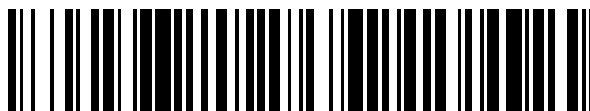


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 703**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/32** (2006.01)

**A61F 9/008** (2006.01)

**A61B 18/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2012 PCT/US2012/063859**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2013 WO13070695**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012 E 12848567 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2761346**

54 Título: **Sonda láser con múltiples puntos con elemento óptico facetado**

30 Prioridad:

**09.11.2011 US 201113292231**

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

**04.07.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SMITH, RONALD T. y  
ZICA, MICHAEL AUTHUR**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 621 703 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**

Sonda láser con múltiples puntos con elemento óptico facetado

**CAMPO TÉCNICO**

5 La presente descripción se refiere generalmente a sondas quirúrgicas ópticas, y más particularmente a una sonda láser de múltiples puntos con un elemento óptico facetado.

**ANTECEDENTES**

10 En algunas aplicaciones, las sondas quirúrgicas ópticas pueden administrar luz a múltiples puntos en un objetivo quirúrgico. Por ejemplo, en foto-coagulación de tejido de la retina, los múltiples puntos pueden reducir el tiempo del procedimiento. Se han empleado distintas técnicas para producir múltiples haces para un patrón de múltiples puntos. Por ejemplo, una aproximación utiliza elementos de difracción en la extremidad distal de la sonda para dividir un haz entrante en múltiples haces.

15 Pueden surgir, sin embargo, dificultades utilizando elementos de difracción en la extremidad distal de la sonda. Como un ejemplo, los elementos de difracción producen una multitud de órdenes de difracción mayores. Aunque estas órdenes tienen una menor intensidad de luz comparadas con el patrón de puntos primario, puede tener aún algún efecto. Como otro ejemplo, un elemento de difracción puede no realizar lo mismo en diferentes medios de refracción. Por ejemplo, un elemento de difracción puede ser colocado en un medio con un índice de refracción diferente que el del aire, y los espacios entre los elementos de difracción se pueden llenar con el medio, lo que puede afectar al patrón de punto. Aún como otro ejemplo, la separación entre los puntos puede variar para diferentes longitudes de onda, lo que puede provocar problemas si un haz de orientación y un haz de tratamiento son de colores diferentes. Finalmente, los elementos de difracción son frecuentemente caros y difíciles de producir, especialmente si el elemento de difracción es para ajustar a un área pequeña, tal como una punta distal de una sonda quirúrgica para instrumentos quirúrgicos que son de calibre 23 o más pequeños.

20 El estado relevante de la técnica está representado por los documentos US 2011/141759 – A1, CH 644948 – A5, US 5782825 – A1 y US 4575181 – A1.

**BREVE RESUMEN**

La presente enseñanza proporciona un método como se ha detallado en la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se han proporcionado características ventajosas.

30 En ciertas realizaciones, un método incluye formar un casquillo a partir de una porción de un tubo que tiene una región interior. El tubo es cortado para producir el casquillo y una cánula corta. Un generador de múltiples puntos es añadido a la región interior de la cánula corta. El generador de múltiples puntos tiene un elemento óptico facetado con una superficie de extremidad facetada. Al menos una fibra óptica es colocada en la región interior casquillo, y el casquillo y la cánula corta son ensamblados.

35 En ciertas realizaciones, un sistema incluye una cánula larga, al menos una fibra óptica, y un generador de múltiples puntos. La fibra óptica está dispuesta dentro de la cánula larga y configurada para transportar un haz láser desde una fuente láser a una extremidad distal de la cánula larga. El generador de múltiples puntos está ubicado en la extremidad distal de la cánula larga y comprende un elemento óptico facetado y una lente de bola. El elemento óptico facetado tiene una superficie de extremidad facetada que incluye al menos una faceta oblicua a un trayecto de un haz láser. El elemento óptico facetado está configurado para recibir el haz láser procedente de la fibra óptica, y la lente de bola está configurada para recibir el haz láser procedente del elemento óptico facetado.

40 En ciertas realizaciones, un sistema incluye una cánula larga, al menos una fibra óptica, y un generador de múltiples puntos. La fibra óptica está dispuesta dentro de la cánula larga y configurada para transportar un haz láser desde una fuente láser a la extremidad distal de la cánula larga. El generador de múltiples puntos está ubicado en la extremidad distal de la cánula larga y comprende un elemento óptico facetado y una lente de bola hemisférica. El elemento óptico facetado tiene una superficie de extremidad facetada que incluye al menos una faceta oblicua a un trayecto del haz láser. El elemento óptico facetado está configurado para recibir el haz láser procedente de la fibra óptica, y la lente de bola hemisférica está configurada para recibir el haz láser procedente del elemento óptico facetado.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Las realizaciones ejemplares de la presente descripción serán ahora descritas a modo de ejemplo en mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

50 La fig. 1 ilustra un ejemplo de una extremidad distal de una cánula larga para una sonda quirúrgica óptica;

La fig. 2 ilustra otro ejemplo de una extremidad distal de una cánula larga para una sonda quirúrgica óptica;

La fig. 3 ilustra un ejemplo de un generador de múltiples puntos con una lente de bola esférica;

La fig. 4 ilustra un ejemplo de un generador de múltiples puntos con una lente de bola hemisférica de acuerdo con la invención;

La fig. 5 ilustra un ejemplo de un generador de múltiples puntos con un elemento óptico facetado;

5 Las figs. 6A a 6C ilustran ejemplos de elementos ópticos de pirámide;

La fig. 7 ilustra un ejemplo de un método para fabricar una cánula larga de sonda láser de acuerdo con la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES EJEMPLARES

10 Con referencia ahora a la descripción y dibujos, se han mostrado en detalle realizaciones ejemplares de los aparatos, sistemas, y métodos descritos. La descripción y dibujos no pretenden ser exhaustivos o limitar o restringir de otro modo las reivindicaciones a las realizaciones específicas mostradas en los dibujos y descritas en la descripción. Aunque los dibujos representan ejemplos y realizaciones posibles, los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden estar exageradas, retiradas, o parcialmente seccionadas para ilustrar mejor las realizaciones.

15 La fig. 1 ilustra un ejemplo de una extremidad distal de un sistema de cánula 100 para una sonda quirúrgica óptica que incluye un generador 102 de múltiples puntos dispuesto dentro de una cánula corta 103 y una fibra óptica 108 dispuesta dentro de un casquillo 105 de acuerdo con ciertas realizaciones. En ciertas realizaciones, la cánula corta 103 y el casquillo 105 pueden estar formados a partir del mismo tubo, lo que puede permitir una auto-alineación más fácil de la cánula corta 103 y del casquillo 105.

20 En el ejemplo ilustrado, el sistema de cánula 100 incluye una cánula larga 101. Una cánula corta 103, un casquillo 105, y un cilindro interior 109 están dispuestos dentro de la cánula larga 101. Una porción de casquillo 105 está dispuesta dentro de la cánula corta 103. Una fibra óptica 108 está dispuesta dentro del cilindro interior 109 y del casquillo 105. Un generador 102 de múltiples puntos está dispuesto dentro de una cánula corta 103. Un generador 102 de múltiples puntos incluye una lente de bola 106 y un elemento óptico 104 facetado. El elemento óptico 104 facetado tiene una superficie de extremidad facetada 107. "Distal" se refiere a una dirección a lo largo del sistema de cánula 100 es decir hacia un área objetivo, y "proximal" se refiere a la dirección opuesta.

25 El sistema de cánula 100 puede ser utilizado para un instrumento quirúrgico insertado en un cuerpo humano (u otros seres vivos o que estaban anteriormente vivos) con propósitos médicos, tales como para cirugía oftálmica. Por ejemplo, el sistema de cánula 100 puede ser utilizado como un instrumento quirúrgico para realizar cirugía dentro de un globo ocular. El sistema de cánula 100 puede estar configurado para acoplarse ópticamente a una fuente láser y para administrar un haz láser procedente de la fuente láser a un objetivo. En este documento, un haz láser recibido por un primer componente desde un segundo componente o transmitido a un primer componente desde un segundo componente puede pasar a través de cero, uno, o más componentes entre el primer y segundo componentes.

30 La cánula larga 101 puede ser un cilindro hueco que comprende cualquier material adecuado, por ejemplo, un metal tal como acero inoxidable. El cilindro interior 109 está dispuesto dentro de una porción de la cánula larga 101 y puede sujetar la fibra óptica 108 en su sitio con relación al generador 102 de múltiples puntos. El cilindro interior 109 puede comprender cualquier material adecuado que pueda proporcionar soporte estructural para la fibra óptica 108. La fibra óptica 108 entrega un haz láser al generador 102 de múltiples puntos ubicado en una extremidad distal del sistema de cánula 100. La fibra 108 puede ser cualquier estructura adecuada para transmitir luz. En el ejemplo, la fibra óptica 108 tiene un núcleo 120 y un revestimiento/envolvente 123. Puede ser utilizado cualquier tamaño adecuado de fibra óptica 108, por ejemplo, el núcleo 120 puede ser de 75 a 150 micrones. Un núcleo 120 mayor produce generalmente un punto mayor. El eje central del haz emitido desde la fibra óptica 108 es el "trayecto de haz".

35 La cánula corta 103 aloja el generador 102 de múltiples puntos, y el casquillo 105 contiene la fibra óptica 108. Tanto la cánula corta 103 como el casquillo 105 pueden ser configurados para ajustarse juntos para alinear la fibra óptica 108 y el generador 102 de múltiples puntos. En este ejemplo, el casquillo 105 tiene dos estrechamientos 112 (112a-b). Un "estrechamiento" es una disminución del diámetro.

45 En ciertas realizaciones, la cánula corta 103 y el casquillo 105 están formados a partir del mismo tubo, lo que puede permitir una auto-alineación más fácil de la cánula corta 103 y del casquillo 105. La "alineación" puede ser definida de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, dos partes están alineadas si el eje de rotación de una parte coincide sustancialmente con el eje de rotación de la otra parte. Como otro ejemplo, dos partes están alineadas si sustancialmente la totalidad del haz láser transmitido por una parte es recibida por la otra parte.

50 El tubo puede tener cualquier forma y tamaño adecuados, tal como una forma sustancialmente cilíndrica que define una región interior. La forma cilíndrica puede tener cualquier longitud y diámetro adecuados que pueden ajustarse dentro de la cánula larga 101, tal como una longitud del orden de 25 a 50 milímetros (mm) y un diámetro del orden de 1 mm o menos. El tubo puede comprender cualquier material adecuado, por ejemplo, un metal tal como acero inoxidable. La formación de la cánula corta 103 y del casquillo 105 es descrita en más detalle a continuación.

El generador 102 de múltiples puntos divide un haz láser para producir un haz de múltiples puntos, o múltiples haces que pueden producir múltiples puntos láser en un objetivo. En el ejemplo, un haz láser emitido por la fibra óptica 108 diverge. La superficie de extremidad facetada 107, separada de la extremidad distal de la fibra óptica 108, refracta porciones del haz divergente a diferentes ubicaciones para producir un haz de múltiples puntos. La lente de bola 106 transmite el haz de múltiples puntos fuera de una superficie distal plana del elemento óptico facetado 104.

En el ejemplo, el generador 102 de múltiples puntos incluye un elemento óptico facetado 104 con una superficie de extremidad facetada 107 dispuesta de manera proximal desde una lente de bola 106. El elemento óptico facetado 104 es un elemento óptico con una superficie de extremidad facetada 107. Un elemento óptico "facetado" se refiere a un elemento óptico que tiene una superficie facetada. Una "superficie facetada" es una superficie formada de múltiples sub-superficies, o "facetadas", donde las intersecciones entre las facetadas son mayores o menores de 180 grados de modo que no parezcan lisas. Las facetadas pueden ser, pero no necesitan ser, planas, por ejemplo, una facetada puede ser curvada. "Cóncava" y "convexa" en este contexto se refiere a si la superficie facetada está formada hacia adentro o hacia fuera del elemento óptico a lo largo del trayecto del haz. En el ejemplo, la superficie de extremidad facetada 107 es convexa y apunta hacia la fibra óptica 108. Una superficie de extremidad facetada puede proporcionar potencia de focalización óptica.

La superficie de extremidad facetada 107 puede tener cualquier número y forma adecuados de las facetadas. En ciertas realizaciones, la superficie de extremidad facetada 107 puede tener N facetadas oblicuas al trayecto del haz que coinciden en un punto alineado con el centro del haz láser procedente de la fibra óptica 108 de tal manera que el generador 102 de múltiples puntos produce N puntos de salida, donde  $N = 3, 4, 5, \dots$ . En otras realizaciones, la superficie de extremidad facetada 107 puede tener una facetada plana central perpendicular al trayecto del haz con N facetadas inclinadas oblicuamente circundantes para producir punto central rodeado por N puntos. Cualquier ángulo de inclinación adecuado entre las facetadas puede ser utilizado. En general, disminuyendo el ángulo de inclinación disminuye la separación entre los puntos. En ciertas realizaciones, al menos una facetada está orientada "oblicua al trayecto del haz" de tal manera que una dirección normal a una facetada en un centro de la facetada no es paralela al trayecto de haz del haz láser.

El elemento óptico facetado 104 puede estar formado de un adhesivo óptico, que puede proporcionar ventajas técnicas en ciertas realizaciones. Una ventaja es que los adhesivos ópticos tienen un intervalo útil de índices de refracción. Otra ventaja es que formar la superficie facetada a partir de un adhesivo óptico es relativamente fácil. Una tercera ventaja es que el material de adhesivo óptico es relativamente duradero comparado con otros elementos ópticos. Una cuarta ventaja es que el adhesivo óptico puede ser formado alrededor de otros componentes ópticos, tales como la lente de bola 106.

La lente de bola 106 es un elemento óptico que se focaliza en un haz incidente para colimar o converger el haz sobre el lado distal de la lente de bola 106. Una lente de bola de zafiro es un ejemplo de lente de bola 106. La lente de bola 106 puede tener cualquier forma adecuada, tal como una esfera, una esfera aproximada o una porción de una esfera (por ejemplo, una semiesfera). La lente de bola 206 puede comprender cualquier material de refracción para transmitir luz procedente de la fuente láser a través de la lente.

En ciertas realizaciones, la lente de bola 106 y el elemento óptico facetado 104 tienen diferentes índices de refracción. Para focalizar un haz colimador o convergente, el índice de refracción de la lente de bola 106 debería ser mayor que el del medio adhesivo del elemento óptico facetado 104. Por ejemplo, la lente de bola 106 puede ser una lente de bola de zafiro con un índice de refracción visible de aproximadamente 1,76, y el elemento óptico facetado 104 puede tener un índice de refracción de adhesivo menor de 1,57 a 1,58.

En otras realizaciones, la superficie de extremidad facetada 107 puede ser cóncava. La lente de bola 106 hace converger los haces para producir un patrón de múltiples puntos. El patrón se dispersa relativamente poco cuando los haces se alejan de la extremidad del sistema de cánula 100. Permite que el diseño de múltiples puntos tenga una separación de punto más consistente cuando cambia la distancia entre la extremidad distal del sistema de cánula 100 y el área objetivo.

Dependiendo de los índices de refracción relativos del elemento óptico facetado 104 y del medio en el que es insertada la sonda quirúrgica, los puntos podrían divergir además cuando pasan desde la cara distal del elemento óptico facetado 104 al medio.

La fig. 2 ilustra otro ejemplo de una extremidad distal de un sistema de cánula 100 para una sonda quirúrgica óptica que incluye un casquillo 105 con un estrechamiento 112c. El diámetro interior del casquillo 105 puede ser mayor que el diámetro de una fibra óptica típica, tal como una fibra de vidrio de núcleo de 75 micrones, que tiene un diámetro del revestimiento de 90 micrones y un diámetro de tampón de 101 micrones. En el ejemplo, la fibra óptica 108 tiene un revestimiento 122 y una capa tampón 126 que es mayor que la capa tampón típica. El diámetro exterior de la capa tampón 126 puede ser aproximadamente el mismo que (o ligeramente mayor que) el diámetro interior del casquillo 105. La fibra óptica 108 puede a continuación ajustarse por presión al casquillo 105.

La fig. 3 ilustra un ejemplo de un generador 102 de múltiples puntos con una lente de bola 106 esférica. En el ejemplo, el generador 102 de múltiples puntos incluye un elemento óptico facetado 104 formado alrededor de una lente de bola 106 esférica. El generador 102 de múltiples puntos puede emitir puntos que son redondos.

La fig. 4 ilustra una realización de un generador 142 de múltiples puntos con una lente de bola 146 hemisférica. En la realización, el generador 142 de múltiples puntos incluye un elemento óptico facetado 104 dispuesto en una dirección proximal desde una lente de bola 146 hemisférica con una superficie plana 147. En esta realización, el adhesivo curado está solamente sobre el lado proximal de la lente de bola 146, y la superficie plana 147 está nivelada con la extremidad distal de la cánula corta 103 y la cánula la larga 101. El generador 142 de múltiples puntos puede emitir puntos que son elípticos. Si la fibra óptica 108 está más lejos de la superficie de extremidad facetada 107, los puntos resultantes pueden resultar más redondos y más pequeños.

La fig. 5 ilustra un ejemplo de un generador 152 de múltiples puntos con un elemento óptico facetado. El elemento óptico facetado es un elemento que está formado por separado de la lente de bola, a diferencia de un elemento óptico formado a partir de un adhesivo óptico directamente sobre la lente de bola. El elemento óptico facetado puede ser de cualquier forma o tamaño adecuados. En el ejemplo, el elemento óptico facetado es un elemento óptico piramidal 160 con N lados, donde  $N = 3, 4, 5, \dots$ . El elemento óptico piramidal puede comprender vidrio o plástico.

La longitud L representa una distancia entre la extremidad distal de la fibra 108 y la extremidad distal del elemento óptico 160 o la extremidad proximal de la lente de bola 146. El ángulo  $\theta$  representa el ángulo entre una faceta del elemento óptico 160 y el plano que es perpendicular a un eje del elemento óptico 160. La longitud L y el ángulo  $\theta$  pueden tener cualesquiera valores adecuados. Por ejemplo, si la lente de bola 146 es una bola de zafiro de diámetro de 280 micrones, entonces la longitud L puede estar entre 190 y 310 micrones y el ángulo  $\theta$  puede ser de entre 20 a 35 grados.

Las figs. 6A a 6C ilustran ejemplos de elementos ópticos piramidales 160 (160a-b). Un elemento óptico piramidal 160 puede ser ajustado por deslizamiento en la cánula corta 103 para asegurar la orientación en el sentido horario adecuada con relación a la fibra óptica 108.

El elemento óptico piramidal 160a tiene una superficie 170 de base plana. El elemento óptico piramidal 160b tiene una base 172 más gruesa, que puede proporcionar estabilidad dentro de la cánula corta 103. La base 172 más gruesa provoca el aumento del eje óptico, que puede modificar los puntos de haz emitidos. El elemento óptico piramidal 160c tiene una superficie de base cóncava 174 con una porción cóncava dentro de la cual puede estar dispuesta una porción de una lente de bola. La superficie de base cóncava 174 puede reducir el aumento en el eje óptico provocado por la base 172 más gruesa.

La fig. 7 ilustra un método para fabricar una cánula de sonda láser de acuerdo con la invención. En la invención, una cánula corta y el casquillo están formados del mismo tubo. El tubo tiene una región interior. Una primera porción del tubo es utilizada para formar el casquillo, y una segunda porción del tubo es utilizada para formar la cánula corta. El diámetro interior del tubo puede ser seleccionado de acuerdo con el diámetro interior deseado de la cánula corta resultante. Por ejemplo, si el diámetro interior deseado es de x micrones, entonces se puede seleccionar un tubo con un diámetro interior de x micrones. La longitud del tubo puede ser la suma de las longitudes del casquillo y de la cánula corta. El tubo puede comprender cualquier material adecuado, tal como un metal, por ejemplo, acero inoxidable.

El método comienza en la operación 610, donde un casquillo es formado a partir de una porción de un tubo. En ciertas realizaciones, la porción es estampada a la forma y tamaño del casquillo. El casquillo puede ser sustancialmente, por ejemplo, simétrico rotacionalmente, de tal manera que cuando el casquillo es unido a la cánula corta (en la operación 618), la rotación del casquillo con respecto a la cánula corta no forma una diferencia física. El tubo es cortado en la operación 612 para producir el casquillo y la cánula corta. En ciertas realizaciones, el tubo puede ser cortado utilizando un proceso que no deja rebabas, tal como mecanización por descarga eléctrica (EDM). El tubo puede ser cortado en cualquier operación adecuada del método, tal como antes o después de que se formen el casquillo y/o la cánula corta.

Un generador de múltiples puntos es añadido a la región interior de la cánula corta en la operación 614. Una lente de bola (que puede ser esférica o hemisférica) es insertada en la región interior de la cánula corta. La lente de bola es ajustada por presión a la región interior de tal manera que la lente de bola y la cánula corta son alineadas. Un adhesivo óptico es depositado en la extremidad distal de la cánula corta. Por ejemplo, el adhesivo óptico puede ser colocado sobre una placa de molde, y a continuación la placa de molde es insertada en la extremidad proximal hasta que alcanza la lente de bola. La placa de molde tiene la forma complementaria de la superficie de extremidad facetada deseada y puede tener un pasador de moldeo y una guía de cánula para facilitar la alineación con la cánula. La placa de molde puede empujar contra la lente de bola para centrar la lente. El adhesivo óptico es a continuación curado para configurar la superficie de extremidad facetada y la lente de bola. Por ejemplo, el adhesivo óptico puede ser curado con luz UV. La placa de moldeo puede a continuación ser retirada.

Al menos una fibra óptica es colocada en la región interior del casquillo en la operación 616. En ciertas realizaciones, una fibra óptica es ajustada por presión a la región interior del casquillo. El casquillo puede ser conformado de tal manera que cuando la fibra óptica es ajustada por presión al casquillo, la fibra es automáticamente alineada con el casquillo. El diámetro interior del casquillo puede tener una o más regiones estrechadas para permitir que la fibra se ajuste fácilmente al casquillo.

El casquillo y la cánula corta son ensamblados en la operación 618. En ciertas realizaciones, el casquillo y la cánula corta son ajustados por presión juntos. El casquillo y la cánula corta pueden estar conformados de tal manera que, cuando son

ajustados por presión juntos, son automáticamente alineados. El diámetro exterior del casquillo puede tener una o más regiones estrechadas para permitir que el casquillo ajuste fácilmente en la cánula corta.

5 En las realizaciones particulares, las operaciones de las realizaciones pueden ser realizadas por uno o más medios legibles por ordenador codificados con un programa de ordenador, software, ilusiones ejecutables por ordenador, y/o instrucciones capaces de ser ejecutadas por un ordenador. En las realizaciones particulares, las operaciones pueden ser realizadas por uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador, realizados con, y/o codificados con un programa de ordenador y/o que tienen un programa de ordenador almacenado y/o codificado.

10 Aunque esta descripción ha sido descrita en términos de ciertas realizaciones, modificaciones (tales como cambios, sustituciones, adiciones, omisiones, y/u otras modificaciones) de las realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Por consiguiente, se pueden hacer modificaciones a las realizaciones sin salir del alcance de la invención. Por ejemplo, pueden hacerse modificaciones a los sistemas y aparatos descritos aquí. Los componentes de los sistemas y aparatos pueden ser integrados o separados, y las operaciones de los sistemas y aparatos pueden ser realizadas por más, menos, u otros componentes. Como otro ejemplo, se pueden hacer modificaciones a los métodos descritos aquí. Los métodos pueden incluir más, menos, u otras operaciones, y las operaciones pueden ser realizadas en cualquier orden adecuado.

15 Son posibles otras modificaciones sin salir del alcance de la invención. Por ejemplo, la descripción ilustra realizaciones en aplicaciones prácticas particulares, aún otras aplicaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, ocurrirán desarrollos futuros en las técnicas descritas aquí, y los sistemas, aparatos y métodos descritos serán utilizados con tales desarrollos futuros.

20 El alcance de la invención no debería estar determinado con referencia a la descripción. De acuerdo con los estatutos de patente, la descripción explica e ilustra los principios y modos de operación de la invención utilizando realizaciones ejemplares. La descripción habilita a otros expertos en la técnica para utilizar los sistemas, aparatos, y métodos en distinta realizaciones y con distintas modificaciones, pero no debería ser utilizado para determinar el alcance de la invención.

25 El alcance de la invención debería ser determinado con referencia a las reivindicaciones. Todos los términos de las reivindicaciones deberían tener sus construcciones razonables más amplias y sus significados ordinarios como será comprendido por los expertos en la técnica, a menos que se haga aquí una indicación explícita de lo contrario. Por ejemplo, el uso de los artículos singulares tales como "un" "una", "el", "la", etc., debería ser leído para recitar uno o más de los elementos indicados, a menos que una reivindicación cite una limitación explícita a lo contrario. Como otro ejemplo, "cada" se refiere a cada miembro de un conjunto o a cada miembro de un subconjunto de un conjunto, donde un conjunto puede incluir cero, uno, o más de un elemento. En suma, la invención es capaz de modificación, y el alcance de la invención debería ser determinado, no con referencia a la descripción, sino con referencia a las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método que comprende:
- formar un casquillo (105) a partir de una porción de un tubo, teniendo el tubo una región interior;
  - cortar el tubo para producir el casquillo (105) y una cánula corta (103);
- 5       añadir un generador (102) de múltiples puntos a la región interior de la cánula corta, teniendo el generador de múltiples puntos un elemento óptico facetado (104) con una superficie de extremidad facetada (107), comprendiendo además la adición del generador (102) de múltiples puntos:
- insertar una lente de bola (106) en la región interior de la cánula corta (103), el diámetro de la lente de bola es de tal manera que la lente de bola puede ser ajustada por presión a la región interior de tal manera que la lente de bola y la cánula corta sean alineados;
- 10       depositar un adhesivo óptico en una dirección proximal de la lente de bola (106); y
- formar la superficie facetada (107) sobre el adhesivo óptico;
  - colocar al menos una fibra óptica (108) en la región interior del casquillo; y
  - ensamblar el casquillo y la cánula corta.
- 15    2. El método según la reivindicación 1 comprendiendo además el depósito del adhesivo:
- depositar el adhesivo óptico sobre la lente de bola (106) utilizando una placa de molde.
3. El método según la reivindicación 1, comprendiendo además la formación de la superficie facetada (107) sobre el adhesivo óptico:
- curar el adhesivo óptico.
- 20    4. El método según la reivindicación 1, comprendiendo además la formación del casquillo (105):
- estampar la porción a la forma y tamaño del casquillo.
5. El método según la reivindicación 1, comprendiendo además la formación del casquillo (105):
- estampar la porción a un casquillo simétrico rotacionalmente.
- 25    6. El método según la reivindicación 1, comprendiendo además la colocación de al menos una fibra óptica (108) en la región interior del casquillo:
- ajustar por presión la fibra óptica a la región interior del casquillo (105).
7. El método según la reivindicación 1, comprendiendo además el ensamblaje del casquillo (105) y la cánula corta (103):
- ajustar por presión el casquillo y la cánula corta.

30

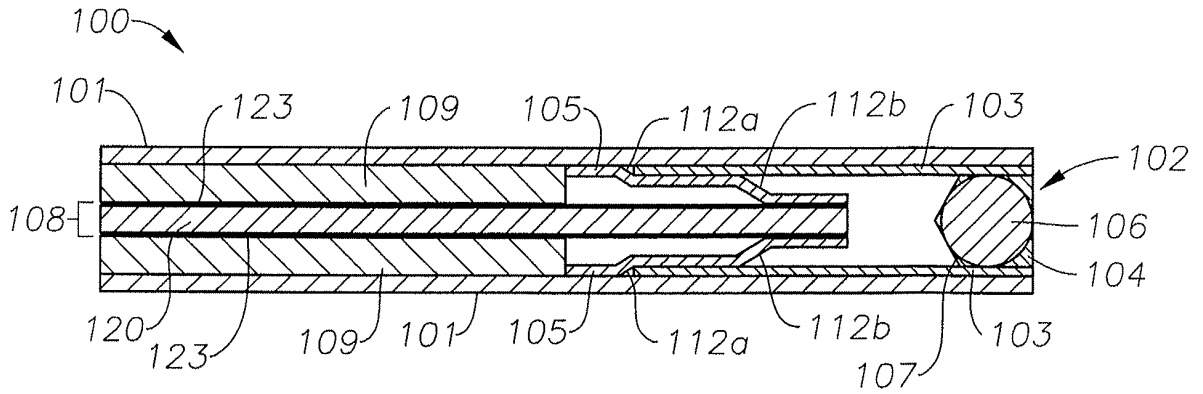


Fig. 1

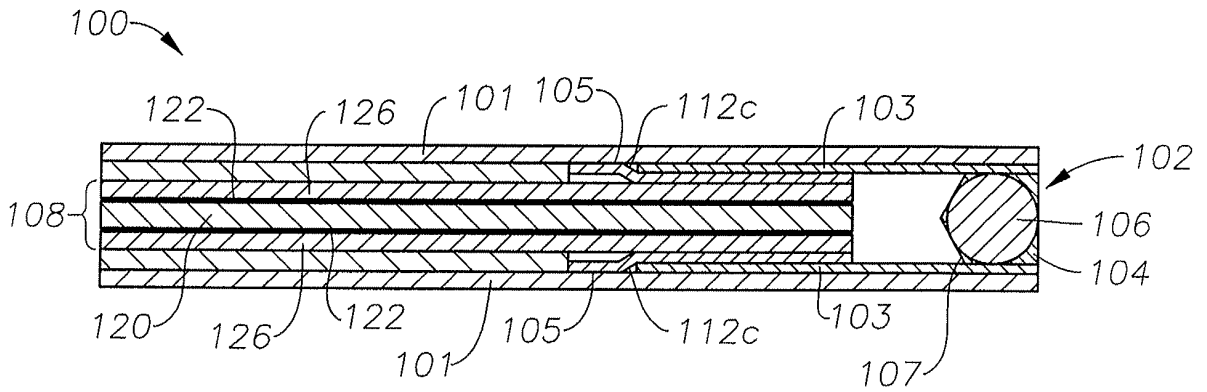


Fig. 2



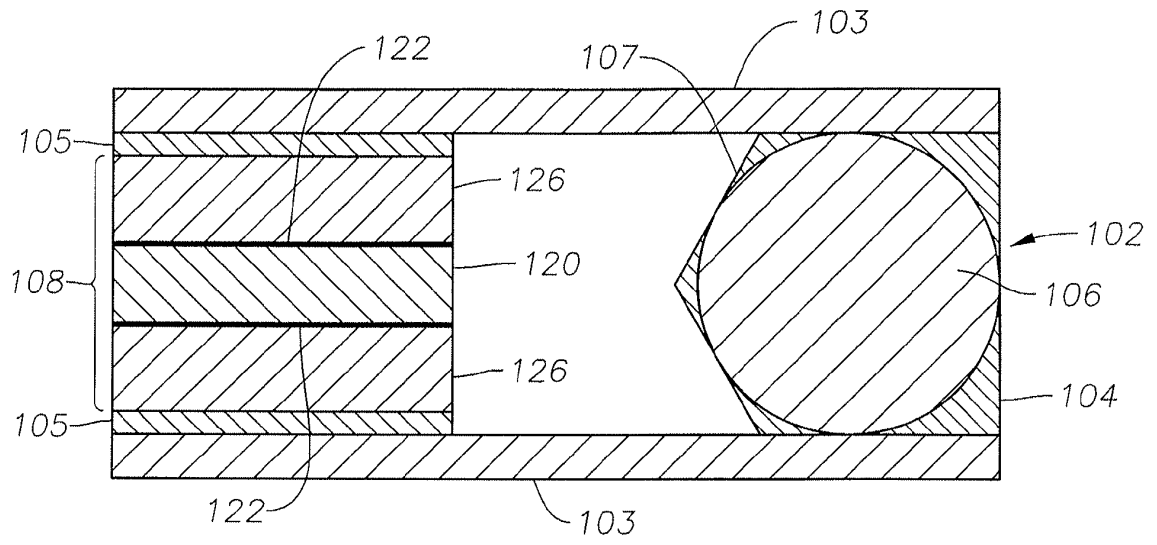


Fig. 3

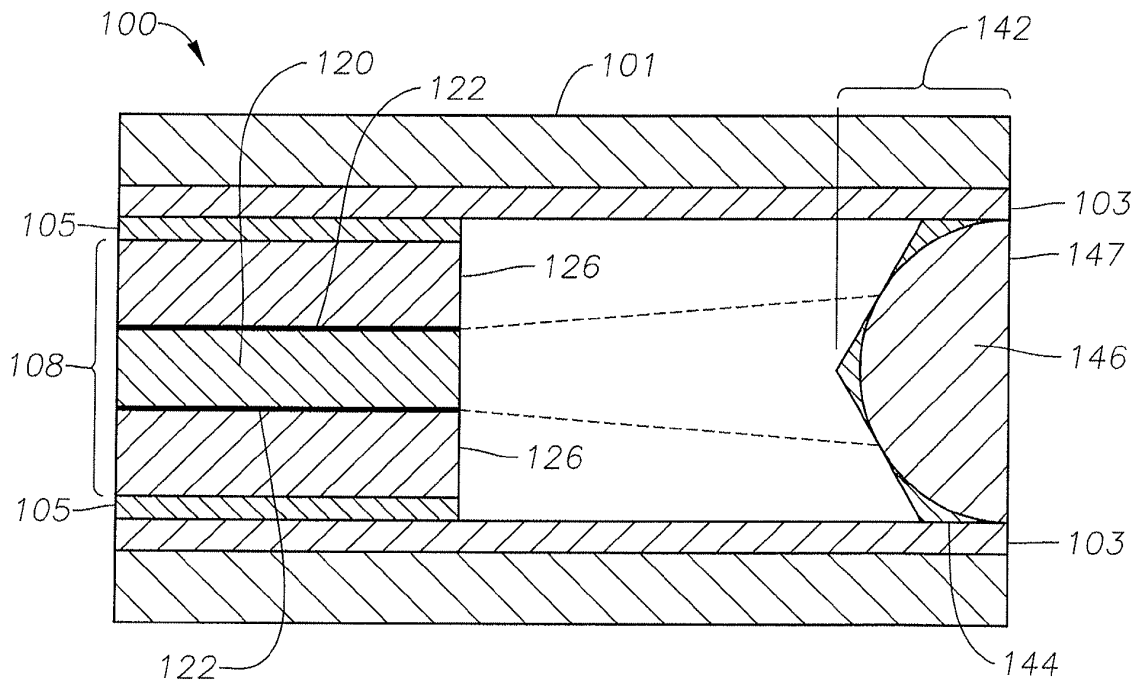


Fig. 4

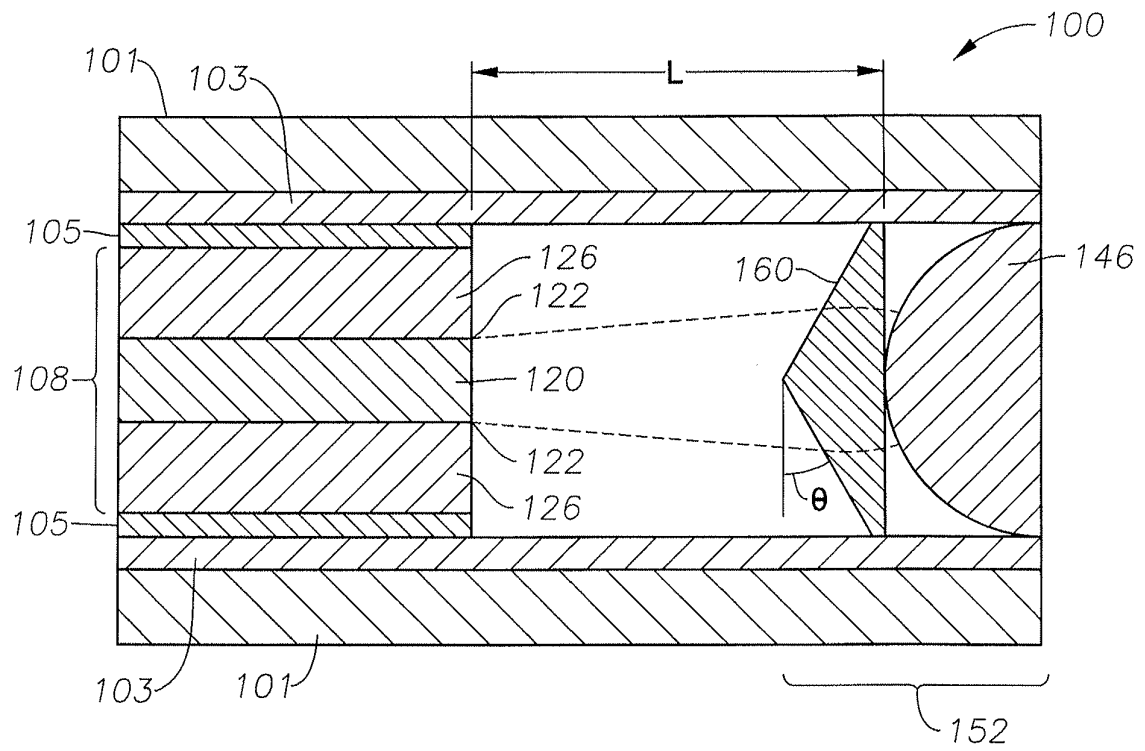


Fig. 5

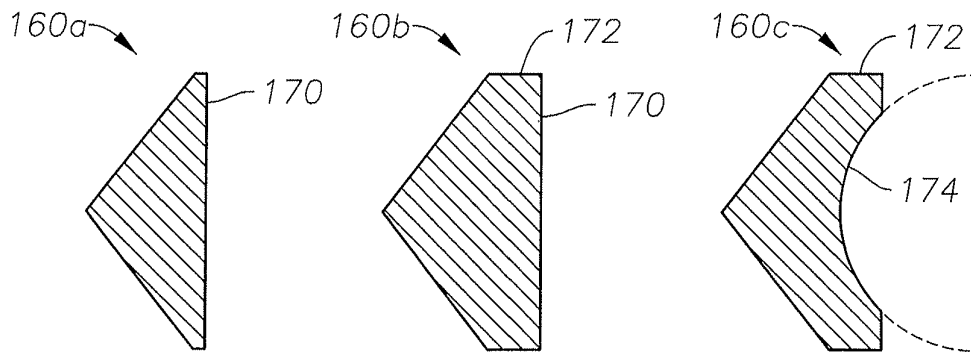


Fig. 6A

Fig. 6B

Fig. 6C

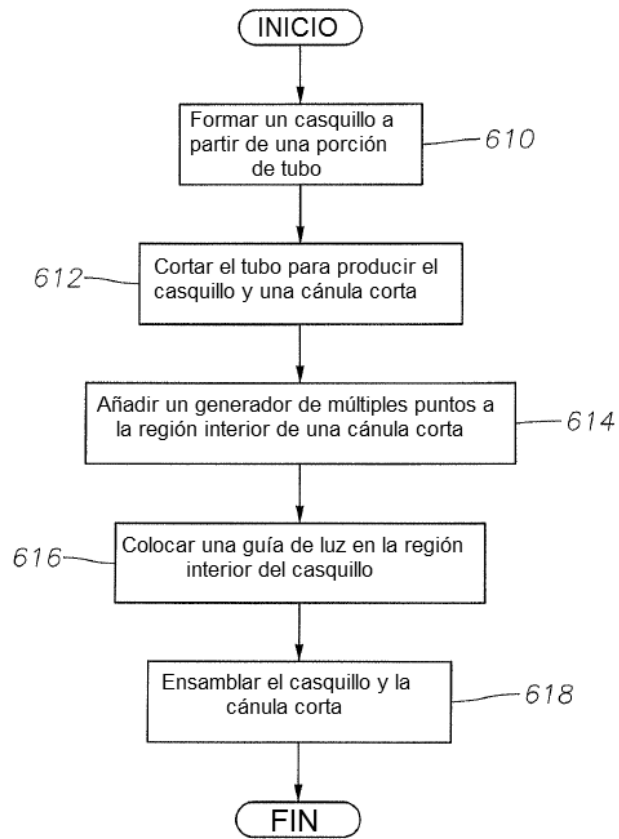


Fig. 7