

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 842**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2010 E 10830394 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014 EP 2498709**

54 Título: **Sonda de iluminación estructurada**

30 Prioridad:

**11.11.2009 US 260079 P**

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

**30.01.2015**

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)  
6201 South Freeway IP Legal TB4-8  
Fort Worth, Texas 76134-2099, US**

72 Inventor/es:

**PAPAC, MICHAEL J. y  
SMITH, RONALD T.**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 527 842 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 de iluminación estructurada.

### 5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere en general a instrumentación y métodos quirúrgicos. En particular, la presente invención se refiere a sistemas y métodos quirúrgicos para iluminar un área durante la cirugía ocular. Aún más particularmente, la presente invención se refiere a una sonda de iluminación para proporcionar iluminación estructurada de un campo quirúrgico.

### **Antecedentes de la invención**

En cirugía oftálmica y, en particular, en cirugía vitreorretinal, los cirujanos confían en una variedad de técnicas para proporcionar contraste a fin de visualizar características de interés en la retina. Las técnicas que se utilizan comúnmente son la formación de imagen de campo brillante, la formación de imagen de campo oscuro y la formación de imagen de campo de gradiente. Se crea la formación de imagen de campo de gradiente iluminando una característica mediante un solapamiento parcial de un punto de iluminación de modo que partes de la característica se iluminen bien por iluminación directa y partes de la característica se atenúen en luminosidad o se retroiluminen por luz dispersa, o través de un contraste dinámico moviendo un haz de iluminación sobre la característica retinal. Debido a que se proporciona una iluminación endoscópica insertando una punta de sonda a través de una pequeña incisión, al hecho de que la sonda puede tener que articularse a través del punto de incisión, y a que la sonda de iluminación forma un ángulo de incidencia finito con relación a un microscopio de visión, la provisión de un contraste deseable es difícil de materializar en un ajuste quirúrgico práctico.

La iluminación patronizada (estructurada) puede utilizarse para proporcionar un contraste por el cual un cirujano pueda visualizar estructuras oculares tales como estructuras retinales. Para obtener una iluminación de contraste deseable, es preferible crear un patrón regular de iluminación (los patrones de iluminación irregulares, tales como patrones anulares en espiral o patrones en forma de rosquilla, no proporcionan un contraste favorable). Sin embargo, se desconocen sondas iluminadoras que puedan proporcionar eficientemente una iluminación estructurada segura para uso en intervenciones oftálmicas.

El documento US2007293726, por ejemplo, se refiere a dispositivos, sistemas y métodos médicos que pueden utilizarse para facilitar la inserción transnasal y el posicionamiento de alambres de guía y otros diversos dispositivos e instrumentos en localizaciones deseadas dentro del oído, la nariz, la garganta, los senos paranasales o el cráneo. La visión directa de tales ubicaciones se realiza a través de un endoscopio. El documento US2010134607, por ejemplo, se refiere a un aparato de observación endoscópico y prevé que se obtenga una imagen cuantitativa de un sujeto, sin verse influenciado por la distancia desde el sujeto, midiendo con precisión la distancia absoluta entre el sujeto y la punta de un fototransmisor que irradia luz sobre el sujeto. Se proporciona un aparato de observación endoscópico (1) que incluye, en la punta de un miembro insertado (6) que se debe disponer en una cavidad corporal, un fototransmisor (12) que irradia luz sobre un sujeto que se opone a la punta y un fotorreceptor (12) que recibe la luz de observación que vuelve desde el sujeto, un sensor ultrasónico (13) que mide la distancia absoluta entre el miembro insertado (6) y el sujeto utilizando la oscilación de ondas ultrasónicas, una unidad de corrección (32) que corrige la información de luminancia de la luz de observación sobre la base de la información de distancia absoluta obtenida por el sensor ultrasónico (13), y una unidad de generación de imagen (32) que genera una imagen del sujeto sobre la base de la información de luminancia de la luz de observación corregida por la unidad de corrección (32).

Las figuras 1 y 2 ilustran un método de la técnica anterior para iluminar una porción fuera del eje del fondo del ojo con un patrón de rayas lineales. Debido a que el patrón de rayas ilumina el fondo del ojo según un ángulo incidente fuera del eje, cualesquiera protuberancias o depresiones en la superficie retinal aparecen como rayas curvadas para un observador (figura 3). Cuando se ven a través de una cámara de fondo de ojo y se analizan, las rayas pueden utilizarse para derivar información sobre la topografía retinal. Sin embargo, este tipo de dispositivo de iluminación de la técnica anterior requiere un voluminoso sistema de iluminación fuera del eje sujeto a la cámara de fondo de ojo por una ménsula y no es útil para microcirugía dentro del ojo.

Por tanto, existe una necesidad de un iluminador oftálmico que puede proporcionar una iluminación estructurada y segura de un campo quirúrgico mientras supera los problemas y las desventajas asociados a los iluminadores oftálmicos de la técnica anterior.

### 60 **Breve resumen de la invención**

Las realizaciones de la sonda de iluminación estructurada y del sistema de la presente invención y el método también descrito para la iluminación estructurada de un campo quirúrgico satisfacen sustancialmente estas necesidades y otras. Una forma de realización de la presente invención es un sistema de iluminación quirúrgico que comprende: una fuente de luz para proporcionar un haz de luz; un cable óptico, que comprende una fibra óptica,

5 acoplado ópticamente a la fuente de luz para recibir y transmitir el haz de luz; una pieza de mano, acoplada operativamente con el cable óptico; un elemento óptico, con un extremo proximal del elemento óptico acoplado ópticamente a un extremo distal de la fibra óptica, para recibir el haz de luz y dispersar el haz de luz a fin de iluminar un área (por ejemplo, un sitio quirúrgico), en donde el área superficial del extremo proximal del elemento óptico es mayor que el área superficial del extremo distal de la fibra óptica; y una cánula acoplada operativamente con la pieza de mano para alojar y dirigir la fibra óptica y el elemento óptico.

10 El elemento óptico puede ser una guía de luz de pequeño calibre, que puede ser una guía de luz cuadrada, o un achaflanado. Por ejemplo, el elemento óptico puede ser un achaflanado acrílico o una guía de luz cuadrada de 0,9 mm por 0,9 mm, y la fibra óptica puede ser una fibra óptica de calibre 20. La combinación de una fibra óptica con un área superficial del extremo distal menor que el área superficial del extremo proximal del elemento óptico permite llenar incompletamente el espacio de la abertura de entrada del elemento óptico. El resultado es la salida de una iluminación estructurada desde el extremo distal del elemento óptico.

15 La cánula, el elemento óptico y la pieza de mano pueden fabricarse a partir de materiales biocompatibles. El cable óptico puede comprender un conector óptico para acoplar el cable óptico a la fuente de luz. Estos conectores pueden ser conectores de fibra óptica de sonda de iluminación estándar, como se conoce por los expertos en la materia, tal como conectores ACMI. En algunas realizaciones, una fibra óptica independiente en la pieza de mano puede acoplarse al extremo proximal del elemento óptico y al extremo distal de una fibra o fibras en el cable óptico. El elemento óptico, la fibra óptica y el cable óptico (es decir, la fibra o fibras ópticas dentro del cable óptico) deberán ser de un calibre compatible para transmitir el haz de luz de la fuente de luz al campo quirúrgico. Por ejemplo, los tres elementos podrían ser de igual calibre.

25 Otra forma de realización de la presente invención es una sonda de iluminación estructurada que puede ser una sonda de iluminación de calibre pequeño, que comprende: una fibra óptica, operativa para recibir un haz de luz y transmitir el haz de luz para iluminar un área; una pieza de mano, acoplada operativamente con la fibra óptica; un elemento óptico, con un extremo proximal del elemento óptico acoplado ópticamente a un extremo distal de la fibra óptica, para recibir el haz de luz y dispersar el haz de luz para iluminar un área, en donde el área superficial del extremo proximal del elemento óptico es mayor que el área superficial del extremo distal de la fibra óptica; y una cánula, acoplada operativamente con la pieza de mano, para alojar y dirigir la fibra óptica y el elemento óptico. El área puede ser un sitio quirúrgico, tal como la retina.

35 Se describen también un método para iluminación estructurada de un campo quirúrgico utilizando un iluminador estructurado de acuerdo con las enseñanzas de esta invención, y una forma de realización de pieza de mano quirúrgica del iluminador estructurado de la presente invención para uso en cirugía oftálmica. Otra forma de realización puede comprender un iluminador para proporcionar iluminación estructurada y convencional acoplando selectivamente un elemento óptico, como se describe anteriormente, o una fibra óptica distal, a la fibra óptica acoplada a la fuente de luz. La fibra óptica distal y el elemento óptico pueden ambos alojarse en la cánula y seleccionarse por medio de, por ejemplo, un actuador mecánico. La fibra óptica distal puede ser del mismo diámetro que la fibra óptica. Además, algunas formas de realización de esta invención pueden incorporarse dentro de una máquina o sistema quirúrgico para uso en cirugía oftálmica u otra. Otros usos para un iluminador estructurado diseñado de acuerdo con las enseñanzas de esta invención serán conocidos por los expertos en la materia.

45 **Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos**

Puede adquirirse una comprensión más completa de la presente invención y las ventajas de la misma haciendo referencia a la siguiente descripción considerada junto con los dibujos adjuntos, en los cuales números de referencia iguales indican características iguales y en los que:

50 Las figuras 1-3 son representaciones diagramáticas de un sistema y un método de la técnica anterior para iluminación fuera de eje de un fondo de ojo para la determinación de la topografía retinal;

La figura 4 es una representación diagramática de una forma de realización de un sistema de iluminación estructurada de acuerdo con las enseñanzas de esta invención;

55 La figura 5 es una representación diagramática de una vista detallada del extremo distal de una forma de realización de una sonda iluminadora estructurada de esta invención;

60 La figura 6 es una representación diagramática de una forma de realización de un iluminador estructurado de acuerdo con las enseñanzas de esta invención;

Las figuras 7A y 7B ilustran patrones de iluminación estructurada pronosticados que pueden proporcionarse por formas de realización de una sonda iluminadora estructurada de acuerdo con las enseñanzas de esta invención;

65 Las figuras 8A y 8B ilustran patrones de iluminación estructurada pronosticados que pueden proporcionarse por otras formas de realización de una sonda iluminadora estructurada de acuerdo con las enseñanzas de esta

invención;

La figura 9 es una imagen de un patrón de rejilla rectilínea real de puntos circulares creado por una forma de realización de un iluminador estructurado de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención;

5 La figura 10 es una representación diagramática de una vista en sección transversal de una forma de realización de una sonda iluminadora estructurada de la presente invención que comprende una fibra óptica circular de calibre 20 que llena incompletamente una guía de luz cuadrada;

10 La figura 11 muestra un patrón de iluminación estructurado en forma de diana circular que puede proporcionarse por una forma de realización de una sonda iluminadora estructurada de acuerdo con las enseñanzas de esta invención;

La figura 12 es una representación diagramática de una forma de realización de un iluminador estructurado de acuerdo con las enseñanzas de esta invención que comprende un elemento óptico ahusado;

15 Las figuras 13A-13C ilustran la salida patronizada y sin patronizar de una forma de realización de una sonda iluminadora estructurada que tiene un elemento óptico acoplado a una fuente de NA alta de acuerdo con las enseñanzas de esta invención;

20 La figura 14 es una representación diagramática de una forma de realización de una sonda iluminadora estructurada de la presente invención que comprende un elemento óptico de tubo de luz cuadrado;

Las figuras 15A y 15B son representaciones diagramáticas de una forma de realización de doble función de un iluminador estructurado de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención; y

25 La figura 16 es un diagrama que ilustra el uso de una forma de realización de un iluminador granangular de la presente invención en cirugía oftálmica.

### Descripción detallada de la invención

30 En las figuras se ilustran formas de realización preferidas de la presente invención, utilizándose los mismos números para referirse a partes iguales y correspondientes de los diversos dibujos.

35 Las diversas formas de realización de la presente invención proporcionan un dispositivo endoiluminador basado en fibra óptica de calibre pequeño (por ejemplo, calibre 19, 20, 25 o más pequeño) para uso en intervenciones quirúrgicas, tal como en cirugía vitreoretinal/de segmento posterior. Las formas de realización de esta invención pueden comprender una pieza de mano, tal como la pieza de mano Alcon-Grieshaber Revolution-DSP™ vendida por Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, Texas, conectada a una cánula de calibre pequeño (por ejemplo, calibre 19, 20, 25 o más pequeño). La dimensión interior de la cánula puede alojar una fibra óptica que puede terminar en un acoplamiento óptico a un elemento óptico, tal como una guía de luz, o en una combinación seleccionable de guía de luz y fibra óptica distal, de acuerdo con las enseñanzas de esta invención. Las formas de realización del iluminador estructurado pueden configurarse para uso en el campo general de la cirugía oftálmica. Sin embargo, se contempla y se comprenderá por los expertos en la materia que el alcance de la presente invención no está limitado a la oftalmología, sino que puede aplicarse en general a otras áreas de la cirugía en las que pueda desearse una iluminación estructurada.

45 Las formas de realización de la presente invención proporcionan una sonda, un sistema y un método de iluminación para producir una iluminación estructurada en un sitio quirúrgico. La iluminación estructurada puede consistir en, por ejemplo, un patrón de rejilla rectilínea sobre cuadrados o círculos, una serie de líneas paralelas orientadas en cualquier orientación angular deseada, un patrón de anillo único o múltiple, o una combinación de estos patrones. La salida de iluminador patronizada (estructurada) se crea con una mínima pérdida de la transmisión de sonda total acoplando ópticamente una guía de luz al extremo distal de una fibra óptica de suministro, de modo que la abertura de entrada (superficie del extremo proximal) de la guía de luz tenga un llenado espacial incompleto. El grado de llenado incompleto, la asimetría del llenado incompleto, la forma de la guía de luz y la mecanización del extremo distal de la fibra de suministro en diferentes formas (por ejemplo, círculo, elipse o casi cuadrado) pueden proporcionar un control de diseño del patrón de salida del iluminador. Las formas de realización del iluminador estructurado de esta invención pueden ser iluminadores direccionales o de tipo araña, u otros tipos de iluminador oftálmico como los conocidos por los expertos en la materia. Las formas de realización del iluminador estructurado de esta invención pueden proporcionar una visualización mejorada de estructuras retinales y/o de la topología de la superficie retinal.

50 Las formas de realización del iluminador de la presente invención pueden producir una iluminación estructurada en forma de un patrón de rejilla regular o irregular de formas (por ejemplo, círculos, cuadrados, elipses, rectángulos o formas más complejas) a partir del extremo distal de la cánula del iluminador. Otras formas de realización pueden producir una iluminación estructurada en forma de un patrón lineal, un patrón de anillos simétricos o asimétricos (por ejemplo, una diana) y, en al menos una forma de realización, una iluminación estructurada y convencional, o

65

múltiples patrones de iluminación estructurada, simultánea o secuencialmente.

Una forma de realización del iluminador estructurado de esta invención puede comprender una fibra óptica, un elemento óptico, un vástago (cánula) y una pieza de mano fabricados a partir de materiales poliméricos biocompatibles, de tal manera que la porción invasiva del iluminador estructurado puede hacerse como un utensilio quirúrgico desechable de bajo coste. A diferencia de la técnica anterior, las formas de realización del iluminador estructurado de esta invención pueden proporcionar un contraste mejorado de estructuras retinales durante la cirugía vitreorretinal utilizando sólo iluminación estructurada, o, en una forma de realización de doble función, una combinación de iluminación estructurada y convencional, simultánea o secuencialmente. Las formas de realización de esta invención fabricadas a partir de materiales poliméricos biocompatibles pueden integrarse en un mecanismo de pieza de mano articulado de bajo coste, de tal manera que estas formas de realización puedan constituir un instrumento iluminador desechable barato.

La figura 4 es una representación diagramática de un sistema quirúrgico 2 que comprende una pieza de mano 10 para suministrar un haz de luz desde una fuente de luz 12 a través de un cable 14 hasta un vástago 16. El cable 14 puede ser un cable de fibra óptica de cualquier calibre, como se conoce en la técnica, tal como un cable que tiene una fibra de calibre 19, 20 o 25. Además, el cable 14 puede comprender una única fibra óptica o una pluralidad de fibras ópticas acopladas ópticamente a la fuente de luz 12 para recibir y transmitir el haz de luz a una fibra óptica 22 dentro del vástago 16 a través de la pieza de mano 10. El vástago 16 está configurado para alojar una fibra óptica 22 y un elemento óptico 20 en el extremo distal del vástago 16, como se ilustra más claramente en las figuras 5-6. El sistema de acoplamiento 32 puede comprender un conector de fibra óptica en cada extremo del cable 14 para acoplar ópticamente la fuente de luz 12 a la fibra óptica 22 dentro de la pieza de mano 10, como se discute más completamente a continuación.

La figura 5 es un diagrama más detallado que ilustra una forma de realización del elemento óptico 20. La figura 5 proporciona una vista ampliada del extremo distal del vástago 16. El vástago 16 se muestra alojando la fibra 22 y el elemento óptico 20. El elemento óptico 20 está acoplado ópticamente a la fibra 22, que puede a su vez acoplarse ópticamente al cable de fibra óptica 14. En algunas formas de realización, el cable de fibra óptica 14 puede comprender una fibra óptica que se extiende desde el acoplamiento de la fuente de luz a través de la pieza de mano 10 y se acopla ópticamente de forma directa al elemento óptico 20. Para estas formas de realización, no se utiliza una fibra independiente 22. La superficie del extremo distal de la fibra óptica 22/14 puede pegarse ópticamente a la superficie del extremo proximal del elemento óptico 20, como se describe más completamente a continuación. El elemento óptico 20 puede comprender, por ejemplo, una guía de luz o achaflanado de plástico u otro polímero de grado óptico mecanizado o moldeado por inyección.

Cuando se implementa dentro de la pieza de mano 10, la fibra 22 es de un calibre compatible con el calibre del cable de fibra óptica 14, de tal manera que pueda recibir y transmitir luz procedente del cable de fibra óptica 14. La pieza de mano 10 puede ser cualquier pieza de mano quirúrgica conocida en la técnica, tal como la pieza de mano Revolution-DSP™ vendida por Alcon Laboratories, Inc., de Fort Worth, Texas. La fuente de luz 12 puede ser una fuente de luz de xenón, una fuente de luz halógena, una fuente de luz LED o cualquier otra fuente de luz capaz de proporcionar luz apta para ser suministrada a través de una fibra óptica. El vástago 16 puede ser una cánula de calibre pequeño, tal como dentro del rango de calibre 18 a 30, como se conoce por los expertos en la materia. El vástago 16 puede ser de acero inoxidable o un polímero biocompatible adecuado (por ejemplo, PEEK, poliimida, etc.), como se conoce por los expertos en la materia.

La fuente de luz 12 puede acoplarse ópticamente a la pieza de mano 10 (es decir, a la fibra 22) utilizando, por ejemplo, conectores de fibra óptica ACMI estándar en los extremos del cable de fibra óptica 14. Esto permite el acoplamiento eficiente de luz desde la fuente de luz 12 a través del cable de fibra óptica 14 hasta la pieza de mano 10 y saliendo finalmente del elemento óptico 20 en el extremo distal del vástago 16. La fuente de luz 12 puede comprender filtros, como se conoce por los expertos en la materia, para reducir los efectos térmicos dañinos de la radiación infrarroja absorbida que se origina en la fuente de luz. El filtro o los filtros de la fuente de luz 12 pueden utilizarse para iluminar selectivamente un campo quirúrgico con diferentes colores de luz, tal como para excitar un tinte quirúrgico.

La patronización espacial de la luz emitida desde fibras multimodo con al menos algún grado de simetría radial puede tener lugar siempre que ocurra lo siguiente: la luminancia de la luz en la abertura de entrada a la fibra es asimétrica y espacialmente no uniforme; si la fibra no es recta en toda su longitud (es decir, al menos se ahúsa una porción), entonces la no uniformidad espacial de la luminancia en la abertura de entrada a la fibra no necesita ser asimétrica; o si alguna característica u obstrucción impide que todos los rayos de luz pasen a través de la fibra con un 100% de eficiencia (tal como un parche absorbente en una región del revestimiento en el lado del tubo de luz). Estos fenómenos pueden tener lugar en sondas de iluminación de la técnica anterior, pero se consideran usualmente objetables para la iluminación general. Sin embargo, se ha encontrado que cierta iluminación estructurada, tal como la proporcionada por las formas de realización de la presente invención, puede ser ventajosa para mejorar la capacidad de un observador (por ejemplo, un cirujano) para discernir características retinales, tales como las características retinales con áreas elevadas o deprimidas con relación al tejido retinal circundante.

La figura 6 muestra una forma de realización de una sonda iluminadora estructurada de acuerdo con la presente invención. La sonda iluminadora estructurada 300 comprende una pieza de mano 310 y un cable óptico 314, que comprende una cubierta exterior protectora y una fibra óptica 322, acoplado operativamente con la pieza de mano 310. La fibra óptica 322 puede acoplarse ópticamente a una fuente de luz, no mostrada, para recibir un haz de luz y transmitir el haz de luz al elemento óptico 320. El elemento óptico 320 y el extremo distal de la fibra óptica 322 están alojados dentro de la cánula 316. El elemento óptico 320 recibe el haz de luz de la fibra óptica 322 y proporciona como salida una iluminación patronizada 350 en su extremo distal. Como puede verse en la figura 6, la fibra óptica 320 tiene un área en sección transversal menor que el elemento óptico 320 (es decir, el área superficial de la superficie del extremo distal de la fibra óptica 322 es menor que el área superficial de la superficie del extremo proximal del elemento óptico 320). El elemento óptico 320 puede tener una forma de sección transversal circular, cuadrada, elíptica u otra y puede ser una guía de luz o un achafanado.

La cánula (vástago) 316 puede estar hecha de acero y puede estar suavemente curvada para contactar con el elemento óptico 320 sólo en el extremo distal remoto, como se muestra en la figura 5, o puede hacer contacto con el elemento óptico en cualquier punto a lo largo de su longitud. En el punto o puntos de contacto, el elemento óptico 320 puede pegarse al vástago 316 por medio de un adhesivo para proporcionar una resistencia mecánica y una junta de estanqueidad para impedir que el líquido del ojo penetre en cualquier intersticio de aire entre el elemento óptico 320 y el vástago 316. El elemento óptico 320 puede acoplarse también al vástago 316 de tal manera que su extremo distal se extienda fuera ligeramente más allá del extremo distal del vástago 316. La fibra óptica 322 y el elemento óptico 320 pueden acoplarse ópticamente por simple contacto, utilizando un adhesivo óptico o por otras técnicas de pegado, como se conoce por los expertos en la materia, de tal manera que la fibra óptica 322 esté asimétricamente acoplada al elemento óptico 320 para crear un patrón de salida estructurado 350.

Las figuras 7A y 7B ilustran patrones de iluminación estructurada pronosticados que comprenden una rejilla rectilínea de cuadrados que puede proporcionarse por una forma de realización de la sonda iluminadora de la presente invención. Los patrones creados en las figuras 7A y 7B son establecidos por una forma de realización que tiene un extremo distal de la fibra óptica 322 mecanizado en forma de un cuadrado y acoplado a un elemento óptico 320 que comprende una guía de luz cuadrada mayor. La figura 7A representa una agrupación ordenada de alta densidad de imágenes cuadradas y la figura 7B representa una agrupación ordenada de baja densidad de imágenes cuadradas.

Las figuras 8A y 8B ilustran patrones de iluminación estructurada pronosticados que comprenden una rejilla rectilínea de cuadrados que puede ser proporcionada por otra forma de realización de la sonda iluminadora de la presente invención. Los patrones mostrados en las figuras 8A y 8B son creados por una forma de realización que tiene una fibra óptica 322 no mecanizada provista de un extremo circular convencional acoplado a un elemento óptico 320 que comprende una guía de luz cuadrada de área superficial mayor. La figura 8A representa una agrupación ordenada de alta densidad de imágenes cuadradas y la figura 8B representa una agrupación ordenada de baja densidad de imágenes cuadradas.

La figura 9 es una imagen de un patrón de rejilla rectilínea real de puntos circulares creada por una forma de realización del iluminador estructurado de la presente invención que comprende una fibra óptica circular 322 de calibre 20 que llena incompletamente una guía de luz cuadrada 320 de 0,9 mm por 0,9 mm, como se muestra en el detalle de sección transversal en la figura 10. Las franjas de luz en el perímetro del patrón de salida (haz de luz) pueden eliminarse abriendo la salida de la guía de luz 320.

Las formas de realización del iluminador estructurado de la presente invención pueden proporcionar también patrones de iluminación de diana circular, tal como se muestra en la figura 11. Un patrón de este tipo puede ser creado por un elemento óptico 420 que comprende un achafanado ópticamente acoplado a la fibra óptica 422, como se muestra en la figura 12. La fibra óptica 422 y el elemento óptico 420 de la figura 12 son análogos a los elementos 20, 22 y 320, 322 en las figuras previas y proporcionan funciones como las descritas para ellos. Como se muestra en la figura 12, la fibra óptica 422 trasmite un haz de luz (como se describe previamente con respecto a otras formas de realización) al elemento óptico 420, llenando incompletamente la abertura de entrada del elemento óptico (achafanado) 420. El elemento óptico 420 puede ser un achafanado acrílico.

Las formas de realización discutidas anteriormente proporcionan una iluminación estructurada utilizando fibras ópticas estándar que tienen típicamente una NA (apertura numérica) limitada a 0,5 o 0,63. En cambio, otras formas de realización pueden comprender un elemento óptico acoplado ópticamente a una fuente de NA alta, tal como un LED o un cristal fotónico de alta NA o una fibra óptica fotónica de brecha de banda. En tales formas de realización el patrón se extenderá en toda la NA completa de la fuente acoplada al elemento óptico. Las figuras 13A-13C ilustran la salida patronizada y sin patronizar de una forma de realización de este tipo. La figura 13A muestra la salida desnuda de una fuente de LED sin una guía de luz distal en su sitio. Las figuras 13B y 13C muestran la salida patronizada creada por la misma fuente de LED con una guía de luz en su sitio, llenando incompletamente en este ejemplo un tubo de luz de sección transversal cuadrada (elemento óptico) que utiliza una fuente de LED de emisión lambertiana. La figura 14 es una representación diagramática de tal forma de realización, que muestra un elemento óptico 520 que comprende un tubo de luz cuadrado. El tubo de luz 520 se muestra incompletamente lleno por una fuente de luz LED lambertiana.

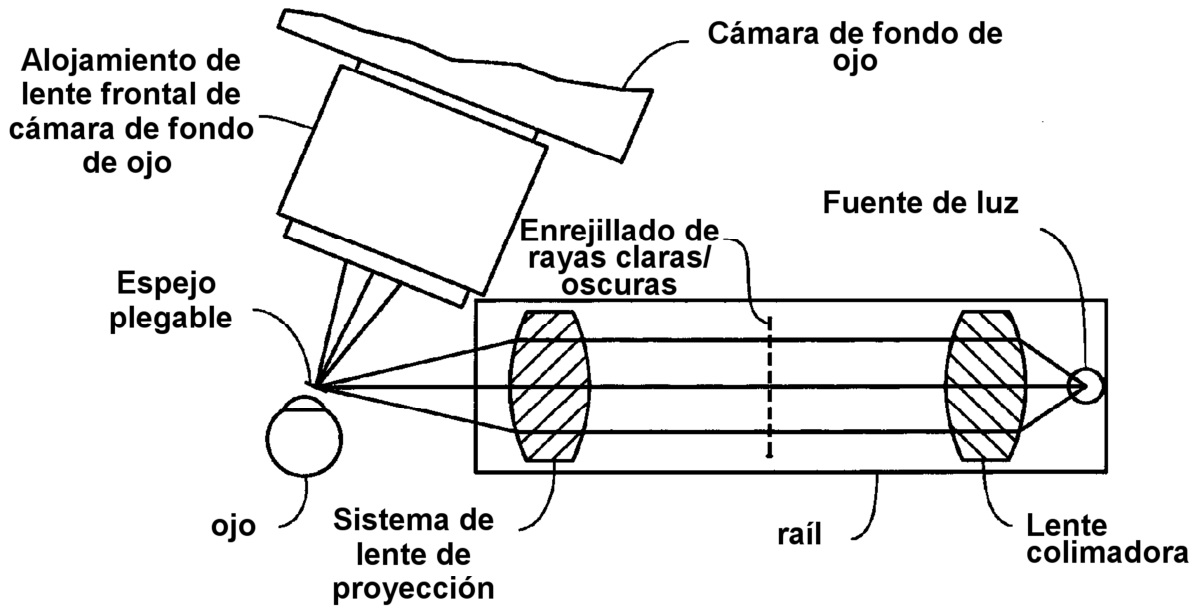
5 Las figuras 15A y 15B son representaciones diagramáticas de una forma de realización de doble función del  
iluminador estructurado de la presente invención. En esta forma de realización, la pieza de mano 510 incluye un  
actuador 512, que puede ser un mecanismo de accionamiento mecánico, eléctrico, magnético u otro, conocido por  
los expertos en la materia, para seleccionar entre dos trayectorias de salida distales del elemento óptico 520. En  
esta forma de realización, el elemento óptico 520 comprende una fibra óptica distal 525 para proporcionar una  
iluminación estándar y una guía de luz distal 530 para proporcionar una iluminación estructurada de acuerdo con las  
enseñanzas aquí descritas. En funcionamiento, un usuario puede seleccionar entre las dos trayectorias de salida por  
medio del actuador 512, que, por ejemplo, como se muestra en la figura 15A, puede alinear mecánicamente la fibra  
10 óptica de suministro 522 con la fibra óptica distal 525 o la guía de luz distal 530. Unos topes de precisión 540  
aseguran la alineación apropiada entre la fibra óptica de suministro 522 y la fibra óptica distal 525 o la guía de luz  
distal 530. Un usuario de tal forma de realización de la presente invención puede tener así a su disposición una  
sonda de doble función que puede proporcionar uno u otro tipo de iluminación según demanda, sin requerir un  
cambio de instrumento.

15 La figura 16 ilustra el uso de una forma de realización del iluminador estructurado de esta invención en una cirugía  
oftálmica. En funcionamiento, la pieza de mano 10 suministra un haz de luz a través del vástago 16 (a través de la  
fibra óptica 22/14) y a través del elemento óptico 20 para iluminar una retina 28 de un ojo 30. La luz suministrada a  
través de la pieza de mano 10 al elemento óptico 20 es generada por la fuente de luz 12 y suministrada para  
20 iluminar la retina 28 por medio del cable de fibra óptica 14 y el sistema de acoplamiento 32. El elemento óptico 20  
puede hacerse funcionar para proporcionar una iluminación estructurada en un patrón deseado sobre la retina a fin  
de proporcionar el contraste necesario para la visualización útil de características retinales.

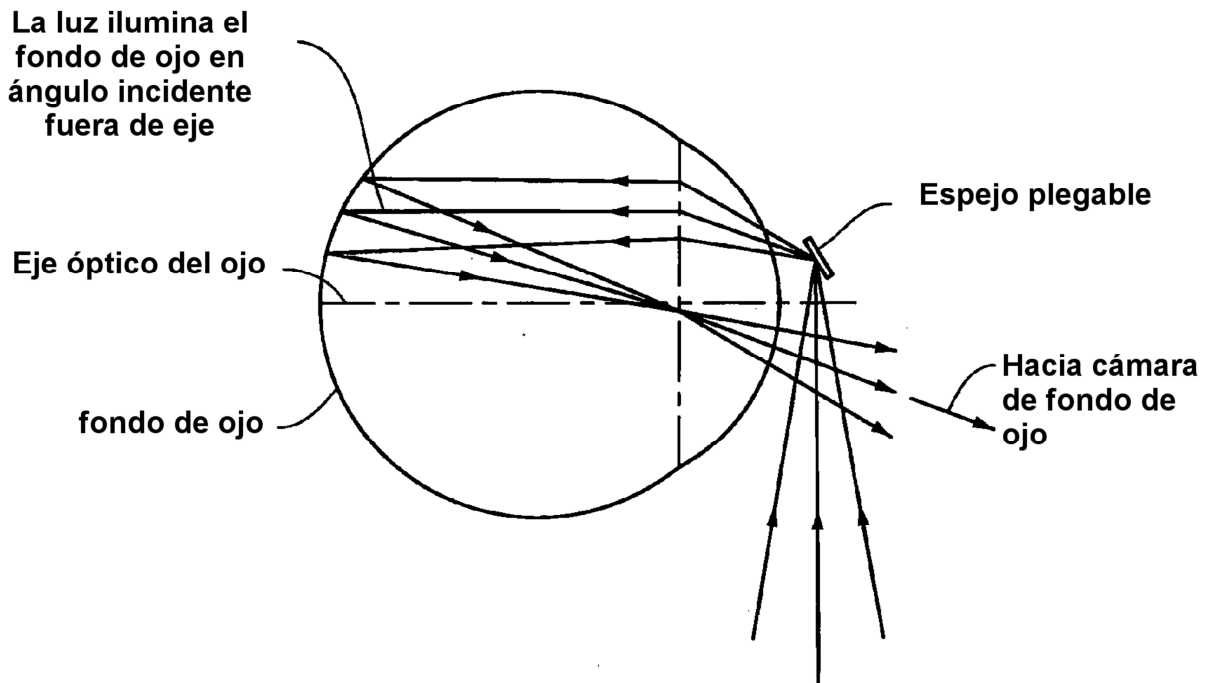
25 Aunque la presente invención se ha descrito en la presente memoria con detalle haciendo referencia a las  
realizaciones ilustradas, deberá entenderse que la descripción se proporciona modo de ejemplo solamente y no  
debe interpretarse en sentido limitativo. Por tanto, debe entenderse además que numerosos cambios en los detalles  
de las realizaciones de esta invención y realizaciones adicionales de la misma serán evidentes y pueden ser  
realizadas por expertos ordinarios en la materia haciendo referencia a esta descripción. Se contempla que todos  
esos cambios y realizaciones adicionales estén dentro del espíritu y el alcance verdadero de esta invención según  
30 se reivindica a continuación. Así, aunque la presente invención se ha descrito con particular referencia al área  
general de la cirugía oftálmica, las enseñanzas contenidas en la presente memoria se aplican igualmente  
dondequiera que se desee proporcionar iluminación estructurada de un sitio quirúrgico.

**REIVINDICACIONES**

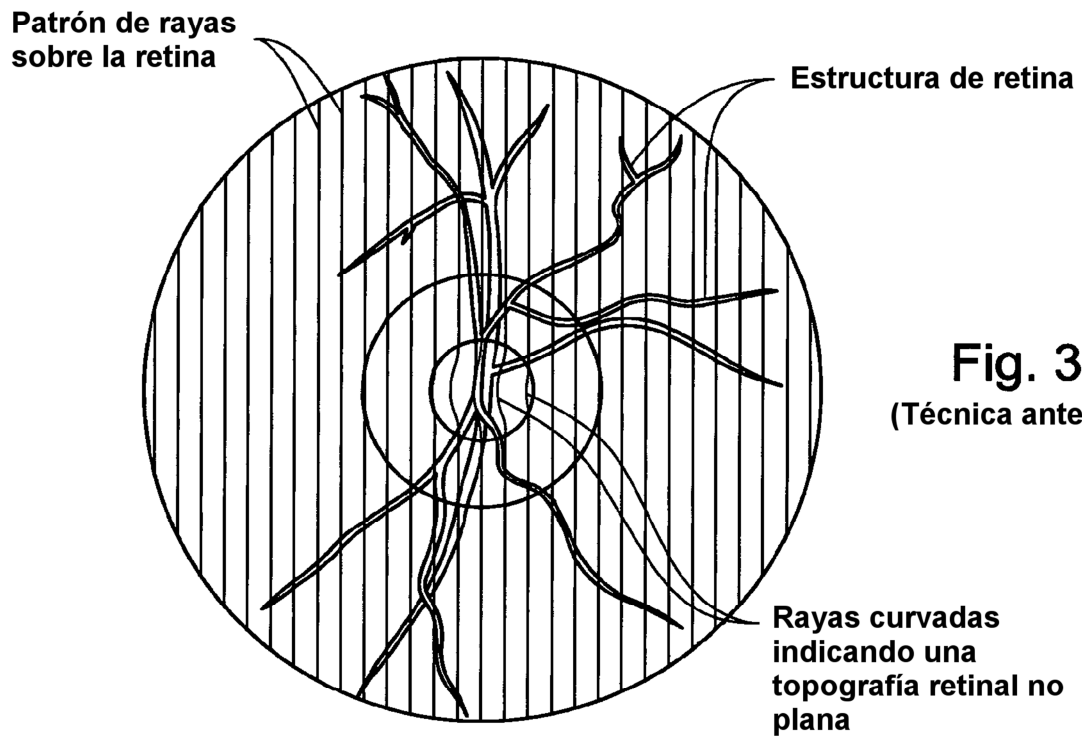
1. Sonda de iluminación estructurada (300), que comprende:
- 5 una fibra óptica (22, 322) que puede hacerse funcionar para recibir y transmitir un haz de luz;
- una pieza de mano (10, 310) acoplada operativamente con la fibra óptica;
- 10 un elemento óptico (20, 320), con un extremo proximal del elemento óptico ópticamente acoplado a un extremo distal de la fibra óptica, para recibir el haz de luz y dispersar el haz de luz para iluminar un área, y una cánula (16, 316), acoplada operativamente con la pieza de mano, para alojar y dirigir la fibra óptica y el elemento óptico, caracterizada por que el extremo distal de dicha fibra óptica (322) se ha mecanizado en forma de cuadrado y está acoplado con el elemento óptico (320), que comprende una guía de luz cuadrada mayor.
- 15 2. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que el elemento óptico (20, 320) es de plástico mecanizado o moldeado por inyección.
3. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que el elemento óptico (20, 320) es un elemento óptico de calibre 19, 20 o 25.
- 20 4. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que la cánula (16, 316) y la pieza de mano (310) están fabricadas a partir de materiales biocompatibles.
5. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que la fuente de luz (12) es una fuente de luz de xenón.
- 25 6. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que la fuente de luz (12) es una fuente de luz LED.
- 30 7. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que el elemento óptico (20, 320) es una guía de luz.
8. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que el elemento óptico (20, 320) es un achaflanado.
- 35 9. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 1, en la que la fibra óptica (22, 322) está acoplada ópticamente en un extremo proximal a un cable óptico (14, 314) y en la que el cable óptico (14, 314) está acoplado operativamente con la fuente de luz (12) para transmitir el haz de luz a la fibra óptica.
- 40 10. Sonda de iluminación estructurada según la reivindicación 9, en la que el calibre del cable óptico (14) y el calibre de la fibra óptica (22, 322) son iguales.
- 45 11. Sistema de iluminación estructurada (2), que comprende una sonda de iluminación estructurada (300) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además una fuente de luz (12) para proporcionar un haz de luz, y un cable óptico (14, 314), que comprende la fibra óptica (22, 322), acoplado ópticamente a la fuente de luz para recibir y transmitir el haz de luz; y en el que la pieza de mano (10, 210) está acoplada operativamente con el cable óptico.
- 50 12. Sistema de iluminación estructurada según la reivindicación 11, que comprende además una junta de estanqueidad en el extremo distal de la cánula (16, 316) entre el elemento óptico (20, 320) y la cánula (16, 316).



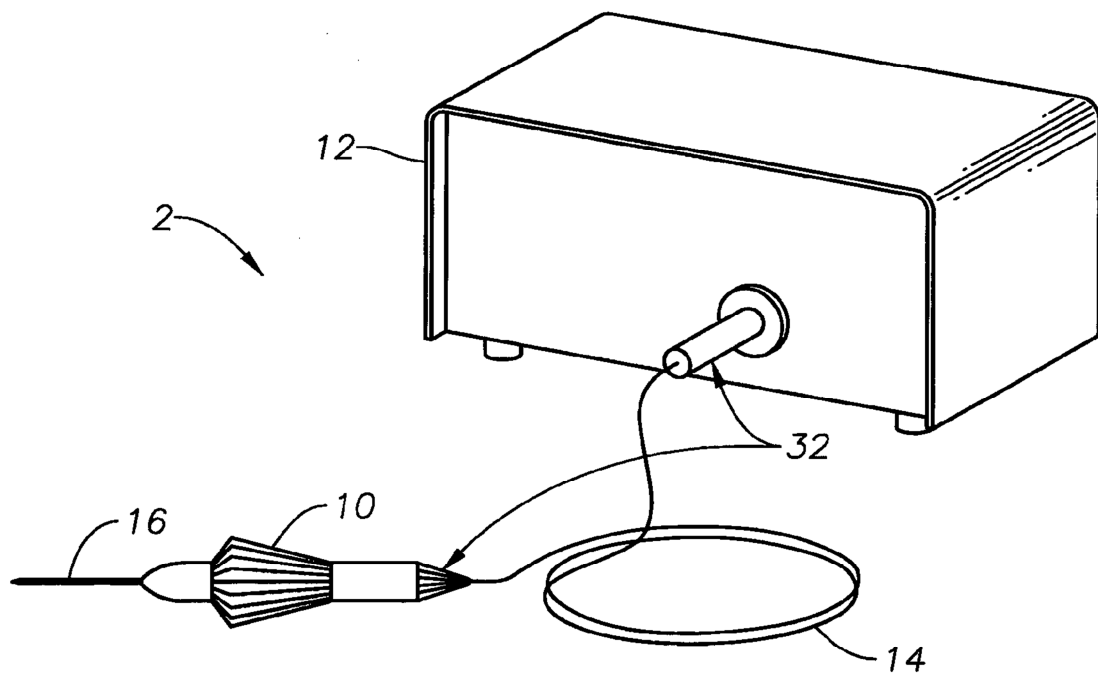
**Fig. 1**  
(Técnica anterior)



**Fig. 2**  
(Técnica anterior)



**Fig. 3**  
(Técnica anterior)



**Fig. 4**

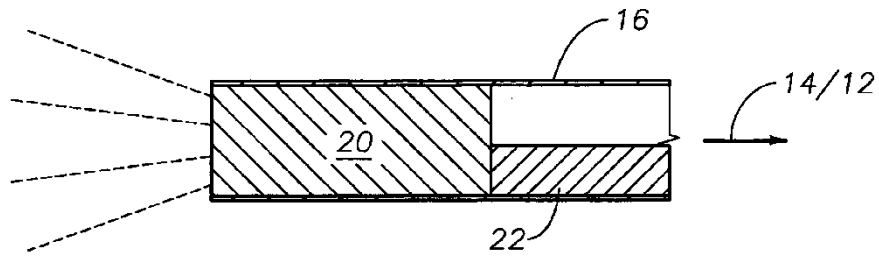


Fig. 5

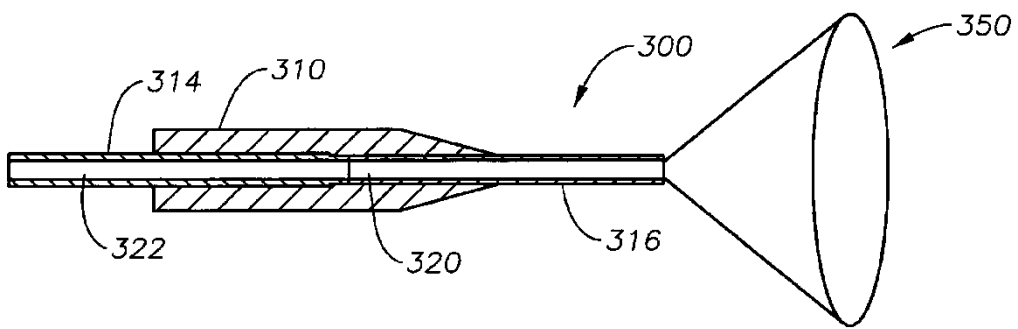


Fig. 6

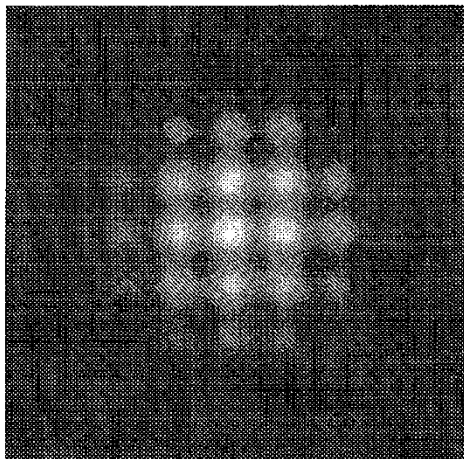


Fig. 7A

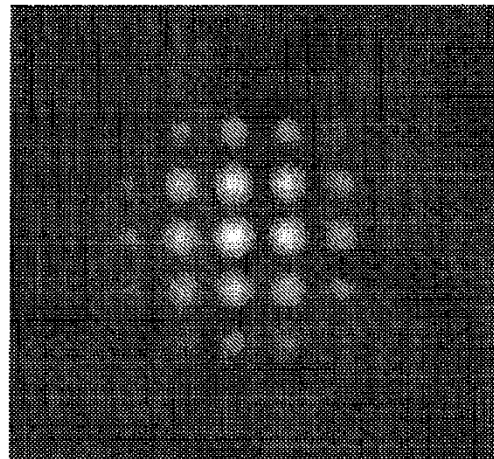


Fig. 7B

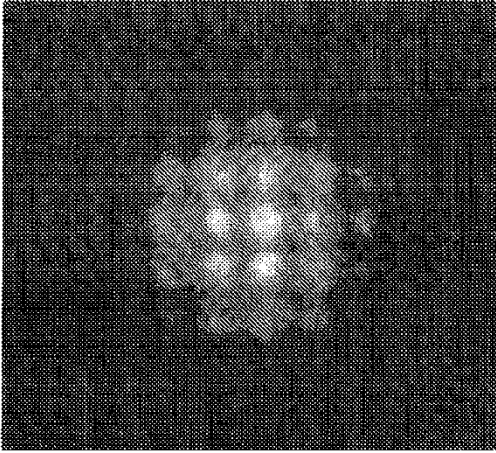


Fig. 8A

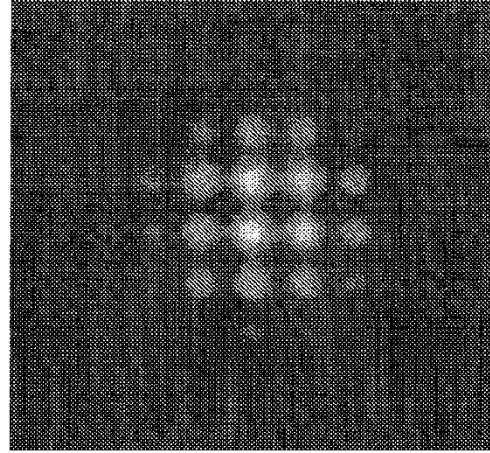


Fig. 8B

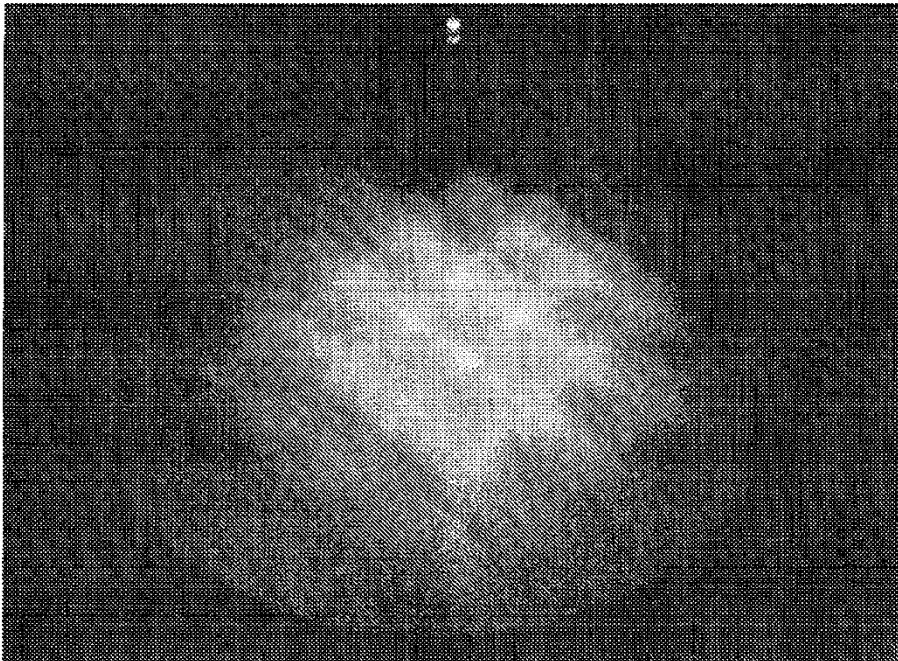


Fig. 9

Fig. 10

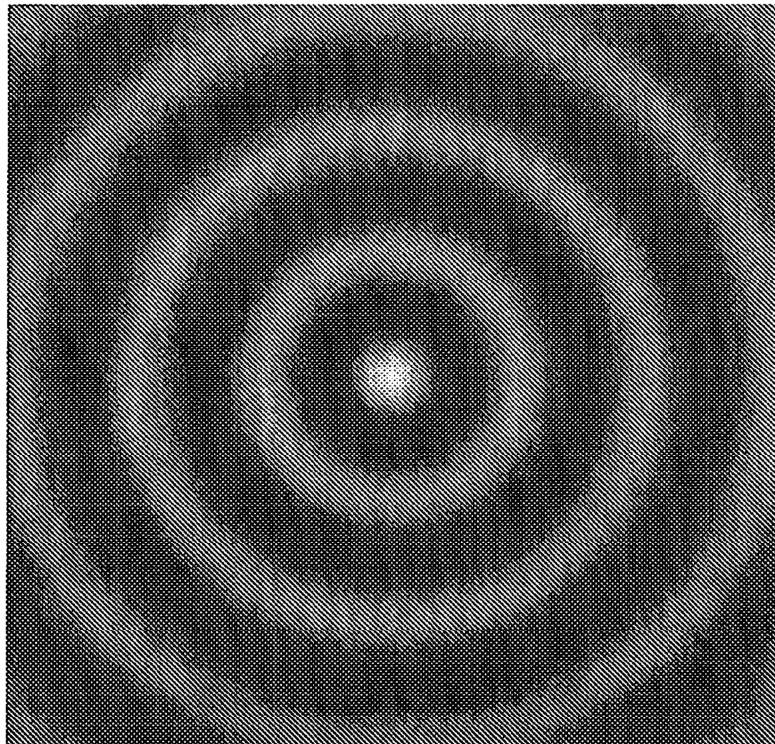
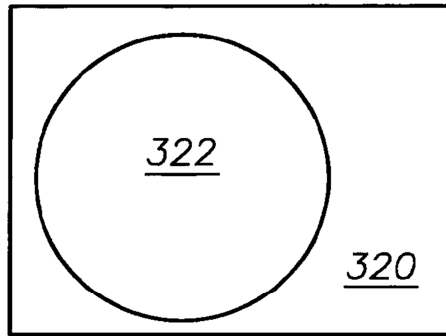
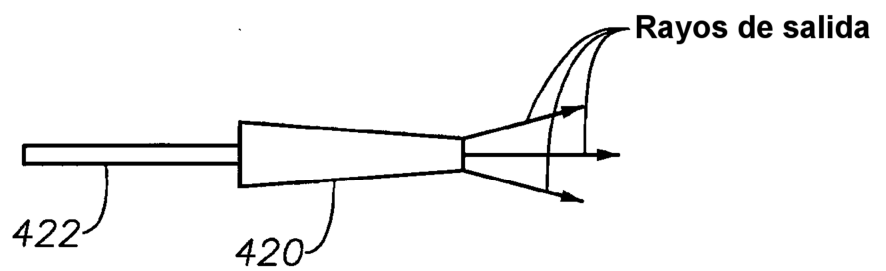


Fig. 11

Fig. 12



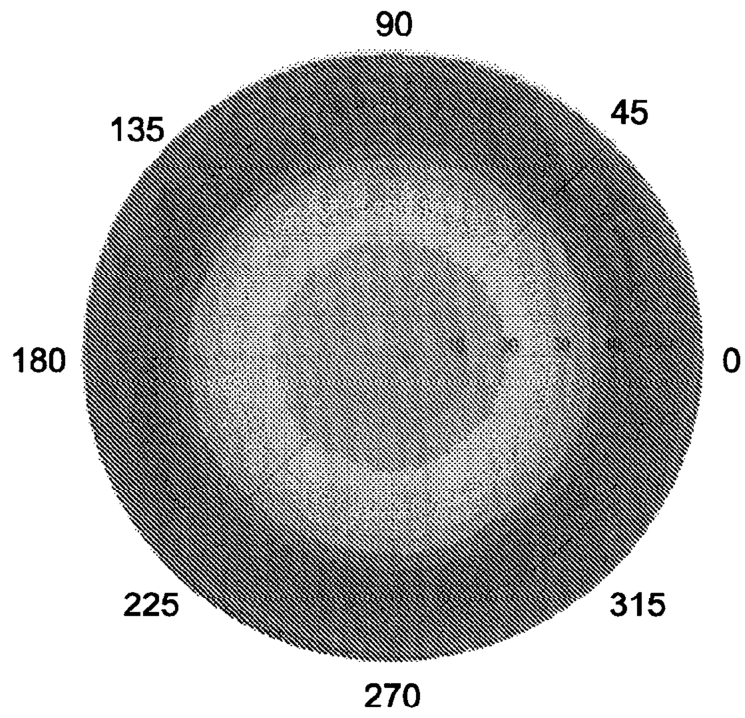


Fig. 13A

Patronizado

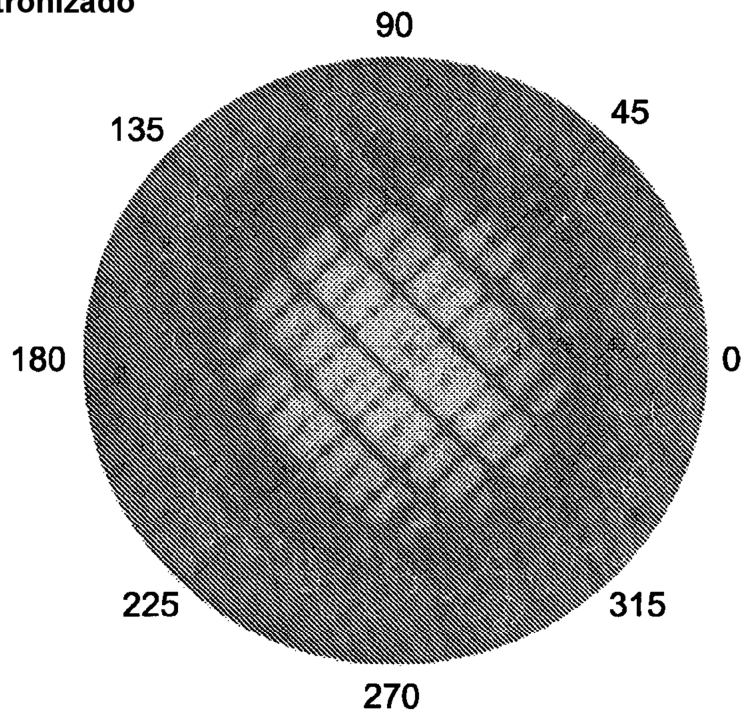


Fig. 13B

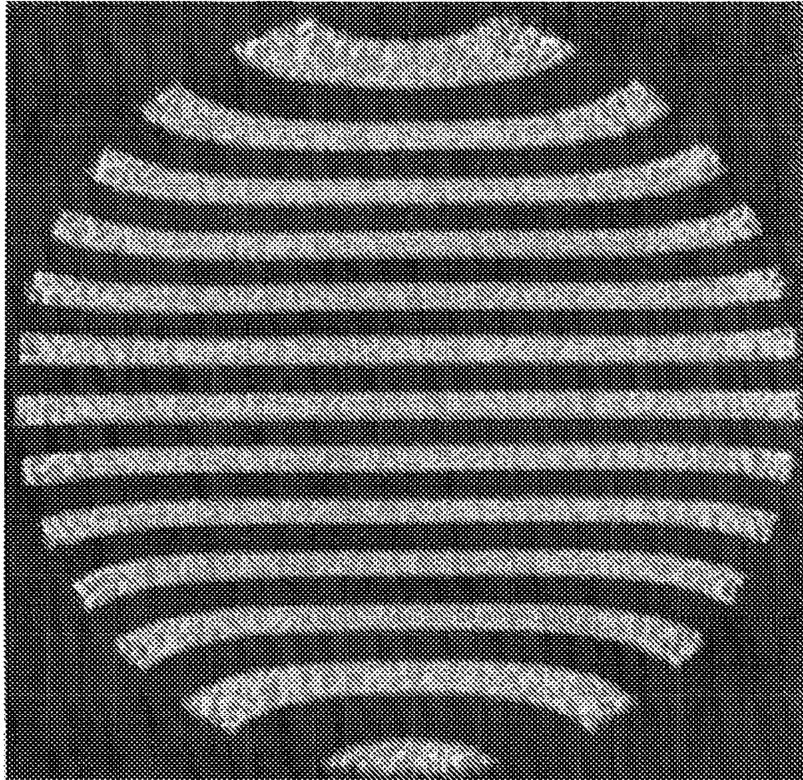


Fig. 13C

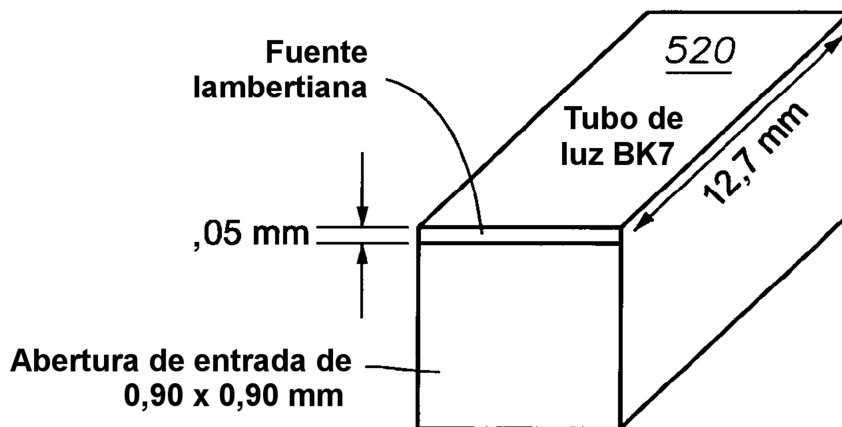


Fig. 14

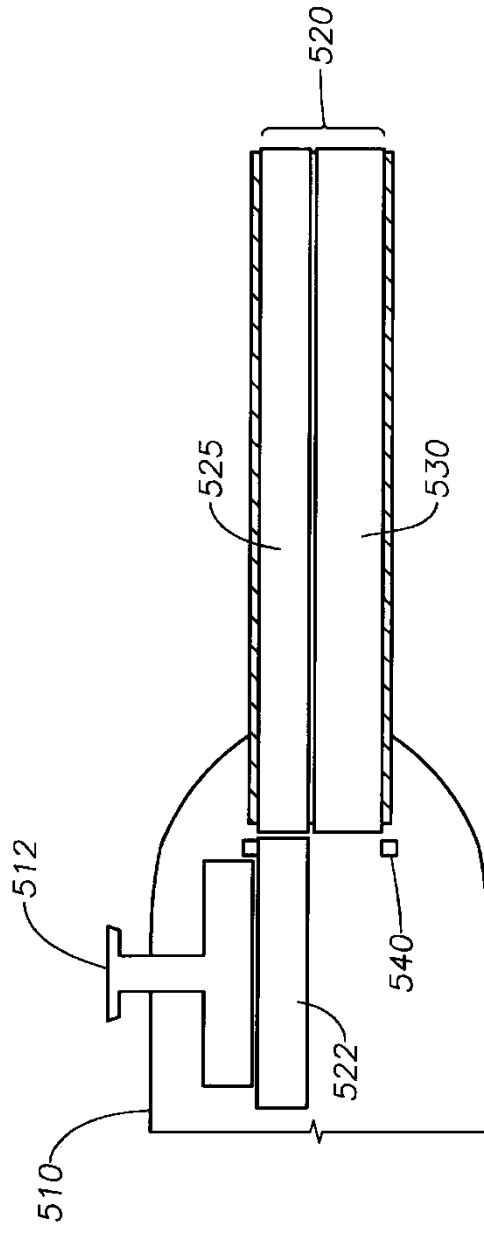


Fig. 15A

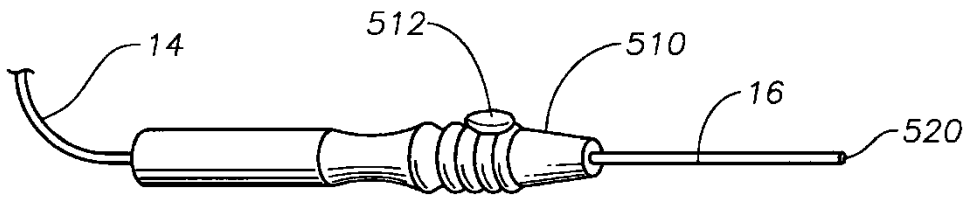


Fig. 15b

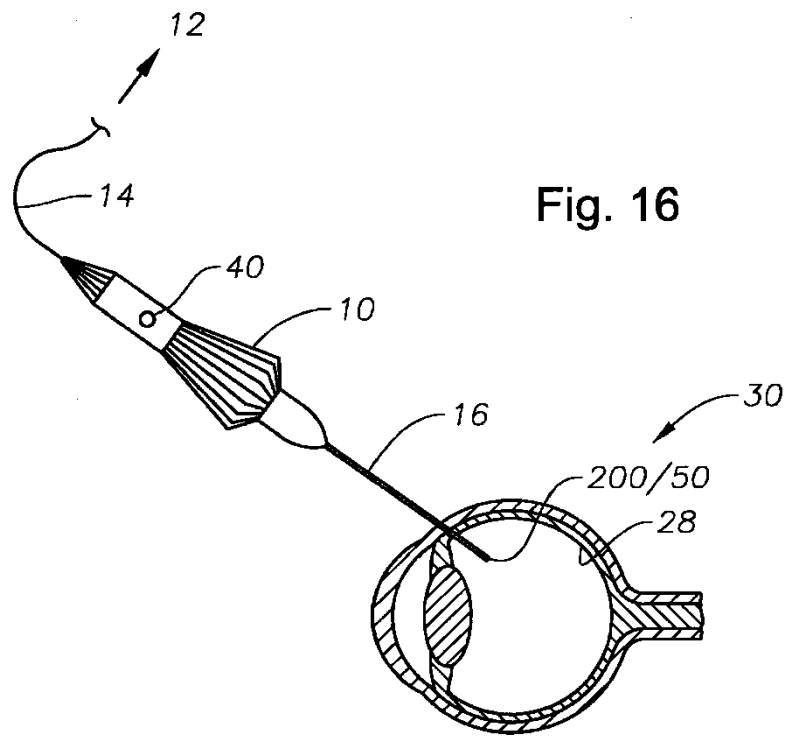


Fig. 16