

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 905**

51 Int. Cl.:

**A61B 1/00** (2006.01)

**A61F 9/007** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2012 E 15159880 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2926715**

54 Título: **Mecanismo de accionamiento de un escáner oftálmico con rotación en sentido contrario**

30 Prioridad:

**21.01.2011 US 201161434942 P**

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

**22.02.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 655 905 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

Mecanismo de accionamiento de un escáner oftálmico con rotación en sentido contrario

Referencia Cruzada a la Solicitud Relacionada

Antecedentes

## 5 1. Campo de la Invención

Las realizaciones descritas en este documento se refieren al campo de las sondas micro-quirúrgicas. Más particularmente, las realizaciones descritas en este documento están relacionadas con el campo de la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) endoscópica y al campo de las técnicas micro-quirúrgicas oftálmicas.

## 2. Descripción de la Técnica Relacionada

10 El campo de los procedimientos micro-quirúrgicos está evolucionando rápidamente. Típicamente, estos procedimientos implican la utilización de sondas que son capaces de llegar al tejido que está siendo tratado o diagnosticado. Tales procedimientos hacen uso de instrumentos quirúrgicos endoscópicos que tienen una sonda acoplada a un dispositivo controlador en una consola remota. Las sondas del estado de la técnica actual son bastante complejas en su funcionamiento, que requieren muchas veces de partes móviles que son hechas funcionar utilizando sistemas mecánicos complejos. En muchos casos, un motor eléctrico está incluido en el diseño de la sonda. La mayoría de los dispositivos de la técnica anterior tienen un coste que los hace difíciles de desechar después de uno o solo unos pocos procedimientos quirúrgicos. Además, la complejidad de los dispositivos de la técnica anterior conduce generalmente a sondas que tienen secciones transversales de varios milímetros. Estas sondas son de poca utilidad práctica para las técnicas micro-quirúrgicas oftálmicas. En la cirugía oftálmica, se prefieren dimensiones de un (1) mm o menos, para acceder a áreas típicamente implicadas sin dañar el tejido no relacionado.

25 Se han utilizado mecanismos de escaneo que permiten la dirección de la luz dependiente del tiempo para propósitos diagnósticos o terapéuticos en instrumentos quirúrgicos endoscópicos. Estos instrumentos utilizan típicamente sondas que proporcionan formación de imágenes, tratamiento, o ambos, sobre un área extendida de tejido sin requerir el movimiento del endoscopio con relación a su entorno. Sin embargo, los esfuerzos para desarrollar sondas endoscópicas de escaneo compatibles con la cirugía oftálmica se han ralentizado por la dificultad de proporcionar los mecanismos de accionamiento complejos en un factor de forma compacta, a un coste bajo. Esto es particularmente cierto para las sondas de escaneo dirigidas hacia delante que pueden requerir ejes con rotación en sentido contrario con velocidades relativas fijas o controladas. Por ejemplo, una sonda de escaneo de rotación se ha descrito en la Patente de los EE.UU n° 7.364.543 (patente '543). En la patente '543 se utilizan dos motores de engranaje diferentes para hacer girar en sentido contrario tubos en una sonda, complicando innecesariamente el diseño y la implementación de la sonda. Además, se hace un uso ineficiente de la potencia del motor ya que cada motor está dedicado a mover sólo un elemento. Se hace referencia al documento citado US2009198125.

Por lo tanto, existe la necesidad de mecanismos de rotación simples y eficientes para las sondas micro-quirúrgicas.

Resumen

35 La sonda endoscópica de la invención está definida por las características de la reivindicación 1. Una sonda endoscópica para procedimientos micro-quirúrgicos de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento puede incluir una pieza manual que incluye un motor, un conjunto de cánula acoplado a la pieza manual, y un sistema de transmisión que acopla el motor al conjunto de cánula. Además el conjunto de cánula puede incluir un tubo exterior capaz de girar alrededor de un eje longitudinal y un tubo interior concéntrico con el tubo exterior, capaz de girar alrededor del eje longitudinal. El tubo exterior y el tubo interior tienen cada uno un extremo proximal y un extremo distal; en el que el sistema de transmisión hace girar el tubo exterior en una primera dirección y el tubo interior en una segunda dirección, opuesta alrededor del eje longitudinal; y en el que además un espacio proximal formado entre los extremos proximales del tubo exterior y del tubo interior incluye al menos una parte del sistema de transmisión.

45 Un conjunto de cánula para utilizar en una sonda endoscópica para procedimientos micro-quirúrgicos de acuerdo con la invención está definido por las características de la reivindicación 13. Las realizaciones descritas en este documento pueden incluir un tubo exterior capaz de girar alrededor de un eje longitudinal y un tubo interior concéntrico con al menos una parte del tubo exterior, capaz de girar alrededor del eje longitudinal. Los tubos exterior e interior pueden tener un extremo proximal y un extremo distal con un espacio proximal formado entre los extremos proximales del tubo exterior y del tubo interior en una dirección radial y en una dirección longitudinal. Otras realizaciones pueden incluir un sistema de transmisión colocado en el espacio proximal y que proporciona un movimiento de rotación en sentido contrario al tubo exterior y al tubo interior.

50 Una sonda endoscópica para procedimientos micro-quirúrgicos de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento puede incluir una pieza manual que incluye un motor; un conjunto de cánula acoplado a la pieza manual y un sistema de transmisión que acopla el motor al conjunto de cánula. El conjunto de cánula puede incluir un tubo exterior

capaz de girar alrededor de un eje longitudinal y un tubo interior concéntrico con el tubo exterior, capaz de girar alrededor del eje longitudinal. Los tubos exterior e interior pueden tener cada uno un extremo proximal y un extremo distal; en donde el sistema de transmisión hace girar y hace girar en sentido contrario los tubos; y en donde se proporciona un movimiento de rotación en sentido contrario a los tubos exterior e interior por el motor a través del sistema de transmisión.

Un método para escanear un haz de luz a lo largo de una trayectoria lineal que utiliza un conjunto de cánula de acuerdo con realizaciones descritas en este documento puede incluir la operación de proporcionar un haz de luz a través de un eje de la cánula. Un método de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento también puede incluir la operación de utilizar un sistema de transmisión en un espacio proximal de la cánula para proporcionar un movimiento de rotación en sentido contrario a un tubo exterior y a un tubo interior; en el que cada uno del tubo exterior y del tubo interior es hueco y tiene un elemento óptico en su extremo distal. Además, un método como el anterior puede incluir la operación de controlar las velocidades de rotación relativas del tubo exterior y del tubo interior utilizando al menos un engranaje en el sistema de transmisión.

Estas y otras realizaciones de la presente invención se describirán con más detalle a continuación con referencia a los siguientes dibujos.

#### Breve Descripción de los Dibujos

La fig. 1A ilustra una sonda endoscópica micro-quirúrgica que incluye un elemento de escaneo óptico, una pieza manual, y un cable de acoplamiento de acuerdo con algunas realizaciones.

La fig. 1B ilustra un detalle en sección transversal parcial de la sonda endoscópica micro-quirúrgica de la fig. 1A que incluye un accionador mecánico, dos tubos de accionamiento concéntricos, un elemento de escaneo giratorio y un elemento de escaneo giratorio en sentido contrario de acuerdo con algunas realizaciones.

La fig. 2A ilustra una vista en sección transversal parcial de un conjunto de cánula que incluye dos tubos de accionamiento concéntricos como se ha mostrado en la fig. 1B y que tienen un espacio proximal de acuerdo con algunas realizaciones.

La fig. 2B ilustra una vista en sección transversal parcial de un conjunto de cánula que incluye dos tubos de accionamiento concéntricos que tienen un espacio proximal de acuerdo con una realización adicional.

La fig. 3 ilustra una vista en sección transversal parcial de un conjunto de cánula que incluye dos tubos de accionamiento concéntricos que tienen un espacio proximal de acuerdo con aún una realización adicional.

La fig. 4 ilustra una vista en sección transversal parcial de un conjunto de cánula que incluye un accionador mecánico en un espacio proximal que incluye además un accionamiento de engranaje de acuerdo con algunas realizaciones.

La fig. 5 ilustra un conjunto de cánula como en la fig. 4 desde una vista desde arriba hacia abajo, de acuerdo con algunas realizaciones.

En las figuras, elementos que tienen el mismo número de referencia tienen las mismas funciones o similares.

#### Descripción detallada

Los procedimientos micro-quirúrgicos que utilizan instrumentos endoscópicos pueden incluir una sonda que tiene un mecanismo de acoplamiento de accionamiento simple y rentable. La sonda puede ser una sonda manual, para manipulación directa por personal especializado. En algunas realizaciones, la sonda puede estar diseñada para ser controlada por un brazo robótico o un dispositivo controlado por ordenador. Las sondas tienen un extremo proximal cerca del controlador de funcionamiento (ya sea un especialista o un dispositivo), y un extremo distal, cerca de o en contacto con el tejido. Las sondas de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento pueden tener dimensiones pequeñas, ser fáciles de manipular desde un extremo proximal, y mínimamente invasivas para el tejido circundante. En el extremo distal, la sonda termina con una punta, desde donde la sonda realiza cierta acción sobre un tejido objetivo ubicado en la proximidad de la punta. Por ejemplo, la sonda puede emitir luz desde su punta, y recibir luz reflejada o dispersada desde el tejido, acoplado a través de la punta. La punta de la sonda puede incluir elementos móviles que permiten a la punta realizar su acción.

La fig. 1A muestra la sonda endoscópica 100 micro-quirúrgica que incluye el elemento 110 de escaneo óptico, la pieza manual 150, y el cable de acoplamiento 195, de acuerdo con algunas realizaciones. El elemento de escaneo 110 también puede ser denominado como un "conjunto de cánula" de acuerdo con algunas realizaciones. El elemento 110 incluye el extremo distal de la sonda endoscópica 100 que puede ser alargado a lo largo del eje longitudinal de la sonda y tener una sección transversal limitada. Por ejemplo, en algunas realizaciones el conjunto 110 de cánula puede ser de aproximadamente 0,5 mm de diámetro ( $D_2$ ) mientras la pieza manual 150 puede tener una forma sustancialmente cilíndrica de varios mm de diámetro ( $D_1$ ) tal como 12-18 mm.

En algunas realizaciones, el conjunto 110 puede estar en contacto con tejido, incluyendo el tejido objetivo para el procedimiento micro-quirúrgico. Así, el conjunto 110 puede estar revestido con materiales que previenen la infección o la contaminación del tejido. Además, los procedimientos y los protocolos quirúrgicos pueden establecer normas higiénicas para el conjunto 110. Por ejemplo, puede ser deseable que el conjunto 110 sea desechado después de utilizarlo una vez.

5 En algunas situaciones, el conjunto 110 puede ser desechado al menos cada vez que el procedimiento es realizado en un paciente diferente, o en una parte diferente del cuerpo.

Las realizaciones de la sonda endoscópica 10 y del conjunto 110 pueden cumplir con las normas 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),  
10 "Environmental management systems – Requirements with guidance for use;" ISO 15752 (2009), "Ophthalmic instruments – endoilluminators – fundamental requirements and test methods for optical radiation safety;" e ISO 15004-2 (2007), "Ophthalmic instruments – fundamental requirements and test methods – Part 2: Light Hazard Protection."

La pieza manual 150 puede estar más cerca del extremo proximal de la sonda, y puede tener una sección transversal mayor en comparación con el elemento 110. El elemento 150 puede estar adaptado para el funcionamiento manual de la sonda endoscópica 100, de acuerdo con algunas realizaciones. El elemento 150 puede estar adaptado para el funcionamiento robótico o para ser sostenido por un dispositivo automatizado, o un dispositivo hecho funcionar 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, incluso aunque el elemento 150 pueda cumplir con las normas higiénicas, estas pueden ser ligeramente relajadas en comparación con las utilizadas para el conjunto 110. Por ejemplo, el elemento 150 puede incluir partes y componentes de la sonda endoscópica 100 que pueden ser utilizados repetidamente antes de desecharlos.

Así, algunas realizaciones de la sonda endoscópica 100 como se ha descrito en este documento pueden incluir componentes complejos en el elemento 150, y se pueden incluir componentes reemplazables, menos costosos en el conjunto 110. Algunas realizaciones pueden tener un elemento extraíble 110 que es desechable, mientras la pieza manual 150 puede ser utilizada más de una vez. La pieza manual 150 puede ser sellada herméticamente, con el fin de evitar la contaminación del tejido con partículas o humos que emanan de elementos internos en la pieza manual 150. En algunas realizaciones, el conjunto 110 de cánula puede estar fijado a la pieza manual 150 mediante una unión adhesiva. De acuerdo con otras realizaciones, el conjunto 110 puede ser extraíble de la pieza manual 150, para permitir la sustitución fácil de la sonda endoscópica 100 para procedimientos repetidos. Algunas realizaciones consistentes con la fig. 1A pueden tener un elemento 150 desechable y un conjunto 110 desechable.

El cable 195 puede estar incluido en algunas realizaciones para acoplar la sonda endoscópica 100 a una consola o dispositivo controlador remoto (no mostrado en la fig. 1A). El cable 195 puede incluir elementos de transmisión de potencia, para transferir potencia eléctrica o neumática a un accionador mecánico, un motor o un elemento 150 dentro del motor. El cable 195 puede incluir elementos de transmisión para transportar la información óptica y la potencia, tal como un rayo láser, desde una consola o controlador remoto al tejido. Un elemento de transmisión óptica también puede transportar información óptica desde el tejido a una consola o controlador remoto, para su procesamiento. Por ejemplo, el cable 195 puede incluir al menos una o más fibras ópticas para transmitir luz al tejido y desde él. En algunas realizaciones, una fibra óptica puede transmitir luz al tejido, y otra fibra óptica puede transmitir luz desde el tejido. Además, algunas realizaciones pueden transmitir luz al tejido y desde él a través de una fibra óptica.

De acuerdo con algunas realizaciones de la sonda endoscópica 100, el cable 195 puede estar ausente, y la sonda puede ser accesible inalámbicamente. En tales realizaciones, se puede incluir una batería en la pieza manual 150 para proporcionar energía eléctrica a un motor y a una fuente de luz óptica. Además, en realizaciones donde la pieza manual 150 es inalámbica, la pieza manual 150 puede incluir un dispositivo transceptor para enviar y recibir datos e instrucciones desde la sonda a un controlador, y viceversa. En tales realizaciones, la pieza manual 150 también puede incluir un circuito procesador que tiene un circuito de memoria, para procesar datos, el conjunto 110 de control, y controlar el dispositivo transceptor.

La fig. 1B muestra un detalle en sección transversal parcial de la sonda endoscópica 100 micro-quirúrgica en la fig. 1A que incluye el motor 125, el sistema de transmisión 127, y los tubos concéntricos 130 y 140, de acuerdo con algunas realizaciones. También se han mostrado en la fig. 1B la cánula estacionaria 120, el elemento 160 de escaneo giratorio, acoplado al tubo interior 130, el elemento 170 de escaneo giratorio en sentido contrario, acoplado al tubo 140, la ventana 180 y el elemento 190 de transmisión óptica. El elemento 190 de transmisión puede incluir una fibra óptica, o una pluralidad de fibras ópticas. Como se ha descrito anteriormente, el elemento 190 puede estar acoplado al cable 195 en el extremo proximal del conjunto 110, y puede transmitir luz al tejido y desde él.

En algunas realizaciones, el motor 125 puede ser un motor eléctrico. Algunas realizaciones pueden incluir motores que utilizan flujos de fluido para producir movimiento. Por ejemplo, se puede utilizar un mecanismo neumático como el motor 125 en las realizaciones consistentes con las figs. 1A y 1B. El motor 125 puede incluir un codificador para proporcionar una indicación de la posición de un eje giratorio dentro del motor en cada punto en el tiempo. El codificador puede estar acoplado al controlador en una consola remota a través del cable 195, o inalámbicamente, de acuerdo con algunas realizaciones.

En algunas realizaciones tal como se ha ilustrado en la fig. 1B, el conjunto 110 de cánula puede extenderse dentro de la pieza manual 150. En la parte del elemento 150 dentro del conjunto 110 el conjunto 110 puede incluir además el sistema de transmisión 127. El sistema 127 puede incluir un árbol y un conjunto de engranajes para transferir el movimiento desde el motor 125 a los componentes móviles en el conjunto 110, como se describe a continuación.

- 5 Otras realizaciones del motor 125 y del sistema de transmisión 127 pueden ser como se ha descrito en detalle en la Solicitud de Patente de los EE.UU titulada "Pneumatically Driven Ophthalmic Scanning Endoprobe" por Mike Papac, Mike Yadlowsky, y John Huculak, Expediente Legal nº 3835/45463.38 presentada en la misma fecha que la presente solicitud y cedida a Alcon Laboratories, Inc..

- 10 De acuerdo con las realizaciones consistentes con la fig. 1B, el tubo interior 130 puede estar alienado con su eje de simetría a lo largo del eje longitudinal (LA) de la sonda. El tubo interior 130 puede ser un tubo hueco de un material que proporciona rigidez al conjunto 110 y soporte al elemento 160. El elemento 160 de escaneo giratorio puede estar unido al tubo interior 130. El elemento 160 puede ser un elemento óptico, de acuerdo con algunas realizaciones utilizadas en procedimientos microquirúrgicos. Por ejemplo, en técnicas de OCT de escaneo directo, el elemento 160 puede incluir una lente que tiene uno de sus extremos planos cortado en un ángulo predeterminado con relación al eje óptico de la lente. En algunas realizaciones, la lente puede estar dispuesta con su eje óptico a lo largo del eje longitudinal de la sonda, con su extremo inclinado sobre el lado distal de la lente. En algunas realizaciones la lente en el elemento 160 puede ser una lente GRIN.

- 20 De acuerdo con las realizaciones consistentes con la fig. 1B, el tubo exterior 140 puede incluir un tubo de cánula giratorio en sentido contrario acoplado al elemento 170 de escaneo giratorio en sentido contrario. El tubo 140 puede ser un tubo hueco de un material que proporciona rigidez al conjunto 110 y soporte al elemento 170, alineado con su eje de simetría a lo largo del eje longitudinal (LA) de la sonda. El elemento 170 puede ser un elemento óptico, de acuerdo con algunas realizaciones utilizadas en procedimientos microquirúrgicos. Por ejemplo, en técnicas de OCT de escaneo directo, el elemento 170 puede incluir una lente que tiene uno de sus extremos planos cortado en un ángulo predeterminado con relación al eje óptico de la lente. En algunas realizaciones, la lente GRIN puede estar dispuesta con su eje óptico a lo largo del eje longitudinal de la sonda, con su extremo inclinado sobre el lado proximal de la lente. En algunas realizaciones la lente en el elemento 170 puede ser una lente GRIN.

- 30 En las realizaciones descritas anteriormente, el elemento 160 óptico y el elemento 170 óptico pueden formar un espacio o un hueco entre ellos, a lo largo del eje longitudinal de la sonda. El espacio entre los elementos 160 y 170 puede estar limitado por dos caras inclinadas de una lente sobre ambos lados, en algunas realizaciones. Cuando el tubo interior 130 y el tubo exterior 140 son hechos girar en sentido contrario, un haz de luz que pasa a través del elemento 160 y del elemento 170 puede ser desviado desde el eje longitudinal de la sonda en un ángulo  $\theta$  dado por la orientación relativa de las caras inclinadas en los elementos 160 y 170. Cuando los elementos 160 y 170 completan un giro completo alrededor del eje longitudinal de la sonda, el haz de luz completa un barrido completo sustancialmente a lo largo de una línea en un plano que contiene el eje longitudinal de la sonda. Algunas realizaciones consistentes con la descripción anterior pueden utilizar la sonda 100 en un procedimiento de escaneo de OCT. Los procedimientos de escaneo de OCT incluyen típicamente una imagen en profundidad obtenida a través de un escaneo A. Una colección de escaneos A a lo largo de una línea puede formar una imagen bidimensional en lo que es denominado como un escaneo B. En tales casos, los dos elementos 160 y 170 ópticos giratorios en sentido contrario pueden proporcionar un escaneo B del haz de luz utilizado en la formación de imágenes de OCT.

- 40 Un escaneo B obtenido como se ha indicado anteriormente puede ser alineado sustancialmente a lo largo de una dirección radial perpendicular al eje longitudinal de la sonda (LA), en un plano de proyección perpendicular al eje longitudinal de la sonda y centrado en él. La orientación específica del escaneo B en el plano de proyección puede estar determinada por la orientación de los elementos 160 y 170 en su posición de deflexión de haz máxima. En algunas realizaciones, la posición en la que la deflexión de haz máxima puede ser obtenida es aquella en la que las dos caras inclinadas de las lentes incluidas en los elementos 160 y 170 son opuestas entre sí, formando un espacio trapezoidal entre ellas. La orientación precisa de los elementos 160 y 170 con relación al plano de proyección proporciona así la orientación del escaneo B radial en ese plano. Así, ajustando la velocidad de rotación de los elementos 160 y 170, el escaneo B radial formado por el haz de luz en el plano de proyección puede girar alrededor del eje longitudinal de la sonda. Como resultado, en algunas realizaciones la colección de escaneos A y B puede formar una sección sólida de un cono con su eje a lo largo del eje longitudinal de la sonda, que tiene un ángulo de apertura,  $\theta$ . Por ejemplo, el ángulo  $\theta$  puede ser la deflexión máxima del haz de luz para cualquier configuración de los elementos 160 y 170. En algunas realizaciones esto puede ocurrir cuando las dos caras inclinadas de las lentes incluidas en los elementos 160 y 170 son opuestas entre sí.

- 55 Algunas realizaciones que utilizan la sonda endoscópica 100 para escaneos de OCT pueden proporcionar un escaneo B que no es una línea perfecta contenida dentro de un plano que incluye el eje longitudinal de la sonda. El escaneo B proporcionado por la sonda endoscópica 100 de acuerdo con las realizaciones descritas anteriormente puede tener una forma que se asemeje a un número alargado '8', sustancialmente a lo largo de una línea en un plano que contiene el eje longitudinal de la sonda. Los detalles de la forma del escaneo B pueden estar determinados por parámetros tales como el tamaño del espacio entre los elementos 160 y 170. La forma del escaneo B resultante también puede depender del ángulo entre las superficies inclinadas que limitan el espacio formado por los elementos 160 y 170. También, la forma del

escaneo B puede estar determinada por los índices de refracción de los elementos ópticos 160 y 170, y del material dentro del espacio entre los elementos 160 y 170.

5 La referencia al tubo interior 130 como “giratorio” y al tubo exterior 140 como “giratorio en sentido contrario” es arbitraria y establece el movimiento relativo entre los tubos 130 y 140 alrededor del eje LA. En algunas realizaciones, aunque el tubo 130 gira ‘en el sentido de las agujas del reloj’ el tubo 140 puede girar ‘en el sentido contrario a las agujas del reloj’. La configuración opuesta puede ocurrir, en la que el tubo 130 gira ‘en el sentido contrario a las agujas del reloj’ y el tubo 140 gira ‘en el sentido de las agujas del reloj’.

10 De acuerdo con las realizaciones consistentes con la fig. 1B, se puede proporcionar la ventana 180. Además, en las realizaciones de la sonda endoscópica 100 utilizada para escaneo de OCT, la ventana 180, unida a la cánula 120 estacionaria, puede proporcionar protección a los componentes ópticos en el conjunto 110. La ventana 180 puede impedir que el fluido del tejido objetivo contamine las lentes 160 y 170, o invada el espacio entre ellas. Así, la ventana 180 puede asegurar que las lentes 160 y 170 son mantenidas en un entorno rodeado de aire, o cualquier otro fluido que tenga un índice de refracción especificado.

15 Algunas realizaciones consistentes con la fig. 1B pueden incluir la cánula 120 estacionaria. La cánula 120 puede proporcionar una cubierta protectora al conjunto 110. También, la cánula 120 puede impedir o reducir la tensión de cizalladura inducida en el tejido objetivo por fuerzas viscoelásticas que actúan tras la rotación del tubo exterior 140. La utilización de la cánula 120 estacionaria es opcional y puede estar determinada por el tipo de tejido objetivo donde la sonda endoscópica 100 será introducida.

20 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 realizaciones pueden incluir los elementos 120, 130 y 140 hechos de acero inoxidable, o materiales plásticos. Además, algunas realizaciones pueden tener una parte o la totalidad de los elementos 120, 130 y 140 revestidos con una capa protectora. El material de revestimiento puede ser una capa de oro, o algún polímero biocompatible. En algunas realizaciones la misión 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 realizaciones la misión de la capa de revestimiento puede ser proporcionar protección al tejido en contacto directo con el conjunto 110.

25 Las realizaciones consistentes con las figs. 1A y 1B pueden incluir la pieza manual 150 con un conjunto 110 de cánula extraíble. El conjunto 110 puede ser fácilmente extraíble de la pieza manual 150 por un mecanismo de fijación por salto elástico, o un mecanismo de bayoneta. La pieza manual 150 puede incluir un cojinete y un casquillo acoplados al extremo proximal de los tubos 120, 130 y 140 (no mostrados en la fig. 1B) para proporcionar soporte y estabilidad al conjunto 110.

30 En realizaciones tales como las mostradas en las figs. 1A y 1B, puede ser deseable que la sonda endoscópica 100 micro-quirúrgica tenga un área mínima en sección transversal. Esto puede reducir la capacidad de invasión del procedimiento quirúrgico en el tejido objetivo, especialmente en áreas adyacentes a las áreas de interés. Con el fin de limitar el área en sección transversal del conjunto de cánula en la sonda endoscópica 100, los elementos mecánicos implicados en mover partes de la sonda necesitan ser colocados juntos. Para conseguir esto, realizaciones tales como las presentadas en las figs. 2A y 2B pueden tener una parte superior del tubo exterior 140 que tiene un diámetro mayor. Además de esto, una parte superior del tubo interior 130 puede tener un diámetro menor, como se ha mostrado en la fig. 2B. Esto se ha descrito en detalle como sigue.

35 La Tabla I ilustra un rango de dimensiones de diferentes elementos como se ha indicado en las figs. 1A y 1B de acuerdo con algunas realizaciones. En la Tabla I, ‘ID’ se refiere al diámetro interior, y ‘OD’ se refiere al diámetro exterior. Las unidades en la Tabla I están en micrones ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$ ). Las dimensiones proporcionadas en la Tabla I son nominales y pueden variar en diferentes realizaciones dependiendo de la aplicación específica. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden variar las dimensiones de la sonda endoscópica en aproximadamente un 50% de las de la Tabla I. En las realizaciones de la sonda endoscópica 10 utilizadas para procedimientos micro-quirúrgicos oftálmicos son preferibles ‘OD’ de menos de aproximadamente 1 a 1,5 mm.

TABLA I

Elemento	OD max	OD min	ID max	ID min
120	647,7	635	609,6	571,5
140	546,1	533,4	495,3	469,9
130	419,1	406,4	381	355,6
190	342,9	330,2	152,4	139,7

De acuerdo con las realizaciones consistentes con las figs. 1A y 1B, la longitud  $L_1$  de la pieza manual 150 es de 3-4 pulgadas (aproximadamente 7,5 cm a 10 cm). La longitud  $L_2$  del conjunto de cánula 110 es de 30 mm. De acuerdo con algunas realizaciones, el conjunto 110 de cánula puede tener una parte que se extiende dentro de la pieza manual 150, añadida a la longitud  $L_2$  mostrada en la fig. 1A. La longitud  $L_3$  de la parte afilada de la pieza manual 150 puede depender de consideraciones ergonómicas y cosméticas. En algunas realizaciones la longitud  $L_3$  puede ser de aproximadamente 6 mm.

La fig. 2A muestra una vista en sección transversal parcial del conjunto 200-1 que incluye tubos 130-1 y 140 de accionamiento concéntricos como en la fig. 1B, de acuerdo con algunas realizaciones. El tubo 130-1 puede ser una sección cilíndrica recta, concéntrica con el tubo 140 y con un diámetro menor que el tubo 140. El tubo 140 puede incluir dos secciones: 140a en el extremo proximal y 140b en el extremo distal. Cada una de las secciones 140a y 140b pueden ser concéntricas con el tubo 130-1, que tiene un diámetro mayor que el tubo 130-1. En algunas realizaciones consistentes con las fig. 2A, la sección 140a puede tener un diámetro mayor que la sección 140b. Esta configuración proporciona espacio adicional 220 en el área proximal del tubo 140 de modo que se pueden incluir los componentes mecánicos en el conjunto 200-1. Algunas realizaciones pueden incluir engranajes, arandelas, juntas y árboles en el espacio proximal 220.

La fig. 2B muestra una vista en sección transversal parcial del conjunto 200-2 que incluye tubos 130-2 y 140 de accionamiento concéntricos de acuerdo con algunas realizaciones. Aunque el tubo 140 en la fig. 2B puede ser como se ha descrito en relación a la fig. 2A, el tubo 130-2 puede incluir la parte proximal 130a y la parte distal 130b. En algunas realizaciones consistentes con la fig. 2B, la parte 130a puede tener un diámetro menor que la parte 130b. Así, el espacio proximal 220 en el conjunto 200-2 puede ser aumentado adicionalmente con relación a las realizaciones consistentes con el conjunto 200-1.

De acuerdo con las realizaciones consistentes con las figs. 2A y 2B, se puede prever la parte de enlace 210 para acoplar las secciones 140a y 140b en el tubo 140. El enlace 210 puede ser de tal manera que no se pueda permitir el movimiento relativo entre las secciones 140a y 140b. En algunas realizaciones, el enlace 210 puede estar hecho de un material de caucho o de algún otro material elástico que permita una cierta cantidad de movimiento entre las partes 140a y 140b. Esto puede proporcionar un grado de flexibilidad a los conjuntos 200-1 y 200-2, que puede ser deseable para reducir la tensión inducida en el tejido objetivo por la sonda endoscópica 100. En algunas realizaciones puede ser deseable proporcionar un material de cierre estanco al agua en el enlace 210, de modo que la humedad o los fluidos del tejido no puedan contaminar el espacio 220 y el espacio entre los tubos 130 y 140. Teniendo el enlace 210 para sellar herméticamente el espacio 220 y el espacio interior entre los tubos 130 y 140 también puede proteger el tejido objetivo de la contaminación de las partículas o materiales del conjunto interior 200-1 o 200-2. La parte de enlace 210 también puede ser utilizada para acoplar las secciones 130a y 130b en el tubo 130-2, de acuerdo con las realizaciones consistentes con la fig. 2B.

La fig. 3 muestra una vista en sección transversal parcial del conjunto 300 que incluye los tubos 130 y 140 de accionamiento concéntricos, de acuerdo con algunas realizaciones. Como en los conjuntos 200-1 y 200-2, el tubo exterior 140 puede tener la parte proximal 140a con un diámetro mayor que la parte distal 140b. Además, las realizaciones consistentes con el conjunto 300 pueden incluir la parte acampanada 310 que acopla la parte proximal 140a y la parte distal 140b. Mientras las partes 140a, 310 y 140b puede ser acopladas juntas como se ha mostrado en la fig. 3, ellas pueden estar hechas de diferentes materiales y tienen diferentes propiedades físicas. En algunas realizaciones, las partes 140a, 310, y 140b pueden estar hechas del mismo material y tener propiedades físicas similares. Las realizaciones tales como la representada en la fig. 3 puede conseguir un conjunto 300 con un área en sección transversal reducida en el extremo distal y un espacio 220 proximal amplio. Esto puede mejorar el espacio libre entre los tubos 130 y 140 en el conjunto 300. Aunque esto puede resultar en tolerancias menos precisas, también puede reducir significativamente el coste del conjunto 300.

La fig. 4 muestra una vista en sección transversal parcial del conjunto 400 que incluye el sistema de transmisión 127 que incluye además el árbol 410 y los engranajes 415-1 y 415-2, de acuerdo con algunas realizaciones. Las realizaciones consistentes con la fig. 4 también pueden incluir los cojinetes 420 que acoplan el tubo interior 130 al tubo exterior 140, y los cojinetes 425 que acoplan el tubo exterior 140 a la cánula 120 exterior estacionaria. La cánula 120 estacionaria puede estar unida al conjunto 400 y mantener el posicionamiento de los tubos giratorios con relación a los engranajes de accionamiento. La cánula 120 estacionaria ha sido descrita en detalle con relación a la fig. 1. La parte de enlace 210 en el tubo 140, junto con la parte proximal 140a y la parte distal 140b pueden ser como se ha descrito en detalle con relación a la fig. 2 anteriormente. Los cojinetes 420 y 425 proporcionan un alivio de fricción para el espacio intermedio entre los tubos 130 y 140, y entre la cánula 120 estacionaria y el tubo 140, respectivamente. La utilización de los cojinetes 420 y 425 puede depender de la longitud del conjunto 400 y del diámetro de los tubos 130 y 140. Por ejemplo, la relación de aspecto del diámetro del tubo exterior 140 con la longitud del conjunto 400 puede determinar la utilización de los cojinetes 420 y 425, y su espacio intermedio a lo largo del eje longitudinal de la sonda.

Como se ha ilustrado en la fig. 4, la pieza manual 150 puede incluir una parte del conjunto 110 de cánula en su extremo distal. Además, la pieza manual 150 puede incluir un material elástico que forma el cierre hermético 450 para evitar cualquier contaminación o intercambio de material entre el interior de la pieza manual 150 y el tejido que está siendo tratado. El cierre hermético 450 puede estar hecho de un material elástico tal como caucho, o un polímero biocompatible.

Además, en algunas realizaciones el cierre hermético 450 puede estar hecho de un metal tal como cobre o aluminio.

De acuerdo con las realizaciones consistentes con la fig. 4, el sistema 127 puede estar incluido en el espacio 220 proximal. El sistema 127 puede ser un mecanismo de transmisión que acopla la acción del motor 125 (no mostrado en la fig. 4) al tubo interior 130 y al tubo exterior 140. Con el fin de proporcionar un movimiento de rotación al tubo 130 y al tubo 140, el sistema de transmisión 127 puede incluir el árbol 410 y los engranajes 415-1 y 415-2. El árbol 410 está acoplado al motor 125, que proporciona el árbol 410 con rotación alrededor de su eje. De acuerdo con la fig. 4, el árbol 410 puede ser paralelo al eje longitudinal de la sonda. Algunas realizaciones pueden tener el árbol 410 alineado en una dirección no paralela al eje longitudinal de la sonda. Por ejemplo, en algunas realizaciones consistentes con el concepto de la fig. 4 el árbol 410 puede ser un plano perpendicular al eje longitudinal de la sonda. Además, de acuerdo con la fig. 4, el árbol 410 puede proporcionar movimiento girando alrededor de su eje. Algunas realizaciones pueden tener el árbol 410 que proporciona movimiento a los tubos 130 y 140 moviéndolos lineal y periódicamente hacia arriba y hacia abajo, alrededor de su eje.

De acuerdo con la fig. 4, el engranaje 415-2 puede estar acoplado al tubo interior en la parte 130c, y el engranaje 415-1 acoplado al tubo exterior 140 en la parte 140c. La parte 130c puede ser una sección en el lado exterior del extremo proximal en el tubo 130. La parte 140c puede ser una sección en el lado interior del extremo proximal en el tubo 140. La parte 140c puede estar incluida en la parte 140a del tubo exterior 140. Para acoplar los tubos 130 y 140 a los engranajes 415-1 y 415-2, las partes 130c y 140c pueden incluir dientes de engranaje cortados en o unidos a los tubos 130 y 140, respectivamente. Los dientes de engranaje en las partes 130c y 140c pueden coincidir con dientes correspondientes en dos engranajes separados 415 en el sistema de transmisión 127. Algunas realizaciones pueden utilizar un engranaje de fricción tal como un disco de polímero en lugar de un engranaje dentado. Las realizaciones consistentes con la fig. 4 pueden tener engranajes 415-1 y 415-2 formados de una variedad de materiales, tales como acero inoxidable, plástico, o caucho endurecido. Otros metales tales como cobre o aluminio también pueden ser utilizados para formar los engranajes 415-1 y 415-2.

La fig. 4 también ilustra el espacio libre 460 en la dirección longitudinal entre los extremos proximales del tubo exterior 140 y el tubo interior 130. El espacio libre 460 proporciona espacio a partes del sistema de transmisión 127 que no pueden entrar en contacto con el tubo interior 130. Por ejemplo, en las realizaciones consistentes con la fig. 4, el espacio libre 460 proporciona espacio al engranaje 415-1, que tiene un diámetro mayor que el del engranaje 415-2. Así, el engranaje 415-1 puede hacer girar el tubo 140 sin hacer contacto con el tubo interior 130 u obstruir el giro del tubo 130.

Los engranajes 415-1 y 415-2 en el sistema de transmisión 127 puede estar adaptados de modo que hagan girar el tubo interior 130 en una dirección y el tubo exterior 140 en una dirección opuesta utilizando el mismo árbol 410 de accionamiento. Esto puede permitir a los tubos 130 y 140 girar en sentido contrario de forma sincronizada. En algunas realizaciones, tales como las representadas en la fig. 4, los engranajes 415-1 y 415-2 pueden estar unidos al árbol 410 de una manera que los dos engranajes pueden girar en la misma dirección. El engranaje 415-1 puede estar acoplado al lado interior del tubo 140 a través de la parte 140c. El engranaje 415-2 puede estar acoplado al lado exterior del tubo 130 a través de la parte 130c. Así, un efecto de rotación en sentido contrario entre los tubos 130 y 140 puede ser obtenido cuando el árbol 410 gira en una dirección dada. Utilizando los engranajes 415-1 y 415-2 que tienen una relación de radio apropiada, la velocidad de rotación del tubo 130 puede ser ajustada con relación a la velocidad de rotación en sentido contrario del tubo 140. Por ejemplo, en las realizaciones consistentes con la fig. 4 el engranaje 415-2 que acopla el árbol 410 al tubo interior 130 puede tener un radio menor que el engranaje 415-1 que acopla el árbol 410 al tubo exterior 140. Esto puede dar como resultado que el tubo interior 130 gire a la misma velocidad y en la dirección opuesta con relación al tubo 140. Se pueden proporcionar diferentes disposiciones para las velocidades relativas de los tubos 130 y 140 por los engranajes 415-1 y 415-2 en el sistema de transmisión 127.

Algunas realizaciones pueden utilizar los engranajes 415-1 y 415-2 que tienen radios para proporcionar diferentes elementos de rotación en los tubos 130 y 140. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden ser de tal manera que mientras el tubo interior 130 completa una vuelta, el tubo exterior completa 10 o 100 vueltas en sentido contrario. En general, mientras el tubo interior 130 completa 'P' vueltas, el tubo exterior 140 puede completar 'Q' vueltas, donde 'P' y 'Q' pueden ser dos números enteros cualquiera. Además, la relación entre la frecuencia de rotación en el tubo 140 y la rotación en el tubo 130 puede ser un número irracional. En algunas realizaciones, la frecuencia de rotación de uno de los tubos (130 o 140) puede ser un armónico de la frecuencia de rotación del otro tubo (140 o 130).

Además, con el fin de minimizar la abrasión al tejido en contacto directo con el conjunto 110 de cánula, algunas realizaciones del sistema de transmisión 127 pueden proporcionar un movimiento de 'bobinado'. Un movimiento de 'bobinado' es tal que los tubos 130 y 140 giran en una dirección durante un ciclo, y cambian para girar en la dirección opuesta en el siguiente ciclo. Así, mientras el efecto de escaneo está aún en una trayectoria lineal, el tejido que rodea el conjunto 110 es sometido a una cizalladura reducida.

De acuerdo con algunas realizaciones consistentes con la fig. 4, el motor 125 (cf. Fig. 1) puede proporcionar una velocidad de rotación al árbol 410 que varía desde 1 Hz (una vuelta por segundo) hasta 1 kHz (mil vueltas por segundo) o más. El árbol 410 gira alrededor del eje del árbol (SA) que es sustancialmente paralelo al eje LA y está desplazado radialmente por una distancia mayor que una mitad del OD del tubo 130. En un aspecto adicional, el eje SA está desplazado del eje LA por una distancia mayor que la mitad del OD de la parte 140b en el tubo 140, pero menor que la

mitad del OD del tubo 120.

Los tamaños relativos de los engranajes 415-1 y 415-2, y del tubo interior 130 y del tubo exterior 140, determinan la velocidad de rotación de los tubos 130 y 140. En algunas realizaciones, los tubos 130 y 140 pueden girar cada uno con una velocidad de unas pocas RPM (revoluciones por minuto) a decenas de RPM o incluso más, tal como 100 RPM o más. Mientras la velocidad de rotación relativa de los tubos 130 y 140 está dentro de unas pocas decenas de RPM, ninguna disipación de calor puede inducir un gradiente térmico suficiente para afectar el tejido circundante. Además, bajo condiciones de unas pocas decenas de RPM de velocidad de rotación relativa, la disipación de calor a través de una capa de revestimiento de lubricante puede ser suficiente para evitar una rotura térmica del conjunto 110 de cánula. Tal capa de revestimiento de lubricante puede ser un revestimiento de polímero como el tratado anteriormente, o Teflón.

En algunas realizaciones, las velocidades de rotación y de rotación en sentido contrario de los tubos 130 y 140 pueden ser sustancialmente superiores, tal como 8200 RPM o más. Por ejemplo, en realizaciones donde la sonda endoscópica 10 es utilizada para escaneo de OCT, se puede desear una velocidad de rotación rápida. En tales casos, la velocidad máxima de rotación de los tubos 130 y 140 puede estar limitada por la velocidad de adquisición del detector en el escáner de OCT. Además, algunas realizaciones que utilizan un movimiento 'bobinado' pueden utilizar una velocidad de rotación y de rotación en sentido contrario para los tubos 130 y 140 que es el doble que la velocidad para un movimiento continuo. Por ejemplo, en las realizaciones de la sonda endoscópica 10 para el escaneo de OCT, una configuración que utiliza un movimiento de 'bobinado' puede girar al doble de velocidad que una configuración que utiliza un movimiento continuo para completar el mismo escaneo B. Una velocidad de rotación elevada puede ser deseable en realizaciones de escaneo de OCT con el fin de producir formación de imágenes de volumen 3D.

La fig. 5 ilustra el conjunto 110 de cánula como en la fig. 4 desde una vista desde arriba hacia abajo, de acuerdo con algunas realizaciones. De acuerdo con la fig. 5, el árbol 410 puede girar en el sentido contrario a las agujas del reloj, y el engranaje 415-1 proporciona un movimiento de rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj al tubo exterior 140 aplicando sus dientes a la parte 140c. A su vez, el engranaje 415-2 proporciona un movimiento giratorio en el sentido de las agujas del reloj al tubo interior 130, aplicando sus dientes a la parte 130c. Otros elementos de la fig. 4 no se han mostrado en la fig. 5 por motivos de claridad.

Una sonda de acuerdo con las realizaciones descritas en este documento puede proporcionar un mecanismo simple, eficiente para generar un movimiento de rotación en sentido contrario controlado de forma precisa en dos tubos concéntricos. Tal sonda puede ser utilizada como una sonda de formación de imágenes de OCT, o una sonda láser múltiples puntos. Aunque las sondas pueden tener diseños tridimensionales, pueden ser muy constreñidas en sección transversal, y alargadas en una cierta dirección. Además, en algunas realizaciones las sondas pueden ser axialmente simétricas, al menos en una parte de la sonda que puede incluir el extremo distal.

En las técnicas de formación de imágenes de OCT, un haz de luz que tiene una longitud de coherencia puede estar dirigido a un cierto punto en el tejido objetivo utilizando una sonda. La longitud de coherencia proporciona una profundidad de resolución, que cuando es variada en el extremo distal de la sonda puede desvincularse para producir una imagen en profundidad de la parte iluminada del tejido (escaneo-A). Una imagen bidimensional del tejido puede ser obtenida a través de un escaneo B. En algunas realizaciones, los escaneos B son líneas rectas a lo largo de una sección transversal del tejido. Además, realizando escaneos B repetidos a lo largo de diferentes líneas en el tejido, se puede proporcionar una representación tridimensional del tejido. En algunas realizaciones, los escaneos B puede ser un conjunto de líneas que tienen la misma longitud y están dispuestas en un radio desde un punto de cruce común. Así, la pluralidad de escaneos B proporciona una imagen de un área circular en el tejido, que tiene una profundidad.

De acuerdo con algunas realizaciones de la sonda endoscópica 10 utilizada para la formación de imágenes de OCT, una pluralidad de escaneos A puede ser completada para cada operación de escaneo B. Por ejemplo, los escaneos A 512 pueden ser utilizados para completar un escaneo B. Algunas realizaciones pueden utilizar un número inferior de escaneo A por ciclo de escaneo B, permitiendo así que el procedimiento de escaneo B tenga lugar a un ritmo más rápido. En tales casos, las velocidades de rotación y de rotación en sentido contrario de los tubos 130 y 140 pueden ser aumentadas adicionalmente.

Para obtener un conjunto complejo de líneas de escaneo, que incluyen las líneas de escaneo B dispuestas en patrones previamente seleccionados, se pueden utilizar el tubo interior 130 y el tubo exterior 140 en la sonda 10. Los tubos 130 y 140 pueden incluir componentes ópticos delicados movidos para orientar un haz de luz a lo largo de una dirección deseada. El control preciso de este movimiento es importante para la eficacia de los procedimientos de OCT. En particular, la repetibilidad del movimiento puede ser requerida de modo que los escaneos A pueden ser alienados a lo largos de las líneas de escaneo B para conformar una imagen continua. En algunas realizaciones, el movimiento de las partes móviles en la sonda puede ser un ciclo periódico que tiene una trayectoria cerrada. Por ejemplo, una trayectoria puede ser circular, centrada en el eje longitudinal de la sonda. El eje longitudinal de la sonda puede ser el eje óptico de un sistema óptico.

Una sonda sustancialmente unidimensional que tiene un eje de simetría de acuerdo con algunas realizaciones descritas en este documento puede proporcionar un escaneo B orientado radialmente alrededor del eje longitudinal de la sonda. Para conseguir esto, se puede utilizar los tubos 130 y 140 de rotación en sentido contrario, consiguientemente

sincronizados por el sistema de transmisión 127. Por ejemplo, los tubos 130 y 140 de rotación en sentido contrario pueden proporcionar el escaneo óptico de un haz a lo largo de una dirección radial en un plano perpendicular al eje longitudinal de la sonda y centrado en él. Tal disposición puede utilizar elementos ópticos como los descritos en detalle en el papel por Wu y col. (J. Wu, M. Conry, C. Gu, F. Wang, Z. Yaqoob, y C. Yang; "Paired-angle-rotation scanning optical coherence tomography forward-imaging probe" *Optics Letters*, 31(9) 1265 (2006)). Algunas realizaciones pueden incluir un mecanismo de sincronización en el sistema de transmisión 127 de tal manera que la fase relativa y la velocidad de los tubos 130 y 140 puede ser regulada como se desee. Así, los tubos 130 y 140 pueden proporcionar escaneo radial lineal a lo largo de un plano que incluye el eje longitudinal de la sonda. Además, ajustando las velocidades angulares relativas y las fases de los tubos 130 y 140, el plano del escaneo radial puede ser hecho girar alrededor del eje longitudinal de la sonda. Algunas realizaciones como las descritas anteriormente pueden ser de tal manera que el escaneo radial no es perfectamente lineal. Es decir, el haz óptico puede no moverse en una línea perfecta contenida dentro de un plano que incluye el eje longitudinal de la sonda. En algunas realizaciones el movimiento puede estar sustancialmente cerca del plano, en una trayectoria alargada sustancialmente cerca de una línea en el plano. En algunas realizaciones, la trayectoria del haz óptico puede formar una figura '8' alargada en un plano perpendicular al eje longitudinal de la sonda y centrado en él.

En algunas realizaciones, las técnicas de OCT utilizan procedimientos de escaneo dirigidos hacia delante. En este caso, la iluminación óptica tiene lugar en la dirección hacia delante del eje longitudinal de la sonda. En los escaneos dirigidos hacia delante, el tejido objetivo puede estar delante de la sonda en un plano perpendicular al plano longitudinal de la sonda. Así, la luz que se desplaza desde la punta de la sonda al tejido, y de nuevo desde el tejido a la sonda puede desplazarse en una dirección sustancialmente paralela al eje longitudinal de la sonda. En algunas realizaciones que utilizan escaneos dirigidos hacia delante, el tejido objetivo puede ser aproximadamente perpendicular al eje longitudinal, pero no exactamente. Además, en algunas realizaciones la luz que se desplaza al tejido objetivo o desde él desde y hacia la sonda puede no ser paralela al eje longitudinal de la sonda, pero forme un patrón simétrico alrededor del eje longitudinal de la sonda. Por ejemplo, la luz que ilumina el tejido objetivo en un escaneo dirigido hacia delante puede formar un cono sólido o una parte del mismo alrededor del eje longitudinal de la sonda. Asimismo, la luz recogida por la sonda endoscópica 10 en un escaneo dirigido hacia delante puede llegar desde el tejido objetivo en una región 3D que incluye una parte de una sección de cono alrededor del eje longitudinal de la sonda.

En algunas realizaciones, una técnica de OCT puede utilizar formación de imágenes lateral. Por ejemplo, en la formación de imágenes lateral el tejido objetivo puede ser paralelo a un plano que contiene el eje longitudinal de la sonda. En una situación como esta, puede ser deseable mover el punto de iluminación en una trayectoria circular alrededor del eje longitudinal de la sonda, para crear una imagen de bucle cerrado del tejido objetivo. Tal situación puede surgir en los procedimientos endovasculares que implican micro-cirugía. Por ejemplo, en la angiografía coronaria la pared interior de la arteria coronaria puede ser escaneada completamente en secciones cilíndricas a lo largo del lumen arterial utilizando las realizaciones descritas en este documento.

Algunas realizaciones pueden utilizar la sonda endoscópica 10 como se ha previsto en este documento para la entrega de luz láser destinada a propósitos quirúrgicos. Por ejemplo, en procedimientos fotodinámicos una luz láser puede ser escaneada para activar un agente químico presente en un fármaco previamente administrado al tejido objetivo. En algunas realizaciones, la luz láser puede ser utilizada achatar o eliminar selectivamente tejido o materiales residuales desde las áreas objetivo. En realizaciones tales como las descritas previamente, el control preciso de la luz que está siendo entregada es proporcionado por componentes móviles en el extremo distal de la sonda.

Indicar que la conversión de movimiento de rotación en movimiento lineal de acuerdo con algunas realizaciones descritas en este documento proporciona un mecanismo uniforme para realizar un movimiento lineal. Aunque el movimiento de rotación puede ser proporcionado continuamente, un movimiento lineal cíclico puede requerir la interrupción y la aceleración de un elemento mecánico, si se intenta directamente. La interrupción y la aceleración de un elemento mecánico sometido a fricción pueden no ser deseables.

Las realizaciones de la invención descritas anteriormente son solo ejemplares. Un experto en la técnica puede reconocer diferentes realizaciones alternativas a las descritas específicamente. Esas realizaciones alternativas también están destinadas a estar dentro del marco de esta descripción. Como tal, la invención está limitada solo por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Una sonda endoscópica (100) para procedimiento micro-quirúrgicos que comprende:  
una pieza manual (160);  
un motor (125);
- 5 un conjunto de cánula (120) acoplado a la pieza manual;  
un sistema de transmisión (127) que acopla el motor al conjunto de cánula;  
comprendiendo el conjunto de cánula:  
un tubo exterior (140) capaz de girar alrededor de un eje longitudinal;  
un tubo interior (130) concéntrico con el tubo exterior, capaz de girar alrededor del eje longitudinal;
- 10 teniendo el tubo exterior (140) y el tubo interior (130) cada uno, un extremo proximal y un extremo distal;  
caracterizada por que:  
la pieza manual comprende el motor; y  
el sistema de transmisión (127) hace girar el tubo exterior (140) en una primera dirección y el tubo interior (130) en una segunda dirección, opuesta alrededor del eje longitudinal; y en el que además
- 15 un espacio proximal (220) formado entre los extremos proximales del tubo exterior y del tubo interior comprende al menos una parte del sistema de transmisión.
2. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 en la que además el extremo proximal del tubo interior (130) proporciona un espacio libre en la dirección longitudinal para el sistema de transmisión.
3. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 que comprende además un tubo estacionario concéntrico y exterior al tubo exterior (140), que tiene un extremo proximal y un extremo distal.
- 20 4. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 en la que los procedimientos micro-quirúrgicos implican la utilización de luz, comprendiendo la sonda endoscópica (100):  
componentes ópticos unidos al tubo exterior (140) y al tubo interior (130); y en donde  
el movimiento de rotación en sentido contrario del tubo exterior (140) y del tubo interior (130) proporciona un
- 25 escaneo de un haz de luz; en el que además  
el tubo exterior (140) y el tubo interior (130) son huecos.
5. La sonda endoscópica de la reivindicación 4 en la que los componentes ópticos comprenden al menos una lente unida a cada uno del tubo interior y de los tubos exteriores.
6. La sonda endoscópica de la reivindicación 5 en la que al menos dos lentes forman un espacio que tiene los lados de las lentes enfrentados al corte del espacio en un ángulo con relación al eje de cada lente.
- 30 7. La sonda endoscópica de la reivindicación 6 en la que al menos una lente comprende al menos una lente GRIN.
8. La sonda endoscópica de la reivindicación 4 en la que los componentes ópticos comprenden al menos un prisma o al menos un elemento difractivo.
9. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 en la que el extremo proximal del tubo exterior (140) tiene un diámetro mayor que el extremo distal, para proporcionar el espacio proximal.
- 35 10. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 que comprende cojinetes entre el tubo exterior (140) y el tubo interior (130); y  
los cojinetes son colocados en espacios regulares a lo largo del espacio entre el tubo exterior y el tubo interior.
11. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 que comprende una cánula estacionaria fuera del tubo exterior.
- 40 12. La sonda endoscópica de la reivindicación 11 que comprende cojinetes colocados entre la cánula estacionaria y el tubo exterior.

13. Un conjunto de cánula (120) para utilizar en una sonda endoscópica para procedimientos micro-quirúrgicos, que comprende:

un tubo exterior (140) capaz de girar alrededor de un eje longitudinal;

un tubo interior (130) concéntrico con el tubo exterior, capaz de girar alrededor del eje longitudinal;

5 teniendo los tubos exterior e interior un extremo proximal y un extremo distal;

caracterizado por:

un espacio proximal formado entre los extremos proximales del tubo exterior y del tubo interior, extendiéndose el espacio proximal (220) en una dirección radial y en una dirección longitudinal;

10 un sistema de transmisión (127) colocado en el espacio proximal y que proporciona un movimiento de rotación en sentido contrario al tubo exterior y al tubo interior.

14. El conjunto de la reivindicación 13, que comprende además una parte que se puede separar de una pieza manual; comprendiendo la pieza manual un motor (125) acoplado al sistema de transmisión.

15. El conjunto de la reivindicación 13 que comprende además un tubo estacionario concéntrico y exterior al tubo exterior, que tiene un extremo proximal y un extremo distal.

15 16. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 o el conjunto de la reivindicación 13, extendiéndose el sistema de transmisión (127) hacia el espacio proximal y estando ubicado entre el tubo interior y el tubo exterior en una dirección radial.

20 17. La sonda endoscópica de la reivindicación 1 o el conjunto de la reivindicación 13, en el que el sistema de transmisión comprende al menos un conjunto de engranajes que acoplan el motor al lado interior del tubo exterior y al lado exterior del tubo interior.

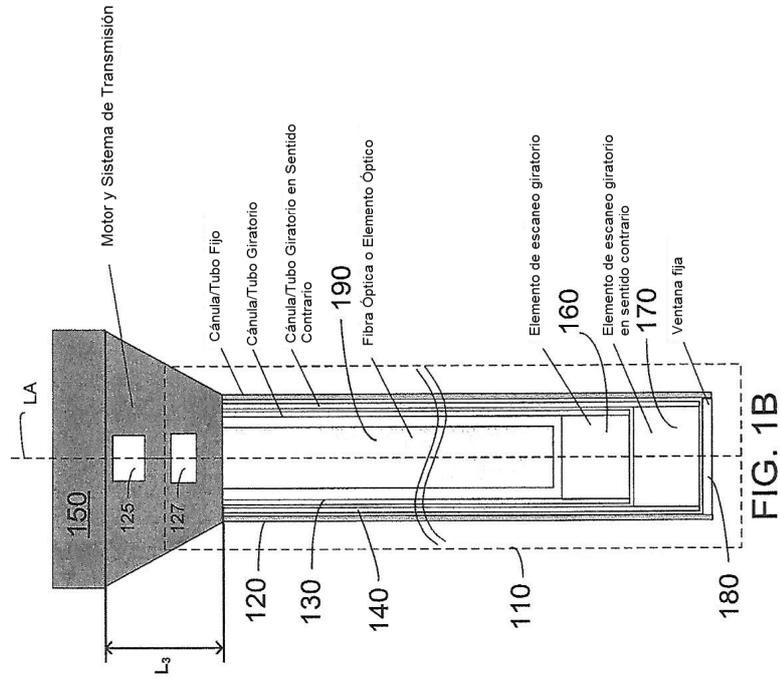


FIG. 1B

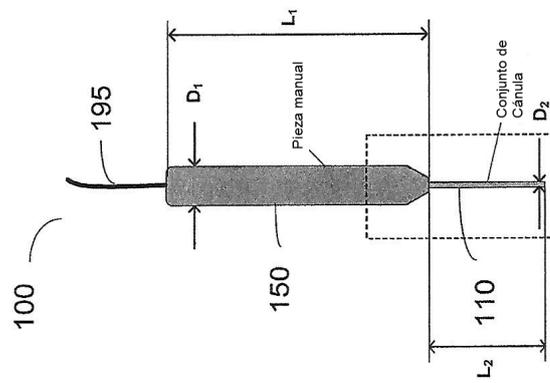
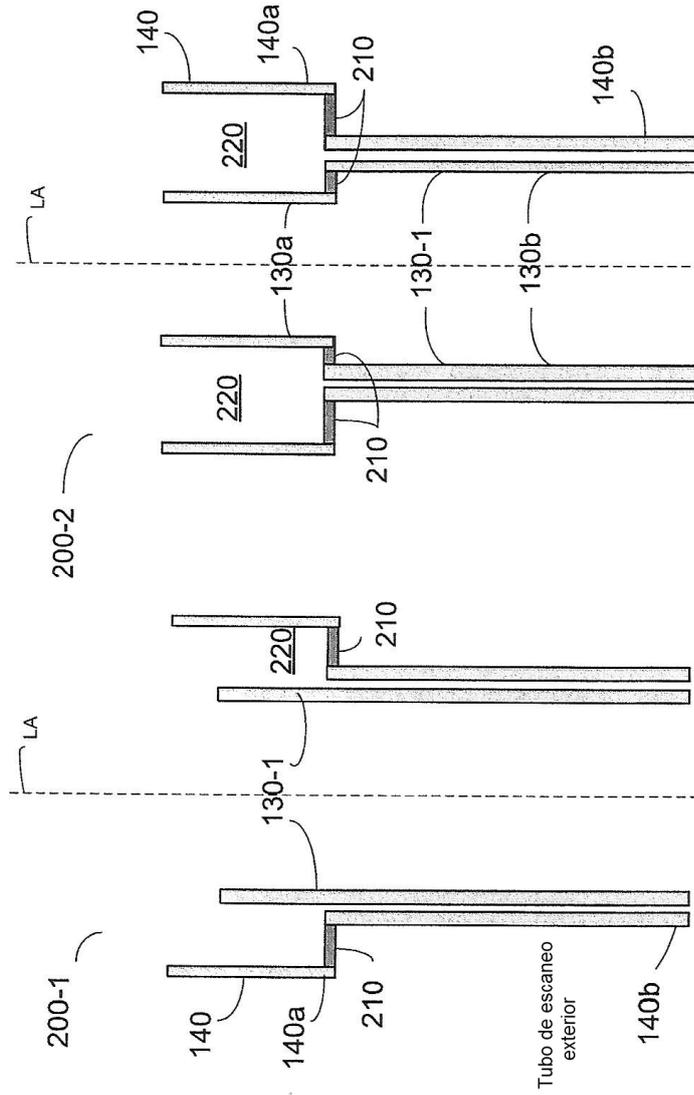


FIG. 1A



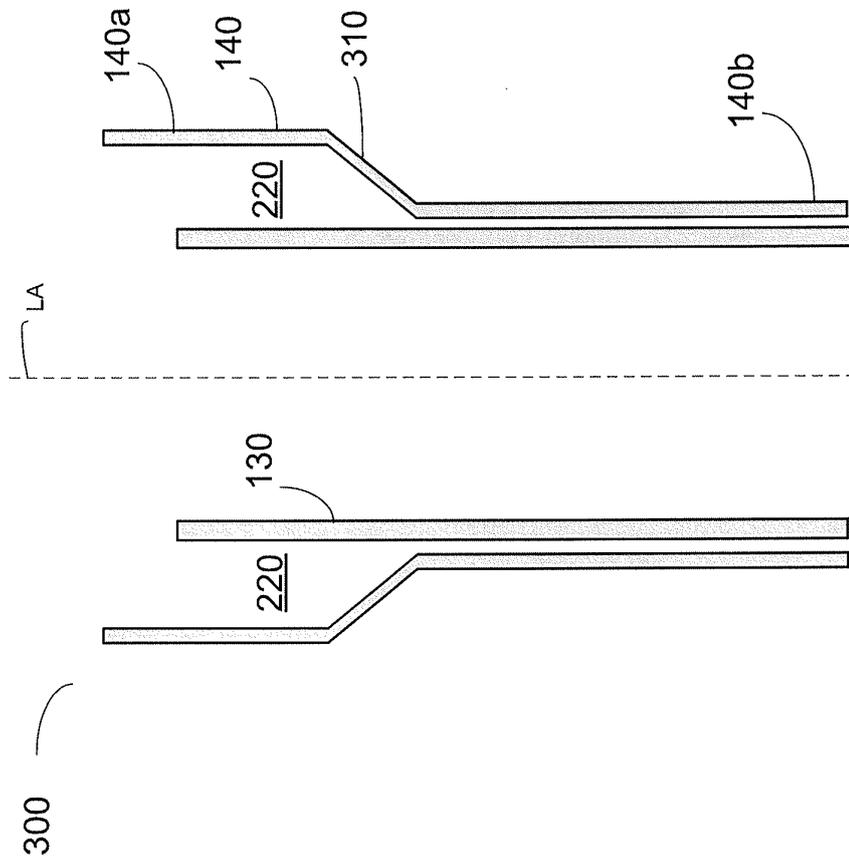


FIG. 3

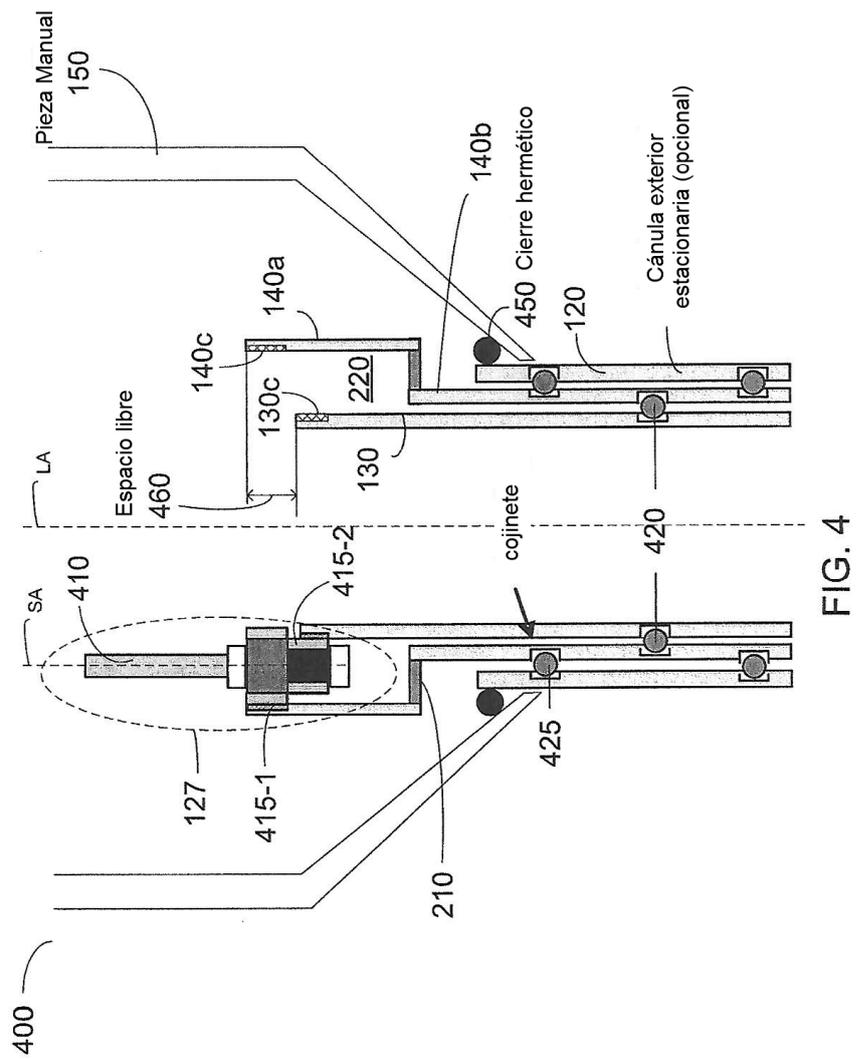


FIG. 4

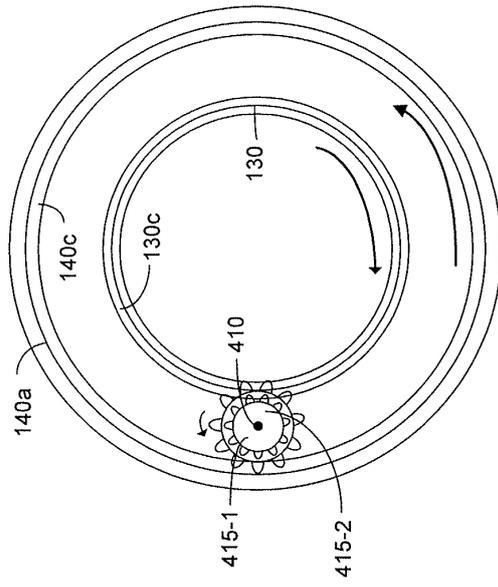


FIG. 5