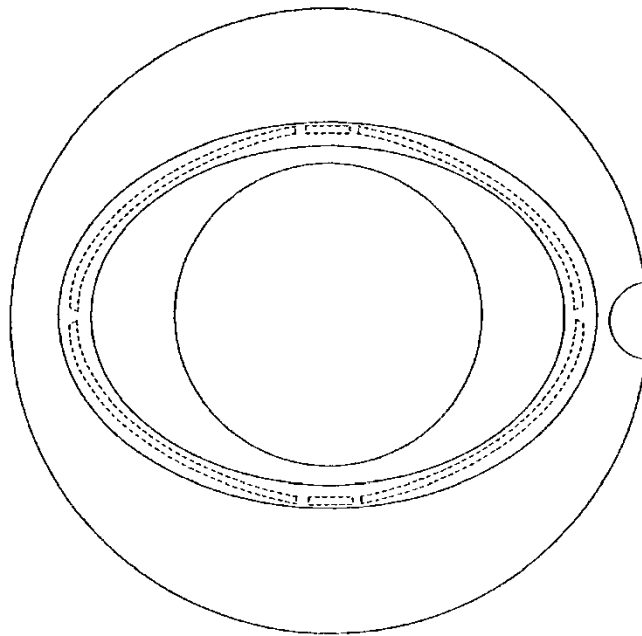


FIG. 9