

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 013**

51 Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2012** **E 12712806 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015** **EP 2665450**

54 Título: **Endosonda de exploración oftálmica accionada neumáticamente**

30 Prioridad:

22.03.2011 US 201161466364 P

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

29.07.2015

73 Titular/es:

ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)
6201 South Freeway
Fort Worth, TX 76134-2099, US

72 Inventor/es:

PAPAC, MICHAEL JAMES;
YADLOWSKY, MICHAEL J. y
HUCULAK, JOHN CHRISTOPHER

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 542 013 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

Endosonda de exploración oftálmica accionada neumáticamente.

5 **Antecedentes****1. Campo de la invención**

10 Las formas de realización descritas en la presente memoria se refieren al campo de las endosondas microquirúrgicas oftálmicas. Más particularmente, las formas de realización aquí descritas se refieren al campo de la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) y al campo de las técnicas microquirúrgicas oftálmicas.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 El campo de las intervenciones microquirúrgicas oftálmicas está evolucionando rápidamente. Típicamente, estas intervenciones implican el uso de endosondas que son capaces de alcanzar el tejido que está siendo operado o diagnosticado. Tales intervenciones hacen uso de instrumentos quirúrgicos endoscópicos que tienen una endosonda acoplada un dispositivo de control en una consola remota. El estado actual de la técnica proporciona endosondas que son de funcionamiento bastante complejo, requiriendo frecuentemente partes móviles que son hechas funcionar
20 utilizando sistemas mecánicos complejos. En muchos casos, un motor eléctrico se incluye en el diseño de la endosonda. La mayoría de los dispositivos de la técnica anterior tienen un coste que hace difícil descartarlos después de una intervención o de sólo unas pocas intervenciones quirúrgicas. Además, los dispositivos de la técnica anterior utilizan generalmente endosondas que tienen secciones transversales de varios milímetros. Estas endosondas son de uso poco práctico para técnicas microquirúrgicas oftálmicas. En la cirugía oftálmica, se prefieren
25 dimensiones de un (1) milímetro o menos para cubrir áreas típicamente implicadas sin afectar al tejido no relacionado.

Sistemas de exploración que permiten la dirección de la luz dependiente del tiempo para fines diagnósticos o terapéuticos han sido utilizados en instrumentos quirúrgicos endoscópicos. Estos instrumentos utilizan típicamente
30 endosondas que proporcionan formación de imagen, tratamiento o ambos sobre un área extensa de tejido sin requerir el movimiento del endoscopio en relación con su entorno. Sin embargo, los esfuerzos en desarrollar endosondas de exploración compatibles con la cirugía oftálmica se han ralentizado por la dificultad de proporcionar un sistema de accionamiento compacto de peso ligero a un bajo coste. Esto es particularmente cierto para las endosondas de exploración oftálmica dirigidas hacia delante, que pueden requerir vástagos que giran en sentido
35 contrario con velocidades relativas fijas o controladas.

Por tanto, hay una necesidad de un sistema simple y eficiente para proporcionar endosondas microquirúrgicas oftálmicas para diseños de un solo uso. Hay también una necesidad de endosondas desechables que tengan
40 componentes de peso ligero que puedan ser moldeados por inyección de materiales de bajo coste, tal como plástico.

El documento US 2006/0004397 enseña una endosonda que tiene sistemas de engranaje acoplados.

Sumario

45 La invención se define en la reivindicación independiente 1.

Un sistema de accionamiento para una endosonda según las formas de realización aquí descritas puede incluir una fuente de energía de fluido; una endosonda que tiene una pieza de mano y un conjunto de cánula que tiene un eje longitudinal. El conjunto de cánula incluye un tubo interior concéntrico con un tubo exterior; en el que la pieza de
50 mano puede incluir además un motor accionado por la fuente de energía de fluido, proporcionando el motor movimiento a un vástago de transmisión; y un sistema de transmisión para acoplar el movimiento del vástago al conjunto de cánula; en el que el sistema de transmisión proporciona un movimiento en sentido de giro contrario al tubo interior y al tubo exterior alrededor del eje longitudinal de la cánula.

Además, según las formas de realización aquí descritas, un sistema de accionamiento para una endosonda puede incluir una fuente de energía eléctrica; una endosonda que tiene una pieza de mano y un conjunto de cánula que tiene un eje longitudinal. El conjunto de cánula incluye un tubo interior concéntrico con un tubo exterior; en el que la
55 pieza de mano puede incluir además un motor accionado por la fuente de energía eléctrica, proporcionando movimiento el motor a un vástago de transmisión; y un sistema de transmisión para acoplar el movimiento del vástago al conjunto de cánula; en el que el sistema de transmisión proporciona un movimiento giratorio en sentido contrario al tubo interior y al tubo exterior alrededor del eje longitudinal de la cánula.

Según algunas formas de realización descritas, una consola de fluido para uso en microcirugía oftálmica endoscópica puede incluir un módulo neumático para obtener una fuerza neumática procedente de una fuente
65 externa y proporcionar una fuerza neumática ajustable; un módulo de exploración acoplado al módulo neumático; y una endosonda acoplada al módulo de exploración.

Estas y otras formas de realización de la presente invención se describirán con detalle adicional a continuación haciendo referencia a los siguientes dibujos.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una endosonda microquirúrgica que incluye un elemento de exploración óptica, una pieza de mano, un cable de acoplamiento y una parte de motor según algunas formas de realización.

10 La figura 2 muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

La figura 3A muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

15 La figura 3B muestra un pistón, un árbol de transmisión, un engranaje giratorio y un cojinete de transmisión según algunas formas de realización.

20 La figura 3C muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula sujeto a la pieza de mano utilizando una guía roscada según algunas formas de realización.

25 La figura 4 muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

La figura 5 muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

30 La figura 6 muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

La figura 7 muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

35 La figura 8A muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

40 La figura 8B muestra una vista superior-inferior de una parte de motor de la figura 8A según algunas formas de realización.

La figura 9 muestra una sección transversal parcial de una parte de una pieza de mano que incluye una parte de motor, un sistema de transmisión y un conjunto de cánula según algunas formas de realización.

45 La figura 10 muestra una consola de fluido que incluye un módulo neumático y un módulo de exploración según algunas formas de realización.

En las figuras los elementos que tienen el mismo número de referencia poseen funciones iguales o similares.

Descripción detallada

50 Las intervenciones microquirúrgicas que utilizan instrumentos endoscópicos pueden incluir una endosonda que tiene un sistema de acoplamiento de accionamiento simple y barato. La endosonda puede ser una endosonda portátil para manipulación directa por personal especializado. En algunas formas de realización, la endosonda puede ser controlada por un brazo robótico o un dispositivo controlado por ordenador. Las endosondas tienen un extremo proximal cerca del controlador de funcionamiento (ya sea un especialista o un dispositivo), y un extremo distal cerca del tejido o en contacto con éste. Las endosondas según las formas de realización aquí descritas pueden tener pequeñas dimensiones, ser fáciles de manipular desde un extremo proximal y ser mínimamente invasivas en el tejido circundante. En la parte distal, la endosonda termina con una punta desde la cual la endosonda realiza cierta acción sobre un tejido diana localizado en la proximidad de la punta. Por ejemplo, la endosonda puede suministrar luz desde su punta y recibir luz reflejada o dispersada desde el tejido, acoplada a través de la punta. La punta de la endosonda puede incluir elementos móviles que permiten que la punta realice su acción. En algunas formas de realización, la punta puede incluir además elementos fijos para proporcionar una barrera de fluido y separar tejido respecto de elementos móviles internos.

65 En algunas formas de realización, la endosonda puede incluir una pieza de mano en el extremo proximal, y un sistema de cánula en el extremo distal en contacto con el tejido. El sistema de cánula puede ser simétrico alrededor

de un eje longitudinal (LA). En algunas formas de realización, el sistema de cánula puede incluir un elemento de exploración óptica. El sistema de cánula puede incluir además dos tubos de cánula concéntricos, un tubo interior y un tubo exterior. Además, según las formas de realización aquí descritas, es deseable proporcionar un movimiento giratorio en sentido contrario al tubo interior con relación al tubo exterior utilizando un único sistema de accionamiento. Asimismo, según algunas formas de realización aquí descritas, el sistema de accionamiento puede utilizar flujo de fluido, tal como energía de flujo neumático. Otras formas de realización pueden utilizar energía eléctrica para alimentar al sistema de accionamiento.

El sistema de accionamiento en la endosonda portátil puede transformar energía de flujo neumático en un movimiento de pistón mecánico. Así, el movimiento del pistón puede utilizarse para accionar un tren de engranajes para girar en sentido contrario los dos tubos de cánula en el extremo distal de la endosonda. El movimiento del pistón se transfiere a los tubos de cánula que giran en sentido contrario por un sistema de transmisión. En algunas formas de realización, el sistema de transmisión puede incluir un engranaje oscilante tal como un engranaje helicoidal o estriado. Puede permitirse además que el engranaje gire a lo largo del vástago de pistón en una dirección solamente (a través de un cojinete de una vía, por ejemplo) alrededor del eje longitudinal de los tubos de cánula. En algunas formas de realización, un sistema de transmisión puede incluir un sistema de engranajes para convertir una entrada de árbol único desde el pistón en un movimiento giratorio en sentido contrario acoplado de los tubos de cánula.

Un sistema de accionamiento como el anterior puede incluir además un motor de pistón doble y un sistema de transmisión que incluye sistemas de engranaje no acoplados para el control de accionamiento independiente de cada uno de los tubos interior y exterior. En algunas formas de realización, el sistema de accionamiento puede convertir el movimiento del pistón en un movimiento rotacional de un árbol que utiliza un sistema de cigüeñal. Si el movimiento de pistón es paralelo al eje de la cánula, entonces se utiliza un sistema de engranajes para hacer girar en sentido contrario las dos cánulas alrededor de sus ejes individuales. En algunas formas de realización, el sistema de engranajes puede incluir engranajes cónicos.

En algunas formas de realización, un sistema de accionamiento puede incluir un flujo de fluido constante o ajustable (no oscilatorio) para hacer girar un único ventilador conectado a un árbol acoplado a un sistema de transmisión. Un sistema de accionamiento como el anterior puede incluir motores de ventilador dobles para accionar sistemas de engranajes no acoplados para el control de accionamiento independiente de cada uno de los tubos interior y exterior. Un sistema de accionamiento puede incluir motores de ventilador dobles, cada uno de ellos acoplado directamente a un tubo de cánula utilizado para el control de accionamiento independiente.

La figura 1 muestra una endosonda microquirúrgica 100 que incluye un elemento de exploración óptica 110, una pieza de mano 150, un cable de acoplamiento 195 y una parte de motor 200 según algunas formas de realización. El elemento de exploración óptica 110 puede denominarse también "conjunto de cánula" según algunas formas de realización. El elemento 110 incluye el extremo distal de la endosonda 100, que puede prolongarse a lo largo del eje de la endosonda y tener una sección transversal limitada. Por ejemplo, en algunas formas de realización, el conjunto de cánula 110 puede ser de alrededor de 0,5 mm de diámetro, mientras que la pieza de mano 150 puede tener una forma sustancialmente cilíndrica de varios milímetros de diámetro.

En algunas formas de realización, el conjunto 110 puede estar en contacto con el tejido, incluyendo tejido diana para la intervención microquirúrgica oftálmica. Así, el conjunto 110 puede revestirse con materiales que impidan la infección o la contaminación del tejido. Además, las intervenciones y protocolos quirúrgicos pueden establecer estándares higiénicos para el conjunto 110, todos los cuales se incorporan aquí por referencia en su totalidad. Por ejemplo, puede ser deseable que el conjunto 110 sea desechado después de haberlo utilizado una vez. En algunas situaciones, el conjunto 110 puede desecharse por lo menos cada vez que se realiza la intervención en un paciente diferente, o en una parte diferente del cuerpo.

Las formas de realización de la endosonda 100 y el conjunto 110 pueden cumplir con los estándares de la industria tales como EN ISO 14971 (2007), "Medical devices – Application of Risk Management to Medical Devices"; ISO/TS 20993 (2006), "Biological evaluation of medical devices- Guidance on a risk management process"; ISO 14001 (2004), "Environmental management systems – Requirements with guidance for use"; ISO 15752 (2009), "Ophthalmic instruments – endoilluminaors – fundamental requirements and test methods for optical radiation safety"; e ISO 15004-2 (2007), "Ophthalmic instruments – fundamental requirements and test methods– Parte 2: Light hazard protection".

Pueden utilizarse otras formas de realización del conjunto de cánula 110 compatibles con la figura 1. Por ejemplo, formas de realización tales como las descritas en solicitud de patente US titulada "Counter-rotating Ophthalmic Scanner Drive Mechanism" de Mike Papac, Mike Yadlowsky y John Huculak, presentada en la misma fecha que la presente solicitud y cedida a Alcon Laboratories, Inc.

La pieza de mano 150 puede estar más cerca del extremo proximal de la endosonda, y puede tener una sección transversal mayor en comparación con el elemento 110. El elemento 150 puede adaptarse para el funcionamiento manual de la endosonda 100 según algunas formas de realización. El elemento 150 puede adaptarse para el

funcionamiento robótico o para la sujeción por un dispositivo automatizado o un dispositivo accionado de forma remota. Aunque el conjunto 110 puede estar en contacto con tejido vivo, el elemento 150 puede no estar en contacto directo con tejido vivo. Así, aun cuando el elemento 150 puede cumplir con los estándares higiénicos, estos pueden relajarse algo en comparación con los utilizados para el conjunto 110. Por ejemplo, el elemento 150 puede incluir partes y componentes de la endosonda 100 que pueden utilizarse repetidamente antes de ser desechados.

Así, algunas formas de realización de la endosonda 100 como se describe aquí pueden incluir múltiples componentes en el elemento 150, y componentes sustituibles menos caros pueden incluirse en el conjunto 110. Algunas formas de realización pueden tener un elemento retirable 110 que es desechable, mientras que la pieza de mano 150 puede utilizarse más de una vez. En algunas formas de realización, el conjunto de cánula 110 puede fijarse a la pieza de mano 150 por una unión adhesiva. Según otras formas de realización, el conjunto 110 puede ser retirado de la pieza de mano 150 para permitir la sustitución fácil de la endosonda 100 para intervenciones repetidas. Algunas formas de realización compatibles con la figura 1 pueden tener un elemento desechable 150 y un conjunto desechable 110.

En algunas formas de realización, el conjunto de cánula retirable 110 puede incluir una inserción vertical a presión con bloqueo de tornillo exterior independiente. Puede requerirse un enchavetado para mantener la posición angular del tubo interior 130 con relación al tubo exterior 140 durante la inserción del conjunto 110 en la pieza de mano 150. Alternativamente, un pequeño punto adhesivo o una espiga de alineación mecánica desechable puede utilizarse para mantener la posición angular relativa del tubo interior 130 con relación al tubo exterior 140 durante la inserción del conjunto 110 en la pieza de mano 150. La espiga de alineación desechable puede retirarse o descartarse después de la instalación. El adhesivo puede ser superado por la potencia de transmisión en el uso inicial. Para sondas basadas en fibra, la fibra y el tubo de soporte pueden ser retráctiles. Así, la fibra puede retraerse cuando el conjunto 110 se retira y se reposiciona. Un mecanismo retráctil puede incluir un resorte contra un tope mecánico o puede ser manual. Un mecanismo retráctil para una endosonda basada en fibra puede evitar daños a la fibra en un conjunto retirable 110.

El cable 195 puede estar incluido en algunas formas de realización para acoplar la endosonda 100 a una consola o un dispositivo controlador remotos (no mostrados en la figura 1). El cable 195 puede incluir los elementos de transmisión de potencia para transferir potencia eléctrica o neumática a un actuador o motor mecánico en la parte de motor 200. El cable 195 puede incluir elementos de transmisión para transportar información y potencia ópticas, tal como un haz láser o un impulso láser, desde una consola o controlador remoto hasta el tejido. Un elemento de transmisión óptica puede transportar también información óptica desde el tejido hasta una consola o controlador remoto para su procesamiento. Por ejemplo, el cable 195 puede incluir por lo menos una o más fibras ópticas para transmitir luz al tejido y desde éste. En algunas formas de realización, una fibra óptica puede transmitir luz al tejido y otra fibra óptica puede transmitir luz desde el tejido. Además, algunas formas de realización pueden transmitir luz al tejido y desde éste a través de una fibra óptica.

Según algunas formas de realización compatibles con la figura 1, la endosonda 100 es controlada a través de la consola remota y todos los botones operativos y los actuadores manuales están localizados remotamente. Algunas de las operaciones de control pueden incluir “conectar” o “desconectar” la potencia neumática o ajustar la velocidad rotacional del conjunto de cánula 110. Algunas formas de realización utilizan una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) para proporcionar controles en la consola. En otras formas de realización, el cirujano o el personal médico pueden utilizar un interruptor de pedal o un comando de voz para controlar el funcionamiento de la endosonda 100. Algunas formas de realización, tal como la ilustrada en la figura 1, incluyen un botón 160 en un lado, que proporciona un control directo de ciertas operaciones en la endosonda 100 apretando el botón. Otros dispositivos utilizados en conjunción con la endosonda 100, tales como fórceps o tijeras, pueden incluir también actuadores que el cirujano puede apretar con su mano para “conectarlos” y “desconectarlos”.

El cable 195 puede incluir también líneas de entubado (no mostradas en la figura 1) para proporcionar una fuerza neumática a la parte de motor 200. Por ejemplo, una primera línea de entubado puede incluir un flujo de fluido de entrada que proporciona una fuerza neumática a la parte de motor 200. Además, una segunda línea de entubado puede incluir un flujo de fluido de salida que proporciona un escape para la parte de motor 200. Además, según algunas formas de realización, una primera línea de entubado puede incluir un fluido de entrada que proporciona una primera presión a la parte de motor 200. Una segunda línea de entubado puede incluir un fluido de entrada que proporciona una segunda presión a la parte de motor 200. En algunas formas de realización, el cable 195 puede proporcionar potencia eléctrica a la parte de motor 200. Por ejemplo, la parte de motor puede incluir por lo menos un motor eléctrico que recibe potencia del cable 195.

Algunas formas de realización compatibles con la figura 1 pueden incluir una pieza de mano 150 con un conjunto de cánula retirable 110. El conjunto 110 puede ser fácilmente retirable de la pieza de mano 150 por un sistema de abrochado automático o un sistema de bayoneta. La pieza de mano 150 puede incluir un cojinete y un casquillo acoplados al extremo proximal del conjunto 110 para proporcionar soporte y estabilidad.

En formas de realización tales como la mostrada en la figura 1 puede ser deseable que la endosonda microquirúrgica 100 tenga un área en sección transversal mínima. Esto puede reducir la invasividad de la intervención

quirúrgica en el tejido diana, especialmente en áreas adyacentes a las áreas de interés. A fin de limitar el área en sección transversal del conjunto de cánula en la endosonda 100, los elementos mecánicos implicados en las partes móviles de la endosonda necesitan colocarse cerca uno de otro.

La parte de motor 200 puede incluirse en un extremo distal de la pieza de mano 150. Según formas de realización de la endosonda 100 como la que se ilustra en la figura 1, la parte 200 puede tener un perfil estrechado a fin de acoplar la pieza de mano 150 con el conjunto 110. Por ejemplo, en algunas formas de realización la pieza de mano 150 puede tener un diámetro mayor (del orden de varios mm a 1 cm o más), y el conjunto 110 puede tener un diámetro menor (desde 100 μ m o menos a unos pocos centenares de μ m hasta 0,5 mm o más). La parte 200 puede incluir el motor 125 y el árbol de transmisión 212 para acoplar el motor 125 al sistema de transmisión 127. La parte 200 se describirá con detalle en relación con las formas de realización compatibles con las figuras 2-8 y la figura 10 siguientes.

La figura 2 muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 200 y el conjunto 110 según algunas formas de realización. El motor 125 puede incluir un pistón 210, un canal de fluido neumático 201 y el canal de fluido neumático 202. El sistema de transmisión 127 en las formas de realización compatibles con la figura 2 puede ser un estriado helicoidal que incluye engranajes helicoidales 220, 230 y 240. En algunas formas de realización, el sistema de transmisión 127 puede incluir un engranaje estriado en uno cualquiera de los engranajes 220, 230 y 240. El árbol 212 acopla el pistón 210 al engranaje helicoidal 220.

Según la figura 2, el canal de flujo neumático 201 proporciona fuerza neumática al pistón 210 en una dirección a través de una primera presión. El canal de flujo neumático 202 proporciona fuerza neumática al pistón 210 en la dirección opuesta a través de una segunda presión. Por ejemplo, un incremento de la presión en el canal 201 puede empujar el pistón 210 "hacia abajo". En cambio, un incremento de la presión en el canal 202 puede empujar al pistón 210 hacia arriba. Puede aplicarse también la configuración opuesta, a saber, una reducción de la presión en el canal 202 tira del pistón 210 "hacia arriba". Asimismo, una reducción de la presión en el canal 201 puede tirar del pistón 210 "hacia abajo". Asimismo, una combinación de fuerzas neumáticas "de empuje" y "de tracción" puede utilizarse en algunas formas de realización. Por ejemplo, mientras se reduce la presión en el canal 201, puede incrementarse la presión en el canal 202. Así, una fuerza de tracción del canal 201 puede añadirse a una fuerza de empuje en el canal 202 para mover el pistón 210 "hacia abajo". Asimismo, una fuerza de empuje procedente del canal 201 puede añadirse a una fuerza de tracción en el canal 202 para mover el pistón 210 "hacia arriba". La fuerza neumática proporcionada al pistón 210 a través de los canales 201 y 202 puede incluir un sistema de vacío. Así, un vacío puede acoplarse a un canal 201 (o 202) para reducir la presión en el canal por debajo de la del canal opuesto 202 (o 201).

La parte de motor 200 según la figura 2 puede incluir una junta de sellado 215 alrededor del árbol 212. La junta de sellado 215 puede ser un anillo tórico formado de un material resiliente, tal como caucho. La junta de sellado 210 puede impedir que el fluido dentro del motor 125 entre en contacto con el espacio dentro de conjunto 110. Así, la junta de sellado 215 evita la contaminación de los elementos dentro del conjunto 110 por el fluido para el motor 125. La junta de sellado 215 mantiene también el nivel de presión dentro del motor 125 en un valor apropiado.

El sistema de transmisión 127 puede incluir engranajes helicoidales 220, 230 y 240 según las formas de realización compatibles con la figura 2. Los engranajes 220, 230 y 240 pueden tener ejes paralelos. Como se ilustra en la figura 2, el eje de rotación del engranaje 220 es el eje longitudinal (LA) del conjunto 110. El engranaje 230 tiene un eje de rotación etiquetado como SA₂ y el engranaje 240 tiene un eje de rotación etiquetado como SA₁. En formas de realización compatibles con las figuras 2-9, el eje longitudinal del conjunto 110 se etiqueta como LA. El eje en el sistema 127 alrededor del cual se proporciona un movimiento giratorio al tubo interior 130 se etiqueta como SA₂ en formas de realización compatibles con las figuras 2-9. El eje en el sistema 127 alrededor del cual se proporciona un movimiento giratorio al tubo exterior 140 se etiqueta como SA₁ en formas de realización compatibles con las figuras 2-9. Según las formas de realización compatibles con la figura 2, los ejes SA₁ y SA₂ son paralelos al eje LA. Otras formas de realización pueden tener diferentes configuraciones para los ejes SA₁ y SA₂ con relación al eje LA. Además, según las figuras 2-9, los ejes SA₁ y SA₂ pueden ser paralelos uno a otro, teniendo una distancia "D" entre ellos. Se hace notar que en las formas de realización compatibles con la figura 2, la distancia entre LA y SA₁ puede no ser la misma que la distancia entre LA y SA₂. Algunas formas de realización compatibles con el concepto ilustrado en la figura 2 pueden ser tales que los ejes LA, SA₁ y SA₂ pueden no incluirse en el mismo plano, pero se incluyen dentro del diámetro exterior del conjunto 110. Otras formas de realización pueden tener ejes LA, SA₁ y SA₂ orientados en cualquier ángulo uno con respecto a otro. Además, algunas formas de realización pueden incluir ejes LA, SA₁ y SA₂ colineales entre sí.

Según la figura 2, el engranaje 220 puede fijarse al árbol 212 y puede permitirse que los engranajes 230 y 240 giren alrededor de los árboles 217. El engranaje 220 es movido "hacia arriba" y "hacia abajo" por el árbol 212 cuando las fuerzas neumáticas mueven el pistón 210 según la descripción anterior. Cuando se mueve el engranaje 220, éste empuja sobre los surcos de los engranajes 230 y 240. El empuje del engranaje 220 sobre los engranajes 230 y 240 ejerce un par que induce una rotación en los engranajes 240 y 230 alrededor de los árboles 217.

La figura 2 incluye un conjunto de cánula 110. El conjunto 110 está acoplado al motor 125 en la pieza de mano 150 a través del sistema de transmisión 127. El conjunto 110 puede incluir tubos o "cánulas" concéntricos 130 y 140 según algunas formas de realización. El tubo interior 130 y el tubo exterior 140 pueden alinearse con sus ejes de simetría a lo largo del eje LA. El tubo interior 130 y el tubo exterior 140 son huecos y pueden ser capaces de moverse uno con relación a otro en un movimiento giratorio y contragiratorio alrededor del eje LA. La referencia al tubo interior 130 como "giratorio" y exterior 140 como "contragiratorio" es arbitraria y establece el movimiento relativo entre los tubos 130 y 140. En algunas formas de realización, mientras que el tubo 130 gira "en el sentido de las agujas del reloj", el tubo 140 puede girar "en sentido contrario a las agujas del reloj" alrededor del eje LA. Puede tener lugar la configuración opuesta, en la que el tubo 130 gira "en sentido contrario al de las agujas del reloj" y el tubo 140 gira "en el sentido de las agujas del reloj".

La rotación de los tubos 130 y 140 se proporciona por el motor 125 a través de los engranajes 230 y 240, como se muestra en la figura 2. Los engranajes 230 y 240 pueden girar en la misma dirección en cualquier momento del tiempo, proporcionando tubos de cánula 130 y 140 cogiratorios. En formas de realización compatibles con la figura 2 utilizadas para exploración óptica (por ejemplo, en OCT), puede resultar un patrón de exploración giratorio de un haz óptico. En tal configuración, los tubos cogiratorios 130 y 140 pueden proporcionar todavía un patrón de exploración óptica lineal fijo sincronizando la detección de modo que cada punto adyacente a lo largo de una línea fija es capturado ópticamente durante una revolución diferente del conjunto de cánula 110. Otras formas de realización de tubos cogiratorios 130 y 140 compatibles con la figura 2 pueden utilizarse para exploraciones de línea óptica giratorias en formación de imagen de volumen. Los engranajes 230 y 240 están acoplados a los tubos de cánula 130 y 140, respectivamente, a través de guías roscadas en la pared interior de las cánulas o tubos.

Algunas formas de realización compatibles con la figura 2 pueden incluir una cánula estacionaria 120. La cánula 120 puede proporcionar una cubierta protectora al conjunto 110. Asimismo, la cánula 120 puede impedir o reducir un esfuerzo de cizalladura inducido en el tejido diana por fuerzas viscoelásticas que actúan durante la rotación del tubo exterior 140. El uso de la cánula estacionaria 120 es opcional y puede determinarse por el tipo de tejido diana en el que se introducirá la endosonda 100.

Los materiales utilizados para formar los elementos de cánula 120, 130 y 140 pueden ser cualesquiera de una variedad de materiales biocompatibles. Por ejemplo, algunas formas de realización pueden incluir elementos 120, 130 y 140 hechos de acero inoxidable o materiales plásticos. Además, algunas formas de realización pueden tener una parte o la totalidad de los elementos 120, 130 y 140 revestida con una capa protectora. El material de revestimiento puede ser una capa de oro o algún polímero biocompatible. En algunas formas de realización, el papel de la capa de revestimiento puede ser proporcionar lubricación y alivio de fricción a las partes móviles en el conjunto 110. Por ejemplo, los materiales de revestimiento pueden reducir la fricción entre la cara interior del tubo 140 y la cara exterior del tubo 130. En algunas formas de realización, el papel de la capa de revestimiento puede ser proporcionar protección al tejido en contacto directo con el conjunto 110.

Para reducir la fricción entre el tubo interior 130 y el tubo exterior 140 cuando giran en sentido contrario uno con relación a otro, algunas formas de realización del conjunto 110 puede incluir cojinetes de bolas 250. Los cojinetes 250 pueden interespararse a distancias predeterminadas a lo largo de la longitud del conjunto 110. En formas de realización que incluyen la cánula fija 120, los cojinetes 250 pueden incluirse entre el tubo exterior 140 y la cánula fija 120. Los cojinetes de bolas 250 pueden formarse de un material tal como acero inoxidable, o un plástico endurecido, tal como vinilo. Pueden utilizarse otros materiales para proporcionar alivio de fricción a las partes móviles en el conjunto 110, tal como cobre o aluminio, y revestimientos de polímero.

La figura 3A muestra una parte de pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 200, el sistema de transmisión 127 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. La parte de motor 200 en la figura 3A incluye el motor 125 con un pistón 210, un árbol 212, una junta de sellado 215 y unos canales de flujo neumático 201 y 202, como se describe anteriormente en relación con la figura 2. El conjunto 110 en la figura 3A incluye el tubo interior 130, el tubo exterior 140 y, opcionalmente, algunas formas de realización pueden incluir cojinetes de bolas 250 y una cánula fija 120. El conjunto 110 se ha descrito con detalle en relación con la figura 2 anterior.

El sistema de transmisión 127 según la figura 3A incluye un engranaje helicoidal giratorio 320 y unos engranajes 330, 331, 332, 335, 340 y 341. Los ejes LA, SA₁ y SA₂ en la figura 3A son paralelos uno a otro, como se describe con detalle en relación con la figura 2. El sistema de engranajes 127 acopla el movimiento "hacia arriba" y "hacia abajo" del árbol 212 en un movimiento giratorio en sentido contrario entre el tubo interior 130 y el tubo exterior 140. En formas de realización compatibles con la figura 3A, cuando se permite que el engranaje helicoidal 320 gire alrededor del árbol 212 en una dirección, esto induce una rotación de los engranajes 330 y 340 en la dirección opuesta a través de un acoplamiento "helicoidal" de las caras roscadas de los engranajes.

El engranaje 341 se sujeta al engranaje 340 y proporciona una rotación al tubo interior 341. En algunas formas de realización compatibles con la figura 3A, el engranaje 341 puede estar fijo con relación al engranaje 340, girando alrededor del mismo eje SA₂. El engranaje 331 se sujeta al engranaje 330 y proporciona una rotación al engranaje 332 en la dirección opuesta. El engranaje 332 puede sujetarse al engranaje 335, lo que proporciona una rotación al tubo exterior 140. En formas de realización compatibles con la figura 3A, los engranajes 330 y 331 pueden estar fijos

uno con relación a otro y girar alrededor del mismo eje SA₂. Los engranajes 332 y 335 pueden estar fijos también uno con relación a otro y girar alrededor del mismo eje 218. Como resultado, el sistema de transmisión 127 en la figura 3A puede proporcionar un movimiento de rotación en sentido contrario entre el tubo interior 130 y el tubo exterior 140. Por ejemplo, mientras que los engranajes 330 y 340 pueden hacerse girar ambos en el sentido de las agujas del reloj, el tubo interior 130 puede hacerse girar en el sentido contrario a las agujas del reloj por el engranaje 341. Y el tubo exterior 140 puede hacerse girar en el sentido de las agujas del reloj por el engranaje 335, que, a su vez, se hace girar en el sentido contrario al de las agujas del reloj por el engranaje 331. El acoplamiento detallado entre el motor 125 y el engranaje giratorio 320 se describe en relación con la figura 3B.

La figura 3B muestra el pistón 210, el árbol de transmisión 212, el engranaje giratorio 320 y el cojinete de transmisión 321 según algunas formas de realización. El cojinete 321 permite que el engranaje 320 gire alrededor del árbol 212 cuando el pistón 210 se mueve "hacia arriba" y "hacia abajo", según formas de realización compatibles con las figuras 3A y 3B. Por ejemplo, cuando el árbol 212 es movido "hacia abajo" por el pistón 210, el engranaje 320 puede hacerse girar en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj por el par de reacción de los engranajes 330 y 340 puestos en contacto con él (véase la figura 3A). El que el engranaje 320 se mueva en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj, cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo", depende de la orientación de la rosca "helicoidal" sobre la superficie del engranaje 320. En la realización ilustrada en la figura 3B, la rosca helicoidal del engranaje 320 es tal que éste gira en el sentido de las agujas del reloj cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo". Algunas formas de realización pueden tener la configuración opuesta, de tal manera que el engranaje 320 gire en el sentido contrario al de las agujas del reloj cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo".

Cuando el pistón 210 se mueve "hacia arriba", diferentes formas de realización pueden ser compatibles con la figura 3B. En formas de realización tales que el cojinete de transmisión 321 es un cojinete bidireccional estándar, entonces el engranaje 320 puede girar en la dirección opuesta a aquella en la que gira cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo". Esto es debido al par de reacción de los engranajes 330 y 340 puestos en contacto con el engranaje 320 (véase la figura 3A). En este escenario, el sistema 127 (véase la figura 3A) proporciona al tubo interior 130 un movimiento de rotación en sentido contrario con relación al tubo exterior 140, que es opuesto al movimiento de rotación en sentido contrario cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo". Por ejemplo, cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo", el tubo interior 130 puede girar en el sentido de las agujas del reloj y el tubo exterior 140 puede girar en el sentido contrario al de las agujas del reloj. Y cuando el pistón 210 se mueve "hacia arriba", el tubo interior 130 puede girar en el sentido contrario al de las agujas del reloj y el tubo exterior 140 puede girar en el sentido de las agujas del reloj. El resultado será un movimiento de "bobinado" del conjunto de cánula 110. Un movimiento de "bobinado" del conjunto 110 puede reducir la abrasión al tejido en contacto directo con el conjunto de cánula 110. Un movimiento de "bobinado" es tal que los tubos 130 y 140 giran en una dirección durante un ciclo, y conmutan para girar en la dirección opuesta en el siguiente ciclo. Así, mientras el efecto de exploración sea una trayectoria lineal, el tejido que rodea el conjunto 110 está sometido a una cizalladura reducida.

En otras formas de realización compatibles con la figura 3B, el cojinete 321 puede ser un cojinete unidireccional o un cojinete de una vía, de modo que se le permita girar solamente en una dirección (en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj). Así, cuando el árbol 212 se mueve "hacia arriba" y "hacia abajo" por el pistón 210, el resultado es que el engranaje 320 hace girar los engranajes 330 y 340 en una dirección. La dirección de rotación de los engranajes 330 y 340 puede ser en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj, dependiendo de en qué dirección se permite que gire el engranaje unidireccional 321. Por ejemplo, el cojinete 321 puede permitir que el engranaje 320 gire solamente en el sentido de las agujas del reloj alrededor del árbol 212. En tal configuración, los engranajes 330 y 340 girarán en el sentido contrario al de las agujas del reloj cuando el pistón 210 se mueve "hacia arriba" y cuando el pistón 210 se mueve "hacia abajo".

La figura 3C muestra una sección transversal parcial de una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 200, el sistema de transmisión 127 y el conjunto de cánula separable 110 según algunas formas de realización. El conjunto 110 se sujeta a la pieza de mano 150 utilizando una guía roscada 350. Un tope mecánico 360 asegura el conjunto 110 en su sitio. La guía roscada 350 y el tope 360 aseguran que los extremos proximales del tubo interior 130 y el tubo exterior 140 hagan un contacto apropiado con los engranajes 341 y 335 del sistema de transmisión 127, respectivamente.

Sería evidente que pueden ser posibles otras formas de realización de la endosonda 100 con la pieza de mano 150 y el conjunto de cánula separable 110. Por ejemplo, en lugar de la guía roscada 350, el conjunto de cánula 110 puede abrocharse simplemente de forma automática sobre la pieza de mano 150 y permanecer en su sitio por presión. En algunas formas de realización, un mecanismo de bayoneta puede sustituir la guía roscada 350 por un surco y unas espigas que aseguran el conjunto 110 en su sitio bloqueándolo en agujeros o espacios tallados en la pieza de mano 150. Otras formas de realización de la pieza de mano 150 que tienen el conjunto de cánula separable 110 serán evidentes para los expertos en la materia a la vista del concepto ilustrado en la figura 3C.

La figura 4 muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 200 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. El motor 125 en formas de realización compatibles con la figura 4 incluye el pistón 210, el árbol de transmisión 212 y los canales de flujo neumático 201 y 202. Asimismo, en la figura 4 se

incluye una junta de sellado 215 como la descrita anteriormente en relación con la figura 2. El motor 125 funciona de una manera compatible con la descripción proporcionada en la figura 2 y en la figura 3A. El conjunto de cánula 110 en la figura 4 incluye el tubo interior 130 y el tubo exterior 140. Algunas formas de realización pueden incluir también los cojinetes de bolas 250 y la cánula fija 120. El conjunto 110 en la figura 4 es compatible con la descripción del conjunto 110 en la figura 2 y en la figura 3A anterior.

El sistema de transmisión 127 en la parte de motor 200 acopla el movimiento "hacia arriba" y "hacia abajo" del árbol 212 a un movimiento de rotación en sentido contrario de los tubos 130 y 140 en el conjunto 110. Según formas de realización compatibles con la figura 4, el sistema de transmisión 127 puede incluir un cigüeñal 450, unos cojinetes de árbol (manguitos) 460, unos engranajes cónicos 410, 415, 420, 425 y 427 y el eje giratorio 217. El cigüeñal 450 convierte el movimiento "hacia arriba" y "hacia abajo" del árbol 212 en un movimiento giratorio. El cigüeñal 450 gira sobre la parte 200 a través de los manguitos 460 en ambos extremos. Los manguitos 460 permiten la rotación del cigüeñal 450 y proporcionan soporte al mismo. Como se ilustra en la figura 4, el cigüeñal 450 puede ser perpendicular al árbol 212. Los tubos 130 y 140 que giran en sentido contrario en el conjunto de cánula 110 tienen un eje paralelo al árbol 212. Así, los engranajes cónicos 410, 415, 420, 425 y 427 pueden utilizarse para convertir la rotación del cigüeñal 450 en una rotación alrededor del eje del conjunto de cánula 110, como se muestra en la figura 4.

Según formas de realización compatibles con la figura 4, los engranajes 410 y 420 pueden tener un eje en el cigüeñal 450 y fijarse a éste. El engranaje 415, orientada en un plano perpendicular al del engranaje 410, tiene su eje a lo largo del eje del conjunto 110. El engranaje 415 puede fijarse al tubo interior 130 en el conjunto 110. Así, la rotación del engranaje 410 con el cigüeñal 450 induce una rotación del tubo interior 130. Asimismo, el engranaje 427 está orientado en un plano perpendicular al del engranaje 420 y tiene su eje a lo largo del eje del conjunto 110. El engranaje 427 puede fijarse al tubo exterior 140 y acoplarse al engranaje 420 a través del engranaje 425. El engranaje 425 puede estar en el mismo plano que el engranaje 420, con su eje en el árbol 217, paralelo al cigüeñal 450. El árbol 217 gira sobre la parte 200 a través del manguito 460, permitiendo que el árbol 217 y el engranaje 425 giren cuando gira el engranaje 420. Cuando gira el engranaje 420, éste transmite una rotación a los engranajes 425 y 427, haciendo girar así el tubo exterior 140. La inclusión del engranaje 425 en el tren de transmisión desde el cigüeñal 450 hasta el tubo exterior 140 proporciona un movimiento de rotación en sentido contrario con relación al tubo 130. En consecuencia, en formas de realización compatibles con la figura 4, los ejes SA_1 y SA_2 pueden ser paralelos uno a otro y pueden formar un plano que incluye el eje LA. Sin embargo, el eje LA es perpendicular a los ejes SA_1 y SA_2 . Además, en algunas formas de realización compatibles con la figura 4, el eje LA puede no estar en el plano formado por ejes paralelos SA_1 y SA_2 .

La figura 4 ilustra también una trayectoria 470 de enrutamiento de fibra óptica. La trayectoria 470 puede ser un agujero taladrado a través de la parte de motor 200 para permitir que una fibra óptica alcance el extremo distal del conjunto 110. La trayectoria 470 puede incluir una pluralidad de fibras ópticas, tal como un mazo de fibras ópticas. La trayectoria 470 puede formarse perforando un agujero a través de la parte 200. En algunas formas de realización, la trayectoria 470 puede formarse uniendo dos mitades moldeadas de la parte 200, teniendo cada una de ellas un surco o canal moldeado para la trayectoria 470.

La figura 5 muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 200 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. El motor 125 en la figura 5 puede incluir un canal de flujo de entrada 501, un regulador de velocidad 505, un ventilador de accionamiento 510 y un tubo de escape 502. Asimismo, se incluye en la figura 5 una junta de sellado 215 como la descrita anteriormente en relación con la figura 2. Según formas de realización compatibles con la figura 5, fluye fluido continuamente desde el canal de flujo de entrada 501 hasta el tubo de escape 502. El regulador de velocidad 505 puede aumentar o reducir la velocidad de flujo a través del ventilador 510. El sistema de transmisión 127 en formas de realización compatibles con la figura 5 es análogo al sistema 127 descrito con relación a la figura 4. Así, la disposición de los ejes SA_1 y SA_2 con relación al eje LA en la figura 5 sigue la descripción de la figura 4.

Según formas de realización compatibles con la figura 5, un fluido fluye continuamente desde el canal 501 hasta el canal 502. Cuando el fluido choca con el ventilador 510, proporciona un movimiento giratorio al árbol 212 alrededor de su eje. En algunas formas de realización, el ventilador 510 incluye álabes que abarcan un área superficial perpendicular a un plano que incluye el eje del árbol 212. Además, los álabes pueden doblarse de modo que cada álabe abarque una parte de un helicoide alrededor del árbol 212. El helicoide está orientado en la misma dirección para todos los álabes: en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario al de las agujas del reloj. La orientación específica del helicoide y la dirección del flujo de fluido pueden determinar la dirección de rotación del árbol 212. Como se ilustra en la figura 5, el motor 125 puede incluir el regulador de velocidad 505 en el canal 501. El regulador de velocidad 505 se coloca "aguas arriba" respecto del ventilador 510. En formas de realización compatibles con la figura 5, el regulador 505 puede proporcionar una constricción en el canal 501 para crear un efecto Venturi en el flujo. En tal configuración, un efecto Venturi para un fluido incompresible o casi incompresible incluye una reducción en la sección transversal del flujo y un incremento en la velocidad del flujo. Así, puede incrementarse la transferencia de la cantidad de movimiento del fluido al movimiento rotacional del árbol 212. El grado del incremento de velocidad puede cambiarse ajustando con precisión la sección transversal del canal 501.

Así, algunas formas de realización compatibles con la figura 5 pueden proporcionar un control de velocidad para el movimiento giratorio de los tubos 130 y 140 en el conjunto 110.

5 El conjunto 110 de la figura 5 es compatible con la descripción del conjunto 110 en la figura 2 y en la figura 3A anterior. Asimismo, la trayectoria de enrutamiento de fibra 470 en la figura 5 es compatible con la descripción proporcionada en relación con la figura 4 anterior.

10 La figura 6 muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 125, el sistema de transmisión 127 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. La parte de motor 125 en la figura 6 es compatible con la descripción proporcionada anteriormente en relación con la figura 5. El sistema de transmisión 127 es compatible con la descripción proporcionada anteriormente en relación la figura 4. Así, mientras los ejes SA₁ y SA₂ sean paralelos uno a otro, el eje LA es perpendicular a ambos. El conjunto 110 en la figura 6 es compatible con la descripción del conjunto 110 en la figura 2 y en la figura 3A anterior. Asimismo, en la figura 6 se incluye una junta de sellado 215 como la descrita anteriormente en relación con la figura 2. Según formas de realización compatibles con la figura 6, la trayectoria de enrutamiento de fibra 470 puede discurrir a lo largo del eje LA. Así, la flexión de las fibras ópticas y otros elementos incluidos en la trayectoria 470 se reduce a un mínimo. A fin de proporcionar la trayectoria 470 como se ilustra en la figura 6, el motor 125 puede colocarse al lado de la pieza de mano 150, incrementando la longitud del árbol 212.

20 La figura 7 muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 125, el sistema de transmisión 127 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. La parte de motor 125 puede incluir dos motores, incluyendo cada motor un ventilador 710-1 y 710-2 como en las figuras 5 y 6, y estando colocado a cada lado de la pieza de mano 150 alrededor de la trayectoria de fibra 470. En la figura 7, la trayectoria de fibra 470 es como la descrita en relación con la figura 6. Asimismo, en la figura 7 se incluyen unas juntas de sellado 215 como las descritas anteriormente en relación con la figura 2. El conjunto 110 en la figura 7 es compatible con la descripción del conjunto 110 en la figura 2 y en la figura 3A anterior.

30 Según formas de realización compatibles con la figura 7, el motor 125 puede incluir una trayectoria de flujo de entrada 701 que alimenta a ambos ventiladores 710-1 y 710-2. El flujo de escape puede dejar el motor 125 a través de dos canales 702-1 y 702-2, después de chocar con cada ventilador 710-1 y 710-2, respectivamente. Además, algunas formas de realización pueden incluir unos actuadores 721-1 y 721-2 que proporcionan un control de ajuste de velocidad como el descrito en relación con el regulador 505 en la figura 5. Así, las formas de realización compatibles con la figura 7 pueden proporcionar un ajuste separado a la velocidad de los ventiladores 710-1 y 710-2. En algunas formas de realización, los álabes de los ventiladores 710-1 y 710-2 pueden orientarse en direcciones opuestas, de modo que los árboles 212-1 y 212-2 giren y contragiren uno con relación a otro. Este sistema tiene la ventaja de una única fuerza neumática que proporciona un movimiento giratorio en dos direcciones opuestas y que simplifica el diseño del sistema de transmisión 127.

40 El sistema de transmisión 127, como se ilustra en la figura 7, puede incluir unos engranajes 720-1 y 730-1 que acoplan la rotación del árbol 212-1 al tubo exterior 140. El sistema 127 puede incluir también unos engranajes 720-2 y 730-2 que acoplan la rotación del árbol 212-2 al tubo interior 130. Pueden ser posibles otras configuraciones compatibles con la figura 7, por ejemplo unos engranajes 720-2 y 730-2 que acoplan la rotación del árbol 212-2 al tubo exterior 140 y unos engranajes 720-1 y 730-1 que acoplan la rotación del árbol 212-1 al tubo interior 130. En tal configuración, puede ser necesaria una reorganización de engranajes 730-2 y 730-1 para proporcionar un espacio de holgura para el tubo interior 130 y el engranaje 730-1. Según la figura 7, los ejes LA, SA₁ y SA₂ son paralelos uno a otro, como se describe en detalle con respecto a la figura 2 anterior.

50 Según formas de realización compatibles con la figura 7, mientras que el árbol 212-1 puede girar en una dirección dada, la rotación proporcionada al tubo 140 puede ser en la dirección opuesta. Lo mismo puede ser cierto para el árbol 212-2 y el tubo 130. El resultado final es que los tubos 130 y 140 tienen un movimiento contragiratorio uno con relación a otro. Además, la velocidad de cada uno de los tubos 130 y 140 puede ajustarse independientemente uno de otro utilizando unos actuadores 721-1 y 721-2. El funcionamiento del motor 125, como se ilustra en la figura 7, utiliza la misma fuerza neumática para accionar dos movimientos contragiratorios.

55 La figura 8A muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 125 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. De acuerdo con formas de realización compatibles con la figura 8A, se proporcionan dos canales de flujo independientes 803-1 y 803-2 que tienen una entrada de flujo 801-1 y 801-2 y un canal de escape 802-1 y 802-2, respectivamente. Para cada canal de flujo, un ventilador de accionamiento 810-1 y 810-2 está colocado tangencialmente a la dirección de flujo. Los ventiladores 810-1 y 810-2 están orientados en un plano que incluye los canales de flujo 803-1 y 803-2. Así, los ejes de rotación de los ventiladores 810-1 y 810-2 son perpendiculares a la dirección de los canales de flujo 803-1 y 803-2. Los ventiladores 810-1 y 810-2 incluyen álabes que tienen una parte superficial en un plano paralelo a un plano que incluye el eje de ventilador. Además, los ventiladores 810-1 y 810-2 pueden colocarse de modo que los canales de flujo 803-1 y 803-2 se interrumpan a lo largo de una pequeña parte por la punta de los álabes de los ventiladores. Cuando el fluido en los canales 803-1 y 803-2 choca con los álabes de los ventiladores 810-1 y 810-2, la transferencia de la cantidad de movimiento del fluido a los álabes da como resultado un movimiento rotacional de los ventiladores alrededor de sus ejes. El conjunto

110 en la figura 8A es compatible con la descripción del conjunto 110 en la figura 2 y en la figura 3A anterior. Asimismo, la trayectoria de enrutamiento de fibra 470 que discurre a lo largo del eje LA es compatible con la descripción proporcionada en relación con la figura 6 anterior. La junta de sellado 215 en la figura 8A es como se describe en relación con la figura 2.

Según formas de realización compatibles con la figura 8A, la transmisión del movimiento rotacional desde el motor 125 hasta el tubo interior 130 y el tubo exterior 140 puede proporcionarse directamente a través de los ventiladores 810-2 y 810-1, respectivamente. Así, en una configuración tal como se ilustra en la figura 8A, se utiliza menos espacio longitudinal en la pieza de mano 150; y se necesitan menos engranajes de transmisión o ninguno. En formas de realización compatibles con la figura 8A, los ejes LA, SA₁ y SA₂ son colineales. Por otro lado, puede ser necesario el uso de dos canales de flujo 803-1 y 803-2, incluyendo los canales de entrada 801-1 y 801-2 y los canales de escape 802-1 y 802-2. Como se ilustra en la figura 8A, el flujo a través de unos canales 803-1 y 803-2 tiene lugar en direcciones opuestas. Esto proporciona un movimiento giratorio opuesto al tubo interior 130 (ventilador 810-2) con relación al tubo exterior 140 (ventilador 810-1). Pueden ser posibles otras configuraciones compatibles con el concepto ilustrado en la figura 8A, como se describirá con detalle en relación con la figura 8B siguiente.

La figura 8B muestra una vista por arriba-abajo de una parte del motor 125 como en la figura 8A, según algunas formas de realización. En las dos configuraciones mostradas, 851 y 852, los ventiladores 810-1 y 810-2 se representan por separado por motivos de claridad. Se entiende que los ventiladores 810-1 y 810-2 se colocan uno encima del otro, compartiendo sus ejes de rotación como se ilustra en la figura 8A anterior. En la configuración 851 se proporciona un movimiento contragiratorio a los ventiladores 810-1 y 810-2 colocando los canales de flujo 803-1 y 803-2 tangencialmente con relación a los ventiladores y en lados opuestos con relación a los centros de los ventiladores. En tal configuración, el hecho de tener el flujo de fluido en la misma dirección en los canales 803-1 y 803-2 da como resultado un movimiento contragiratorio de los ventiladores 810-1 y 810-2. En la configuración 852 se proporciona un movimiento contragiratorio a los ventiladores 810-1 y 810-2 colocando los canales de flujo 803-1 y 803-2 tangencialmente con relación a los ventiladores y en el mismo lado con relación a los centros de los ventiladores. En tal configuración, el hecho de tener el flujo de fluido en dirección opuesta en los canales 803-1 y 803-2 da como resultado un movimiento contragiratorio de los ventiladores 810-1 y 810-2.

Se hace notar que una configuración tal como 851 en la figura 8B puede permitir que el motor 125 tenga una única entrada de flujo 801 y un único escape 802 para ambos canales de flujo 803-1 y 803-2. Las formas de realización compatibles con la configuración 852 en la figura 8B pueden tener la ventaja de reducir el espacio en sección transversal empleado en la pieza de mano 150 utilizando solamente un lado de los ventiladores 810-1 y 810-2 para un canal de flujo.

La figura 9 muestra una parte de la pieza de mano 150 que incluye la parte de motor 125, el sistema de transmisión 127 y el conjunto de cánula 110 según algunas formas de realización. Las formas de realización compatibles con la figura 9 son análogas a las formas de realización descritas en la figura 7 debido a que dos motores 910-1 y 910-2 proporcionan un movimiento contragiratorio al tubo interior 130 y al tubo exterior 140. Así, el sistema de transmisión 127 en la figura 9 es como se describe en relación con la figura 7, incluyendo las orientaciones relativas de los ejes LA, SA₁ y SA₂. El conjunto 110 en la figura 9 es compatible con la descripción del conjunto 110 en la figura 2 y en la figura 3A anterior. Asimismo, la trayectoria de enrutamiento de fibra 470 que discurre a lo largo del eje de la pieza de mano 150 es compatible con la descripción proporcionada en relación con la figura 6 anterior.

Los motores 910-1 y 910-2 en la figura 9 pueden ser motores eléctricos según algunas formas de realización. Así, puede no ser necesario un flujo de fluido en formas de realización compatibles con la figura 9, y la junta de sellado 215 puede no incluirse en el diseño.

La figura 10 muestra una consola de fluido 1000 que incluye un módulo neumático 1050, un módulo de exploración 1060 y la endosonda 100 según algunas formas de realización. De acuerdo con la figura 10, se obtiene una fuerza neumática procedente de una fuente externa tal como un conector de presión de pared 1010, acoplado con un interruptor de "Conexión/Desconexión" 1012. La fuerza neumática se ajusta por el módulo 1050, que incluye unos elementos 1055 y 1057. El regulador mecánico (M) 1055 se utiliza para regular la presión de pared entrante aproximadamente dentro del rango de entrada para los reguladores electrónicos (E) 1056 y (E) 1057. Los reguladores electrónicos (E) 1056 y (E) 1057 proporcionan una regulación de presión fina y controlable para las cámaras de presión 1051 y 1052. Los reguladores 1056 y 1057 se incluyen en sus respectivos bucles de control para controlar la presión en las correspondientes cámaras.

Una cámara de presión 1051 provee a un fluido de una primera presión (presión 1) y una cámara de presión 1052 provee a un fluido de una segunda presión (presión 2). La presión 1 puede utilizarse para una operación quirúrgica diferente de la operación de la presión 2. Por ejemplo, en algunas formas de realización la presión 1 puede utilizarse para hacer funcionar un sistema de tijeras u otro elemento mecánico utilizando durante la cirugía. Además, el sistema puede energizar un cortador para intervenciones de vitrectomía.

La presión 2 proporcionada por el elemento 1052 se acopla a un módulo de exploración 1060 a través de un cable de conexión 1058. El cable 1055 puede ser un entubado de plástico capaz de contener un fluido a una presión

preseleccionada. El módulo de exploración 1060 puede incluir un conector de entrada 1070 para recibir el cable 1055 y acoplar la presión 2 a un elemento 1065. El elemento 1065 convierte a su vez la presión 2 en una presión de exploración preseleccionada (presión 3) que se acopla a través de unas válvulas 1061 y 1062 a unos canales de flujo 1071 para un explorador 1 y 1072 para un explorador 2. En algunas formas de realización compatibles con la descripción proporcionada hasta ahora, el explorador 1 puede incluir algunos de los elementos de las figuras 1-8 asociados con la rotación del tubo interior 130. Asimismo, el explorador 2 puede incluir algunos de los elementos de las figuras 1-8 asociados con la rotación del tubo exterior 140.

El módulo de exploración 1060 puede ser un módulo de exploración OCT según algunas formas de realización. En tales casos, el explorador 1 puede asociarse al tubo interior 130 en el conjunto 110, teniendo un elemento óptico en el extremo distal. Asimismo, el explorador 2 puede asociarse al tubo exterior 140 en el conjunto 110, teniendo un elemento óptico en el extremo distal.

La sonda 100 según algunas formas de realización aquí descritas puede proporcionar un sistema simple y eficiente para generar un movimiento contragiratorio controlado con precisión en dos tubos concéntricos. Una endosonda de este tipo puede utilizarse como una endosonda de formación de imagen OCT, o un endosonda láser multipunto. Aunque las endosondas pueden tener estructuras tridimensionales, éstas pueden estar altamente constreñidas en sección transversal y prolongarse en una cierta dirección. Así, una endosonda según formas de realización aquí descritas puede tener un eje longitudinal, que es la dirección de la longitud de la endosonda, y una sección transversal. Además, en algunas formas de realización las endosondas pueden ser axialmente simétricas, por lo menos en una parte de la endosonda que puede incluir el extremo distal.

En las técnicas de formación de imagen OCT un haz de luz que tiene una longitud de coherencia puede dirigirse a un cierto punto en el tejido diana utilizando una endosonda. La longitud de coherencia proporciona una profundidad de resolución que, cuando se modifica en el extremo proximal de la endosonda, puede ser desconvolucionada para producir una imagen en profundidad de la parte iluminada del tejido. Un perfil en profundidad se denomina normalmente una exploración A en técnicas OCT. Explorando el punto de iluminación a lo largo de una línea, un perfil de exploración A puede transformarse en una imagen de tejido bidimensional. Esto puede denominarse intervención de exploración B en técnicas OCT. En algunas formas de realización, las exploraciones B son líneas rectas a lo largo de una sección transversal del tejido. Además, realizando exploraciones B repetidas a lo largo de diferentes líneas en el tejido puede proporcionarse una reproducción en 3D del tejido. En algunas formas de realización, las exploraciones B puede ser un conjunto de líneas que tienen la misma longitud y se disponen en un radio que parte de un punto de cruce común. Así, una pluralidad de exploraciones B puede proporcionar una imagen de un área circular en el tejido, teniendo una profundidad.

Según algunas formas de realización del módulo de exploración OCT 1060, puede completarse una pluralidad de exploraciones A para cada paso de exploración B. Por ejemplo, pueden utilizarse 512 exploraciones A para completar una exploración B. Algunas formas de realización pueden utilizar un número inferior de exploraciones A por ciclo de exploración B, permitiendo así que la intervención de la exploración B tenga lugar a un ritmo más rápido. En tales casos, las velocidades de rotación y de contrarrotación de los tubos 130 y 140 pueden incrementarse adicionalmente.

Para obtener un grupo completo de líneas de exploración, incluyendo líneas de exploración B dispuestas en patrones preseleccionados, pueden utilizarse partes móviles en el extremo distal de la endosonda. Las partes móviles pueden incluir componentes ópticos delicados movidos para dirigir un haz de luz a lo largo de una dirección deseada. El control preciso de este movimiento es importante para la eficacia de las intervenciones OCT. En particular, puede requerirse repetibilidad del movimiento de modo que las exploraciones A puedan alinearse a lo largo de líneas de exploración B para conformar una imagen continua. En algunas formas de realización, el movimiento de las partes móviles en la endosonda puede ser un ciclo periódico que tenga una trayectoria cerrada. Por ejemplo, una trayectoria puede ser circular, centrada en el eje de la endosonda. El eje longitudinal de la endosonda puede ser el eje óptico de un sistema óptico.

Una endosonda sustancialmente unidimensional que tiene un eje de simetría según algunas formas de realización aquí descritas puede proporcionar exploraciones B radialmente orientadas alrededor del eje de la endosonda. Para conseguir esto, pueden utilizarse dos elementos contragiratorios, sincronizados en consecuencia por un sistema de transmisión que utiliza una combinación de engranajes. Por ejemplo, dos elementos contragiratorios dispuestos concéntricamente alrededor del eje de la endosonda pueden proporcionar una exploración óptica de un haz a lo largo de una dirección radial en un plano perpendicular al eje de la endosonda y centrado en éste. Tal disposición puede utilizar elementos ópticos como se describe en detalle en el documento de WU *et al.* incorporado a la presente memoria comoreferencia en su totalidad (J. Wu, M. Conry, C. Gu, F. Wang, Z. Yaqoob y C. Yang; "Paired-angle-rotation scanning optical coherence tomography forward-imaging endoprobe", Optics Letters, 31(9) 1265 (2006)). Algunas formas de realización pueden incluir un sistema de sincronización de tal manera que la fase y la velocidad relativas de los dos elementos contragiratorios puedan regularse según se desee. Así, dos elementos contragiratorios pueden proporcionar una exploración radial lineal a lo largo de un plano que incluye el eje de la endosonda. Además, ajustando las velocidades angulares y fases relativas de los elementos contragiratorios, el plano de la exploración radial puede hacerse girar alrededor del eje de la endosonda. Algunas formas de realización

como se describe anteriormente pueden ser tales que la exploración radial no sea perfectamente lineal. Esto es, el haz óptico puede no moverse en una línea perfecta contenida dentro de un plano que incluye el eje de la endosonda. En algunas formas de realización, el movimiento puede estar sustancialmente cerca del plano, sobre una trayectoria alargada sustancialmente cerca de una línea contenida en el plano. En algunas formas de realización, la trayectoria del haz óptico puede formar una figura de "8" alargado en un plano perpendicular al eje de la endosonda y centrado en éste.

En algunas formas de realización, las técnicas OCT utilizan intervenciones de exploración dirigida hacia delante. En este caso, la iluminación óptica tiene lugar en la dirección hacia delante del eje de la endosonda. En las exploraciones dirigidas hacia delante, el tejido diana puede estar delante de la endosonda en un plano perpendicular al eje de la endosonda. Así, la luz que se desplaza desde la punta de la endosonda hasta el tejido, y de nuevo desde el tejido hasta la endosonda, puede desplazarse en una dirección sustancialmente paralela al eje de la endosonda. En algunas formas de realización que utilizan exploraciones dirigidas hacia delante, el tejido diana puede ser aproximadamente perpendicular al eje de la endosonda, pero no exactamente. Además, en algunas formas de realización la luz que se desplaza hasta el tejido diana y desde éste y desde la endosonda y hacia dentro de ésta, puede no ser paralela al eje de la endosonda, pero puede formar un patrón simétrico alrededor del eje de la endosonda. Por ejemplo, la luz que ilumina el tejido diana en una exploración dirigida hacia delante puede formar un cono sólido o una parte del mismo alrededor del eje de la endosonda. Asimismo, la luz recogida por la endosonda en una exploración dirigida hacia delante puede proceder del tejido diana en una región 3D, incluyendo una parte de una sección de cono alrededor del eje de la endosonda.

En algunas formas de realización, una técnica OCT puede utilizar formación de imagen lateral. Por ejemplo, en la formación de imagen lateral el tejido diana puede ser paralelo a un plano que contiene el eje de la endosonda. En una situación similar a ésta, puede ser deseable mover el punto de iluminación en una trayectoria circular alrededor del eje de la endosonda a fin de crear una imagen de bucle cerrado del tejido diana. Tal situación puede surgir en microcirugía oftálmica que implique intervenciones endovasculares. Por ejemplo, en la angiografía coronaria la pared interior de la arteria coronaria puede explorarse completamente en secciones cilíndricas a lo largo del lumen arterial utilizando formas de realización aquí descritas.

Algunas formas de realización pueden utilizar endosondas como las que se proporcionan aquí para el suministro de luz láser destinada a fines terapéuticos. Por ejemplo, en intervenciones fotodinámicas puede explorarse con una luz láser para activar un agente químico presente en un fármaco previamente suministrado al tejido diana. En algunas formas de realización, puede utilizarse luz láser para achatar o retirar selectivamente tejido o materiales residuales de las áreas diana. En formas de realización tales como las descritas previamente, el control preciso de la luz que se suministra se proporciona por componentes móviles en el extremo distal de la endosonda.

Se hace notar que la conversión de un movimiento rotacional en un movimiento lineal según algunas formas de realización aquí descritas proporciona un sistema delicado para realizar un movimiento lineal. Mientras que puede proporcionarse continuamente un movimiento giratorio, un movimiento lineal cíclico puede requerir la detención y aceleración de un elemento mecánico, si se intenta directamente. La detención y aceleración de un elemento mecánico sujeto a fricción puede no ser deseable.

Las formas de realización de la invención descritas anteriormente son a modo de ejemplo solamente. Un experto en la materia puede reconocer diversas formas de realización alternativas de las específicamente descritas. Las formas de realización alternativas están destinadas también a estar dentro del alcance de esta descripción. Por tanto, la invención está limitada solamente por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Endosonda oftálmica (100), que comprende:

- 5 una pieza de mano (150) acoplable a un conjunto de cánula (110) que tiene un eje longitudinal, comprendiendo el conjunto de cánula un tubo interior (130) concéntrico con un tubo exterior (140); comprendiendo la pieza de mano asimismo
- 10 un motor (125, 200), comprendiendo el motor (125) un pistón mecánico (210) que se puede desplazar en una dirección longitudinal por un fluido presurizado, proporcionando el pistón mecánico (210) movimiento a un árbol de transmisión (212); y
- 15 un sistema de transmisión (127) para acoplar el movimiento del árbol al conjunto de cánula, adaptado para proporcionar un movimiento contragiratorio al tubo interior y al tubo exterior alrededor del eje longitudinal de la cánula, comprendiendo el sistema de transmisión (127) unos sistemas de engranajes no acoplados para el control de accionamiento independiente del tubo interior (130) y el tubo exterior (140).
- 20 2. Endosonda oftálmica según la reivindicación 1, en la que el sistema de transmisión (127) comprende un engranaje oscilante al cual se le permite girar a lo largo del vástago de pistón en una dirección solamente alrededor del eje de los tubos de cánula.
3. Endosonda oftálmica según la reivindicación 1, en la que el sistema de transmisión (127) comprende un engranaje helicoidal (220, 230, 240).
- 25 4. Endosonda oftálmica según la reivindicación 1, en la que el sistema de transmisión (127) comprende un engranaje estriado.
5. Endosonda oftálmica según la reivindicación 1, en la que el sistema de transmisión (127) comprende un cojinete unidireccional (321).
- 30 6. Endosonda oftálmica según la reivindicación 1, en la que el motor comprende por lo menos dos motores de pistón.
- 35 7. Endosonda oftálmica según la reivindicación 6, en la que el sistema de transmisión (127) acopla el movimiento del pistón a un movimiento rotacional de un árbol utilizando un cigüeñal (450).
8. Endosonda oftálmica según la reivindicación 7, en la que el movimiento del pistón es paralelo al eje longitudinal del conjunto de cánula y el cigüeñal es perpendicular al eje longitudinal en el conjunto de cánula.
- 40 9. Endosonda oftálmica según la reivindicación 8, en la que el sistema de transmisión (127) comprende por lo menos dos engranajes cónicos perpendiculares entre sí para acoplar el movimiento del cigüeñal al tubo interior y al tubo exterior en el conjunto de cánula.
- 45 10. Endosonda oftálmica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que incluye asimismo una cánula exterior estacionaria (120) adaptada para proporcionar una cubierta protectora al conjunto de cánula (110) que comprende un tubo interior (130) concéntrico con un tubo exterior (140).

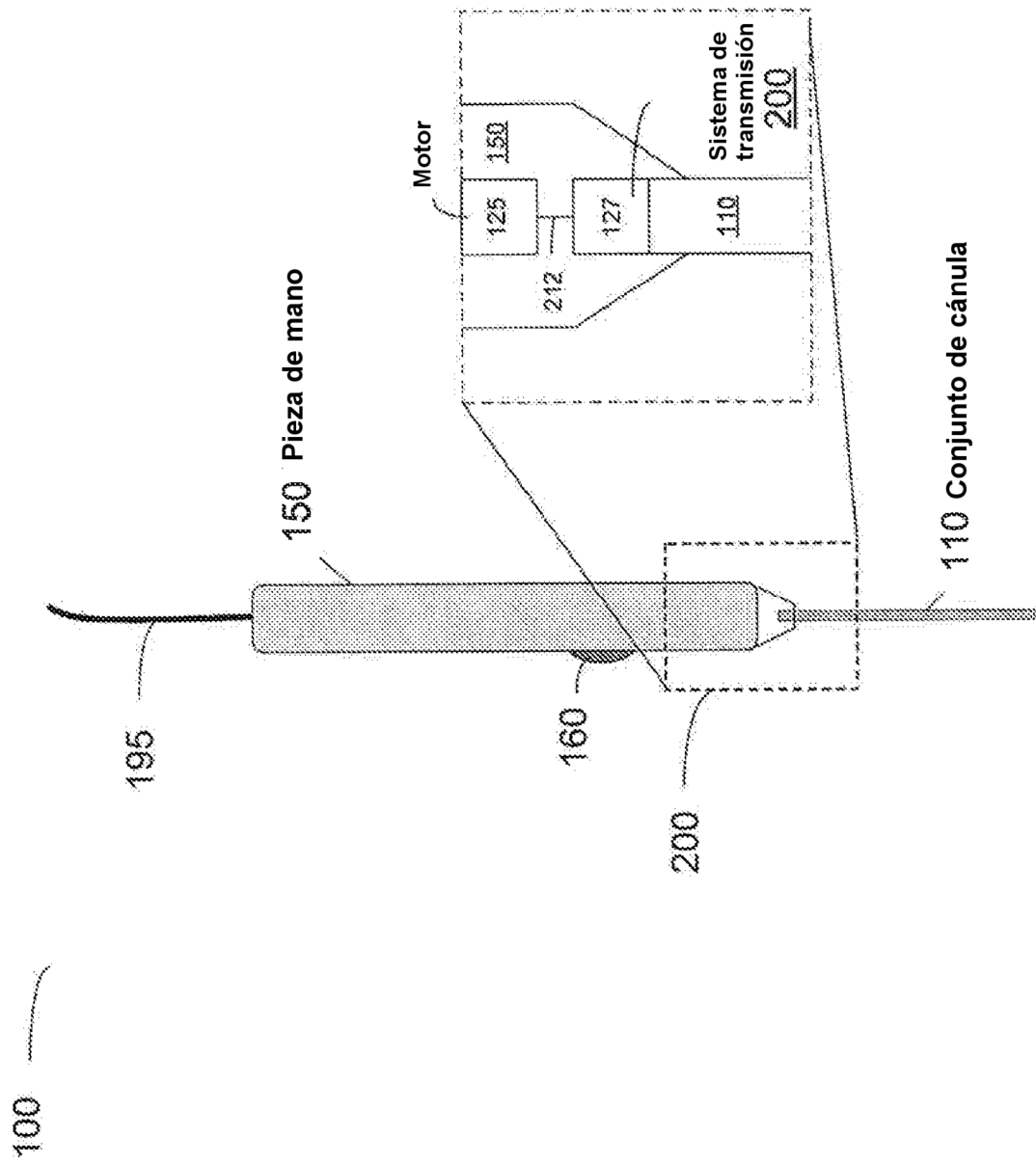


FIG. 1

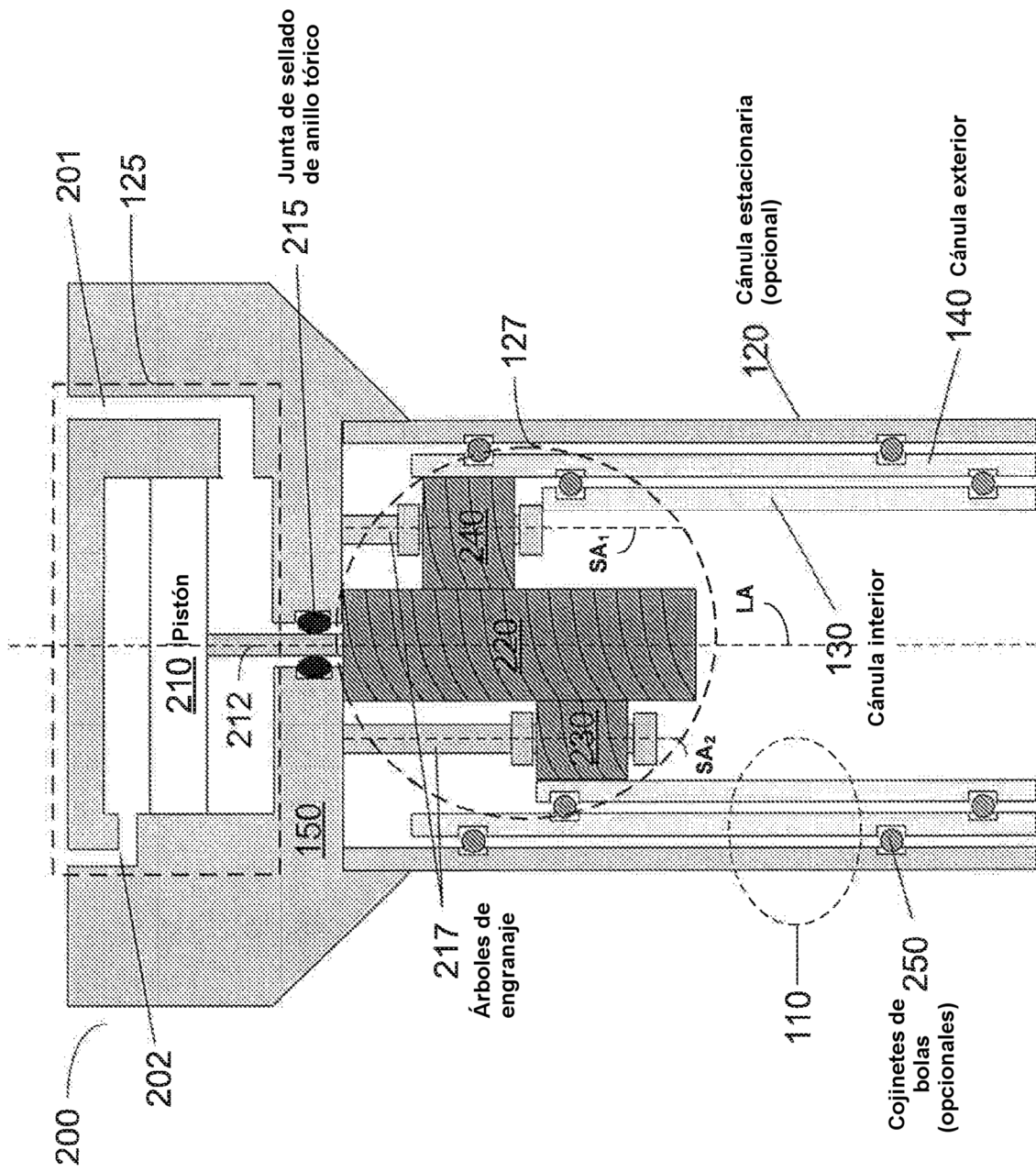


FIG. 2

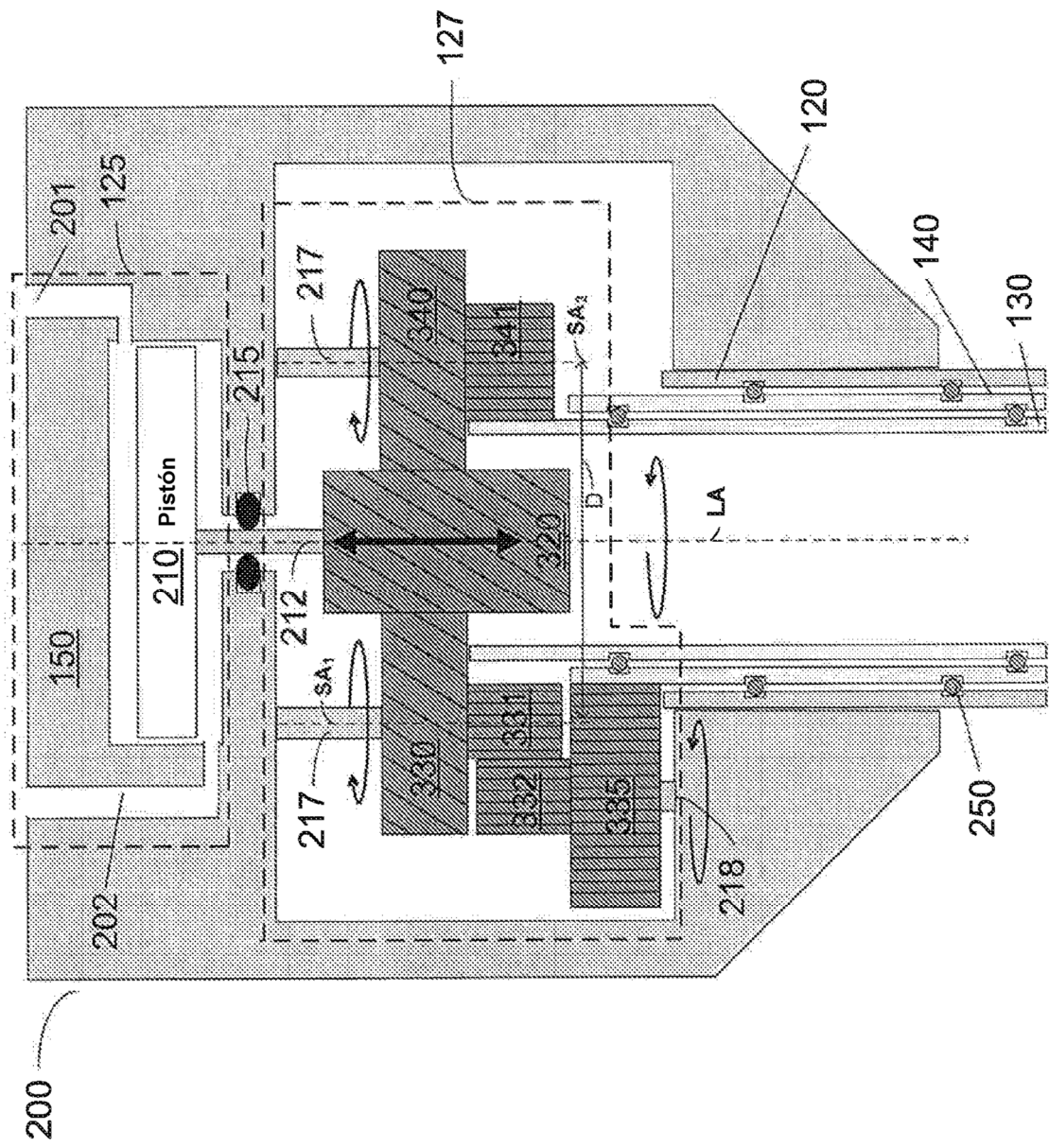


FIG. 3A

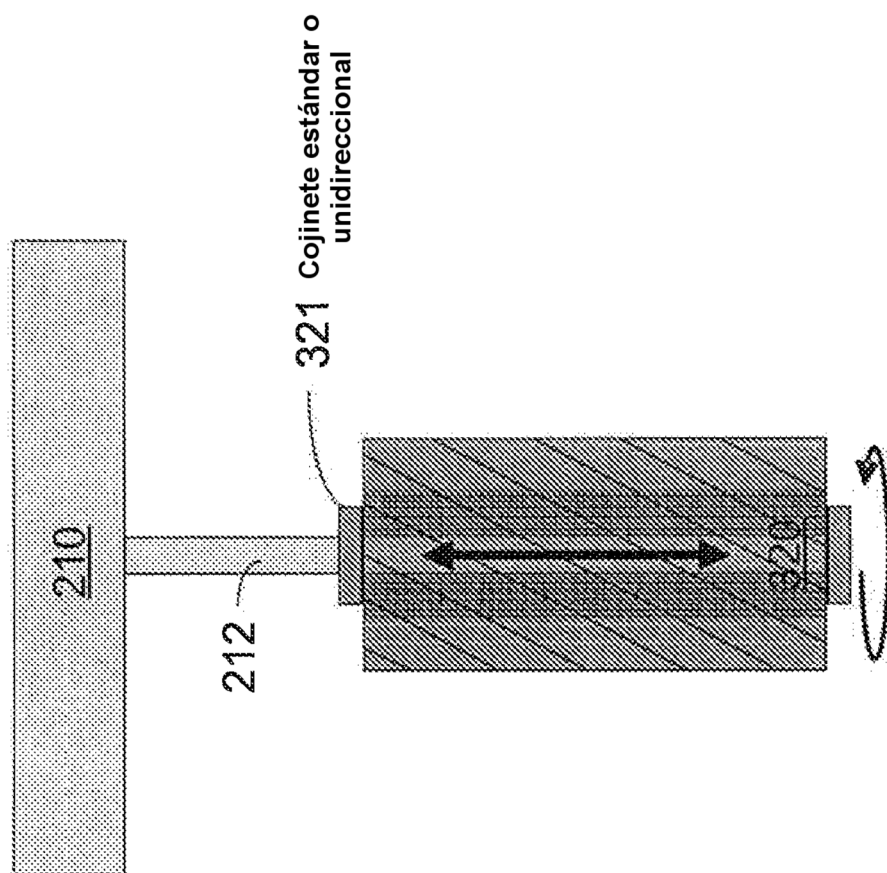


FIG. 3B

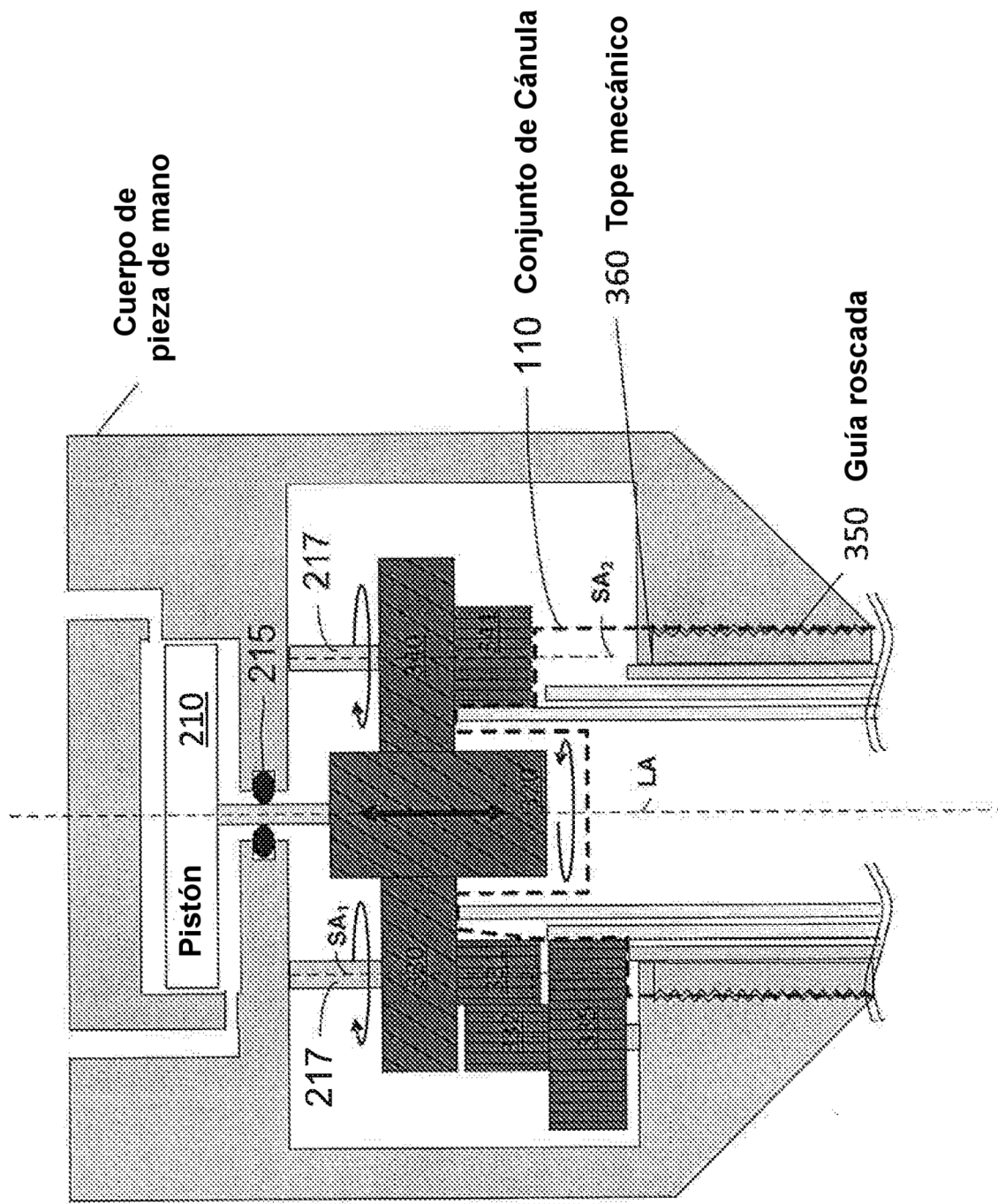
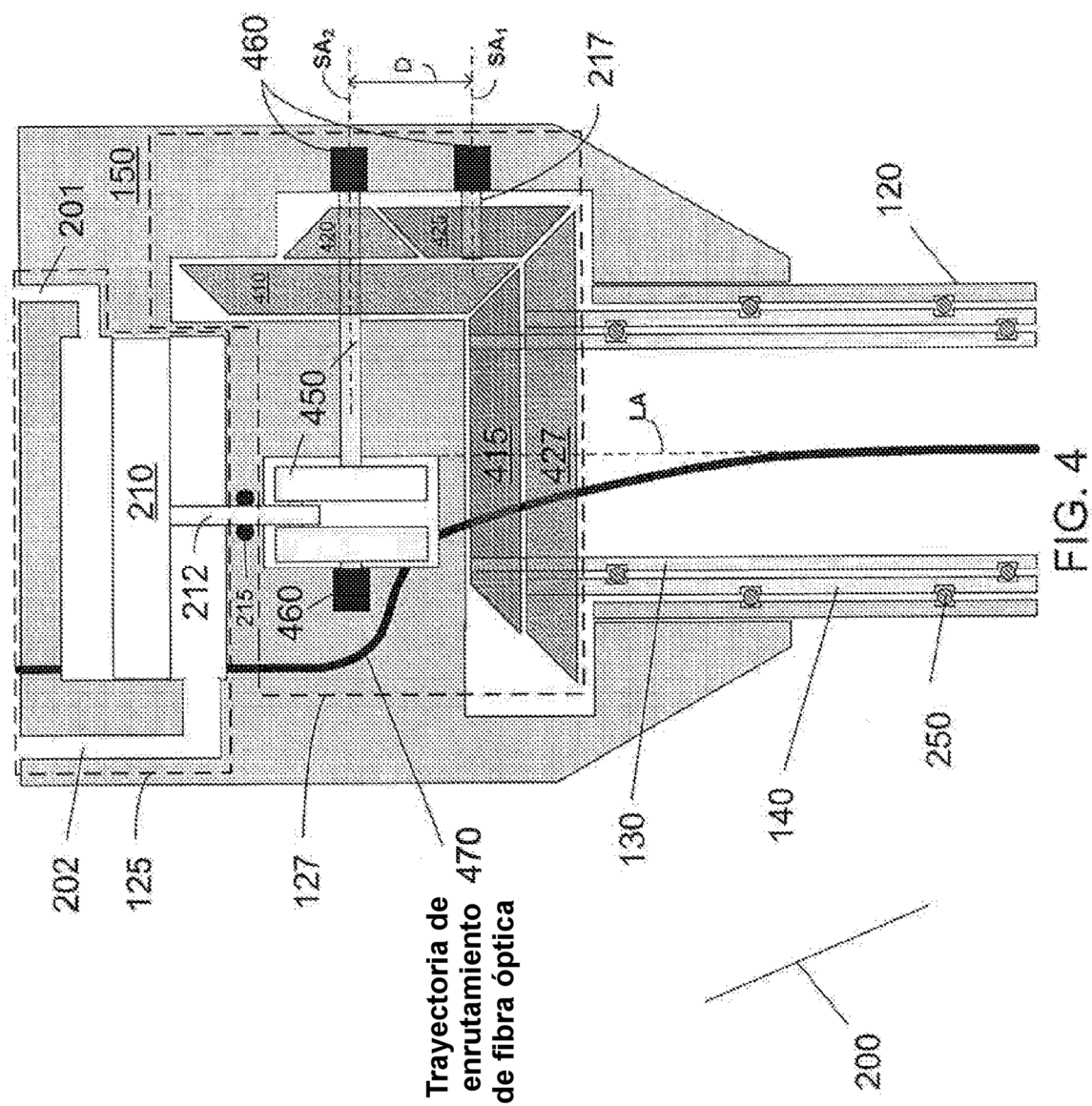
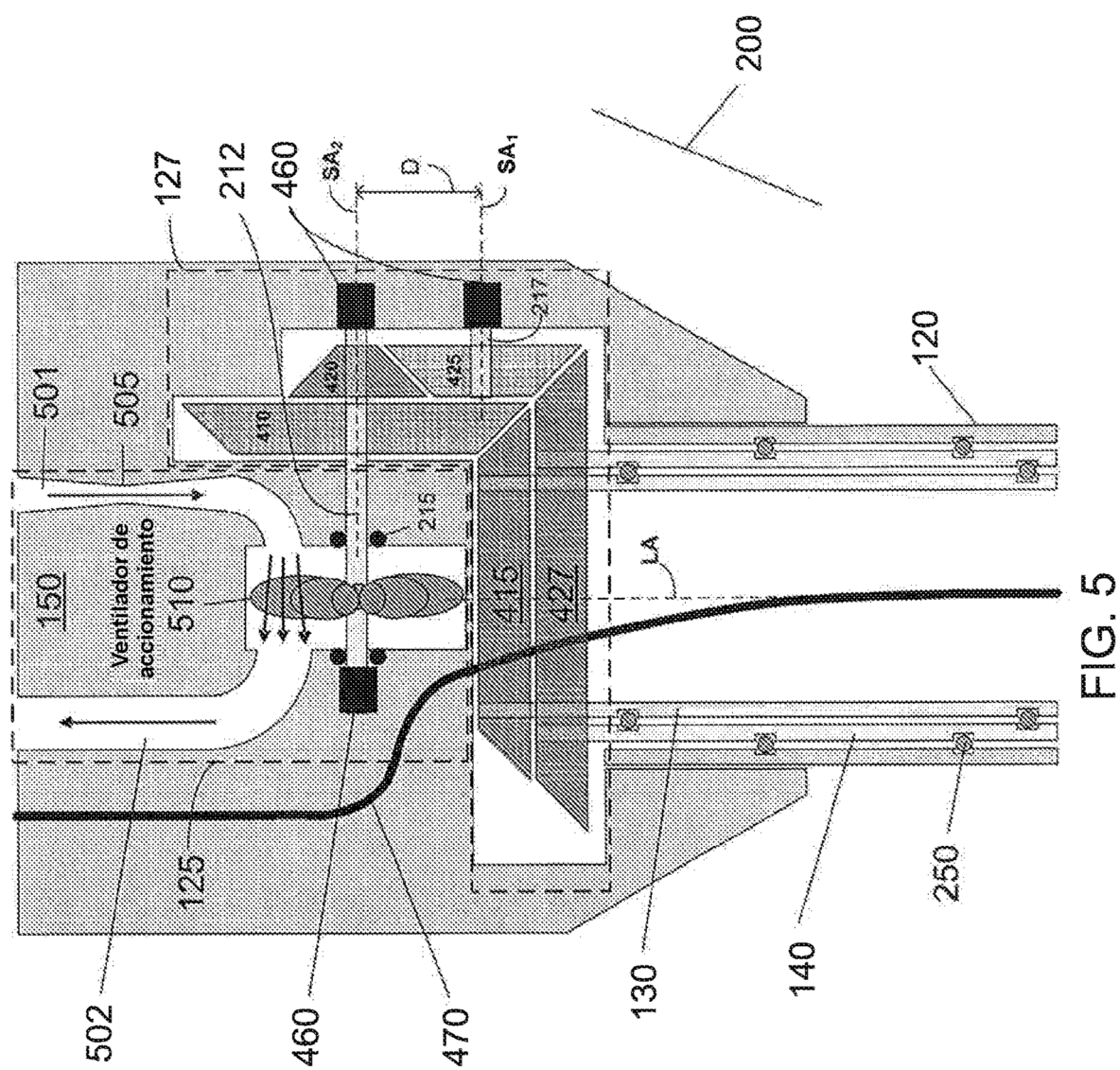
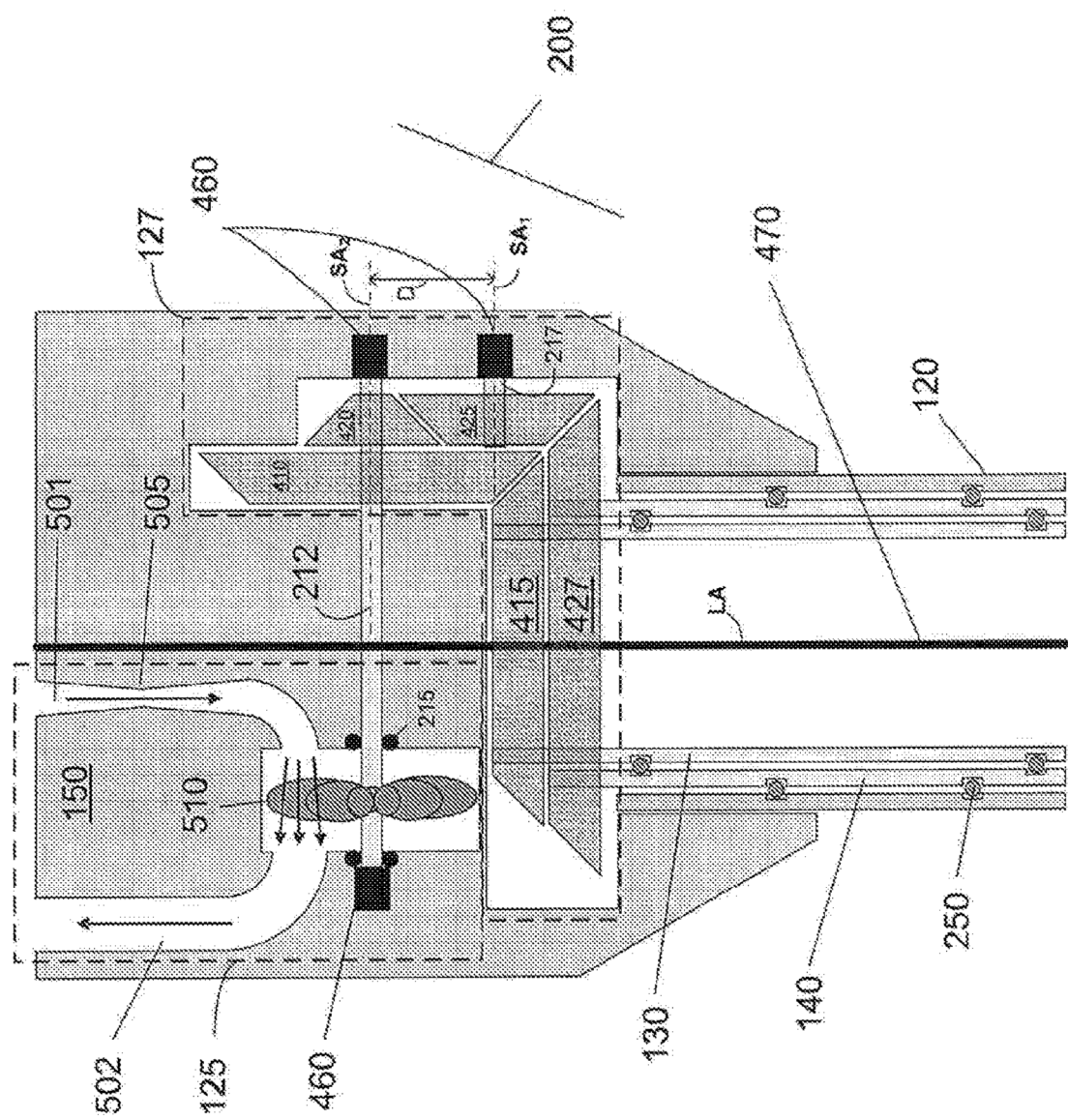


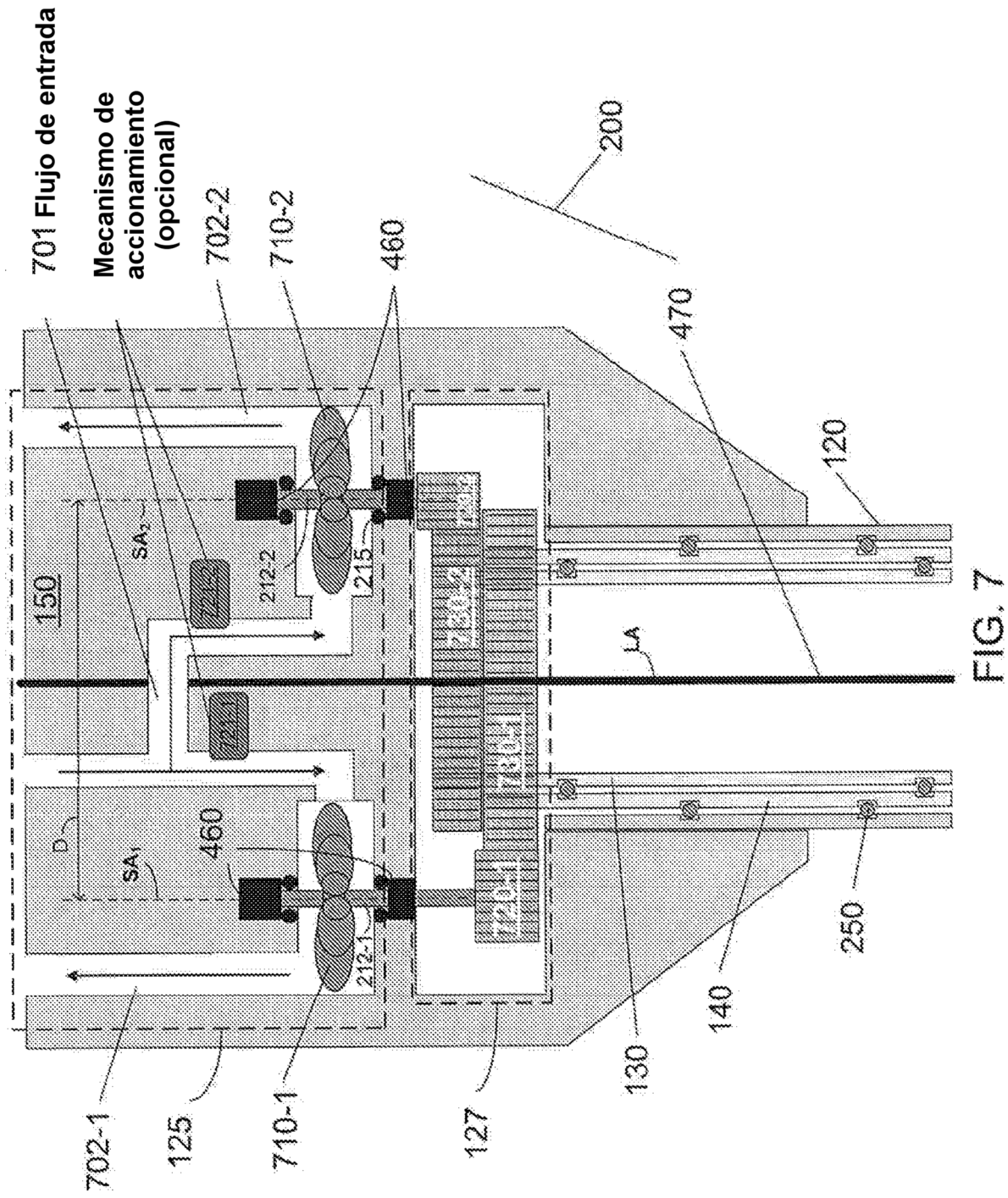
FIG. 3C

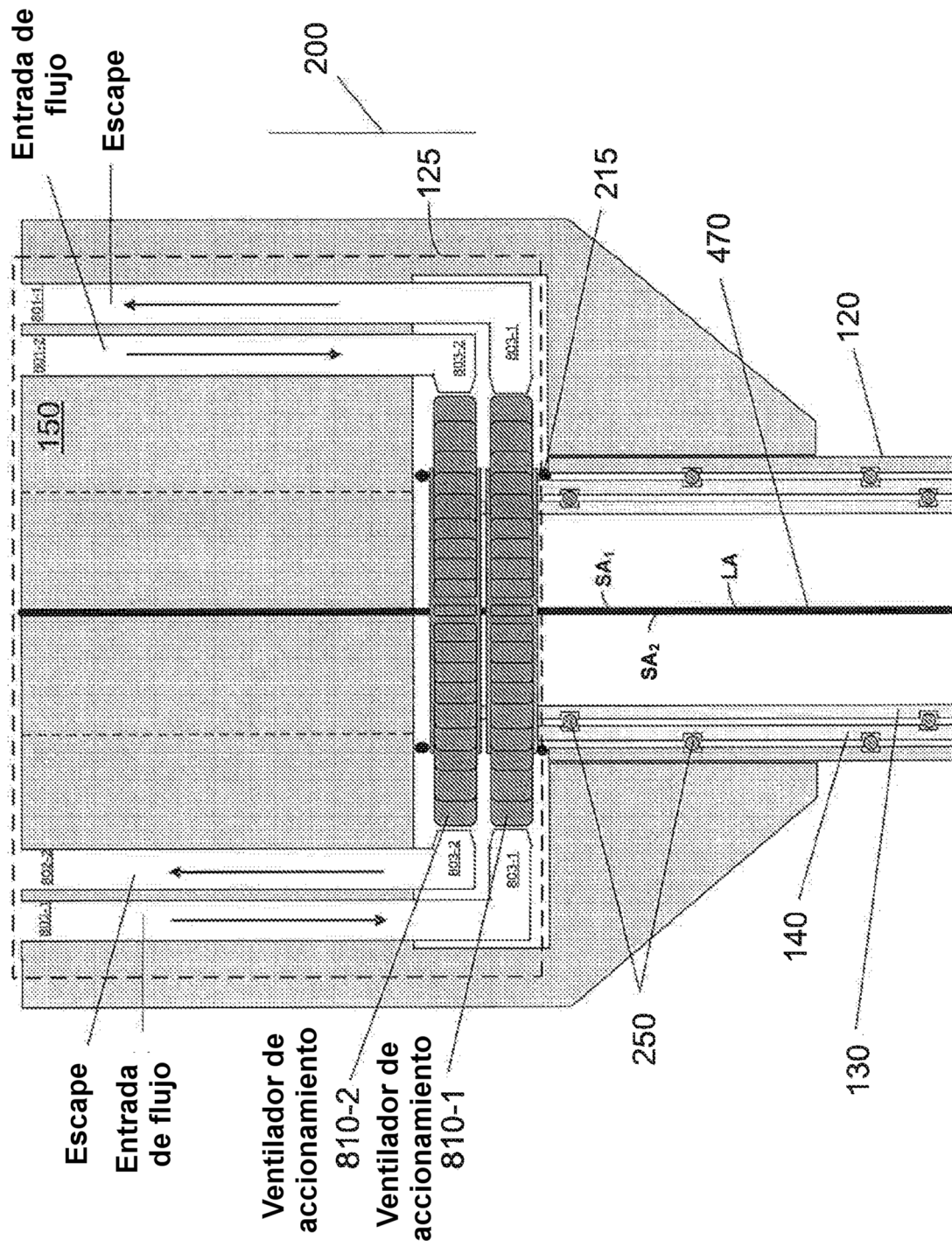






6
7
8





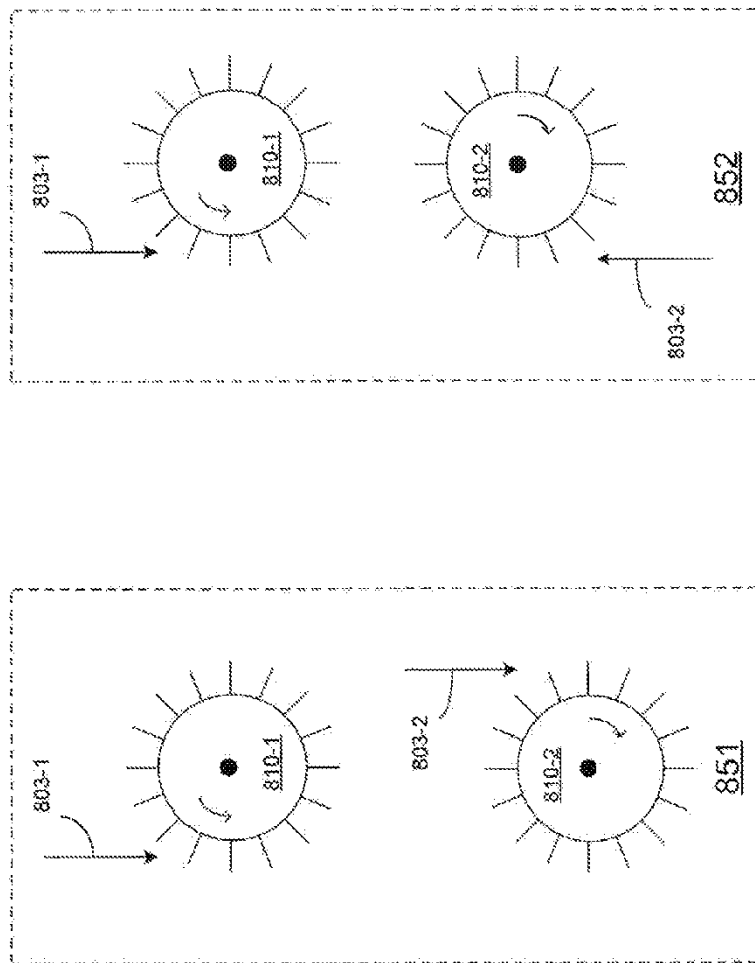
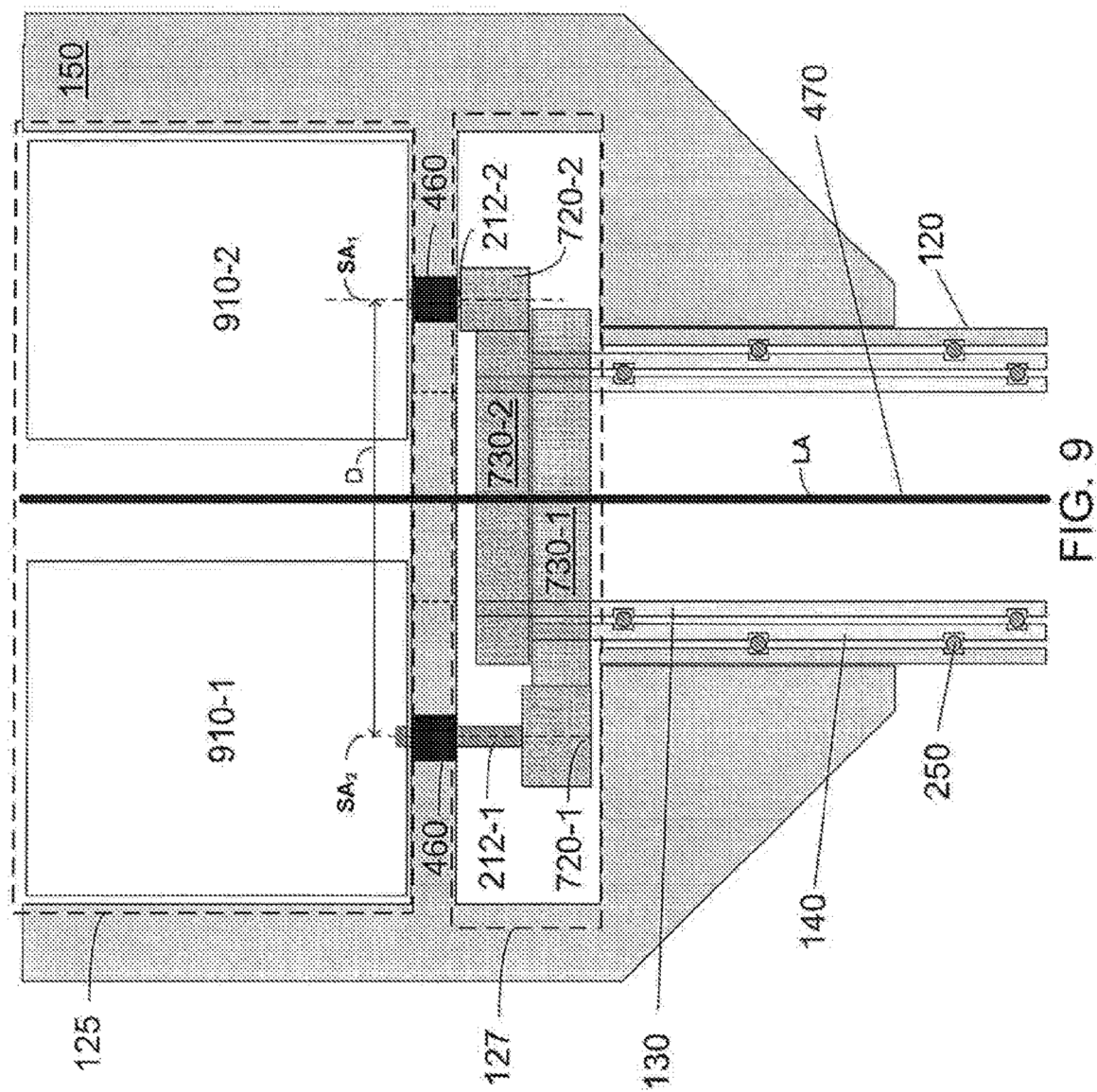


FIG. 8B



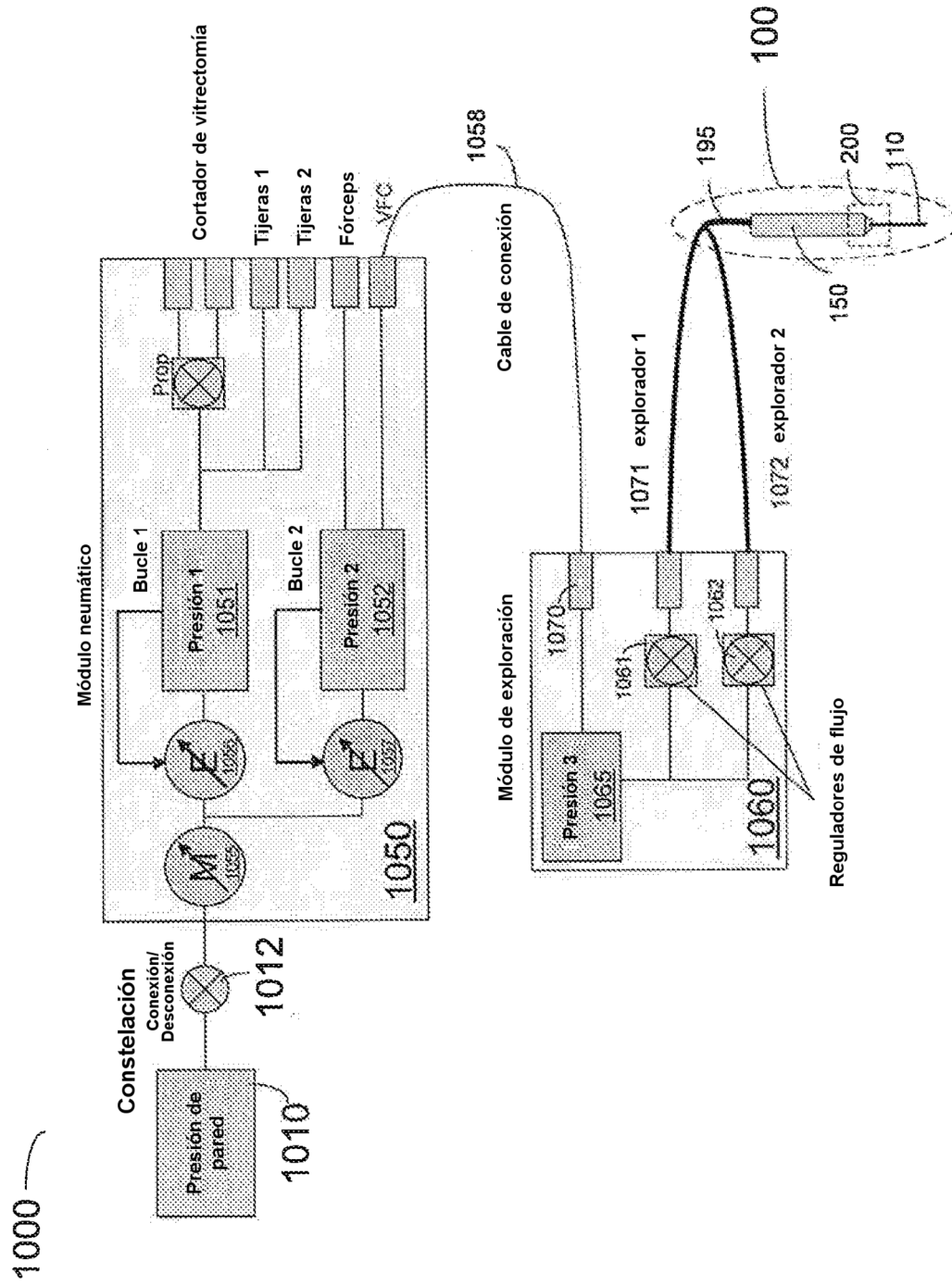


FIG. 10