

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 730**

51 Int. Cl.:

A61B 3/00 (2006.01)

A61B 19/00 (2006.01)

A61F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07117979 .0**

96 Fecha de presentación: **05.10.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1908395**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **Iluminador oftálmico**

30 Prioridad:
05.10.2006 US 849523 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
**Novartis AG
Lichtstrasse 35
4056 Basel, CH**

72 Inventor/es:
**Smith, Ronald T;
Buczek, Mark J. y
Canedo, Jaime R.**

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 384 730 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

Iluminador oftálmico.

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere en general al campo de los sistemas de iluminación. En particular, la presente invención se refiere a sistemas de iluminación oftálmica y, más particularmente, a un procedimiento y un sistema para mejorar la vida útil de un sistema de iluminación oftálmica.

10

Antecedentes de la invención

Muchos procedimientos quirúrgicos oftálmicos requieren la iluminación de una parte del ojo del paciente, de manera que un cirujano pueda observar un lugar de cirugía. Se conocen varios tipos diferentes de instrumentos que un cirujano oftalmológico puede utilizar para iluminar el interior del ojo. Por ejemplo, la parte portátil (sonda) de un iluminador oftálmico típico comprende una empuñadura provista de una punta de proyección y un tramo de fibra óptica que entra en un extremo proximal de dicha empuñadura y pasa a través de la misma y de la punta hasta un extremo distal de dicha punta, desde la que se puede proyectar la luz que se desplaza a lo largo de la fibra óptica. El extremo proximal de la fibra óptica se puede acoplar de forma óptica a una fuente de luz, como un iluminador de alta luminosidad, para recibir la luz que se transmite a través de la fibra. Estos tipos de iluminadores portátiles típicamente se utilizan mediante la inserción de la punta de la sonda a través de una pequeña incisión en el ojo. De este modo, la luz de la fuente de luz del iluminador se transporta a lo largo de la fibra óptica, a través de la pieza de mano, y se emite desde el extremo distal de la sonda (fibra) para iluminar el lugar de cirugía para el cirujano. Los sistemas de iluminación oftálmica que utilizan un tramo de fibra óptica para llevar y dirigir la luz desde una fuente de luz hasta un lugar de cirugía son bien conocidos en la técnica, por ejemplo, tal como se muestra en el documento WO-A-2006/053273 (Alcon, Inc.).

Dichos sistemas de iluminación oftálmica típicamente comprenden una parte portátil que incluye una sonda, para suministrar iluminación desde una fuente de luz albergada en una carcasa. Dicha carcasa típicamente alberga la fuente de luz y óptica asociada que guían la luz desde la fuente de luz hasta la fibra óptica de una sonda, un suministro eléctrico, equipo electrónico con procesado de señal, y conectores asociados, pantallas y otras interfaces, tal como es conocido por los expertos en la materia. Aunque algunos sistemas de iluminación oftálmica utilizan otros tipos de lámparas como fuente de luz, una fuente de luz preferida es una lámpara de xenón.

Una lámpara de xenón del sistema de iluminación oftálmica típicamente presenta un arco relativamente pequeño (por ejemplo, 0,18 mm aproximadamente de anchura para una bombilla de xenón Osram de 75W con cero horas de tiempo de funcionamiento). Los elementos ópticos del sistema de iluminación se utilizan para enfocar una imagen del arco en la fibra óptica de la sonda y la bombilla de xenón se tiene que alinear con precisión para asegurar que se acople una cantidad de luz óptima en la fibra óptica y que, de este modo, emerja un flujo luminoso óptimo de la fibra. El diámetro del núcleo de la fibra óptica se selecciona de manera que sea lo suficientemente grande como para que la imagen del arco encaje en el interior del área del núcleo de la fibra. Sin embargo, cuando envejece la bombilla de xenón, se degrada el cátodo de la bombilla y se aleja del ánodo de la misma. Cuando el cátodo se degrada, crece el tamaño del arco, desciende su pico de luminancia y el centro del arco se aleja del ánodo.

La bombilla de xenón se dispone de manera que la imagen del arco se sitúe sobre la superficie de entrada del núcleo de la fibra óptica. En los sistemas de iluminación según la técnica anterior, la bombilla de xenón se dispone de manera que se consiga el rendimiento máximo de la fibra a cero horas de funcionamiento (es decir, al inicio de la vida de la bombilla de xenón). Sin embargo, el arco se puede mover en exceso (debido a la degradación del cátodo) unas 250 micras durante las primeras 200 horas de funcionamiento en un sistema de iluminación típico. Por lo tanto, si se alinea la bombilla de xenón para el rendimiento máximo de la fibra a cero horas, el movimiento del arco (que puede tener como resultado que gran parte de la imagen de arco se mueva al exterior del área del núcleo de la fibra) combinado con el descenso en el pico de luminancia del arco tendrán como resultado una caída apreciable en el rendimiento de la fibra y, así, una caída apreciable en la iluminación del lugar de cirugía.

Un modo de solucionar este problema en los sistemas de iluminación oftálmica según la técnica anterior es incrementar el diámetro del extremo proximal del núcleo de la fibra óptica. Sin embargo, incrementar el diámetro de la fibra óptica adolece de varias desventajas. Una desventaja es que el diámetro incrementado de la fibra hace que la fibra óptica sea más rígida, por lo que su manipulación no resulta sencilla en un entorno de funcionamiento. Además, un diámetro de fibra mayor resulta más caro debido a que se utiliza más material de fibra por longitud unitaria de fibra óptica. Además, un diámetro de fibra mayor puede ser mayor que el permitido por los requisitos de la sonda. Por ejemplo, una fibra de una sonda de iluminador oftálmico de calibre 20 (0,355 pulgadas (9,02 mm) de diámetro exterior de cánula) puede acomodar un diámetro máximo del núcleo de fibra y revestimiento de 0,0295 pulgadas (0,75 mm). Además, puede tener lugar una disipación de la luz no deseada de la fuente de luz al permitir que una imagen de arco muy enfocada se expanda en un haz de diámetro mayor, tal como tiene lugar mediante la fibra de diámetro mayor. Una vez que se pierde esta concentración de luz, ya no se puede recuperar. Si la fibra óptica se reduce a un diámetro menor aguas abajo de su extremo proximal, la capacidad de la luz de transmitir de

forma eficiente a través de la fibra con el diámetro reducido dependerá de la concentración de la luz antes del inicio de la reducción de la fibra. Si se permite la expansión de la imagen de arco espacialmente y se disipa su concentración de luz, la luz transmitirá menor eficiencia a la parte de fibra con el diámetro reducido.

- 5 Por lo tanto, existe una necesidad de un procedimiento y un sistema para mejorar la vida útil de un sistema de iluminación oftálmica que pueda reducir o eliminar los problemas de los sistemas de iluminación oftálmica de la técnica anterior mencionados anteriormente.

Breve resumen de la invención

10 La presente invención proporciona un iluminador oftálmico con una vida útil mejorada de acuerdo con las reivindicaciones siguientes. Las formas de realización del sistema para mejorar la vida útil de un sistema de iluminación oftálmica de la presente invención cumplen con dichas necesidades y con otras. La presente invención comprende un iluminador oftálmico que consta de: una fuente de iluminación, en la que la fuente de iluminación produce un arco; una lente, como una lente condensadora, para enfocar la luz producida por el arco de la fuente de iluminación; y una fibra óptica para llevar la luz enfocada al lugar de cirugía, como un ojo. La fuente de iluminación está posicionada desplazada de un eje longitudinal de la fibra óptica para compensar el cambio del arco de la fuente de iluminación con el paso del tiempo. Dicha posición desplazada puede ser tal, que la fuente de iluminación se disponga en una posición desplazada verticalmente con respecto al eje longitudinal de la fibra óptica. El eje longitudinal puede corresponder al eje del paso óptico de la fibra óptica. El iluminador oftálmico también puede comprender un reflector para reflejar la luz producida por el arco de la fuente de iluminación, donde el reflector se dispone desplazado de la fuente de iluminación para reducir la tasa de erosión de un cátodo de la fuente de iluminación.

25 El iluminador oftálmico puede ser un iluminador de alta luminosidad y la fuente de iluminación puede ser una lámpara de xenón. El iluminador oftálmico también puede comprender un conector para alinear la luz que sale de la lente de enfoque con la fibra óptica; una pieza de mano que incorpore la fibra óptica, pudiendo manipularse dicha pieza de mano con una mano; y una sonda para llevar la fibra óptica al lugar de cirugía. El conector se pueda acoplar (y desacoplar) a un puerto para alinear la luz que sale de la lente de enfoque con la fibra óptica.

30 Las formas de realización de la presente invención se pueden aplicar en una máquina o un sistema quirúrgico para uso en cirugía oftálmica o de otro tipo. En particular, se contempla que el sistema para mejorar la vida útil de un sistema de iluminación oftálmica según la presente invención se pueda aplicar, o incorporar, en cualquier sistema de iluminación oftálmica en el que se desee acoplar de manera eficiente un haz óptico de fuente de luz de xenón a una fibra óptica de diámetro pequeño. Para los expertos en la materia, se pondrán de manifiesto otros usos del sistema según la presente invención.

Breve descripción de varias vistas de los dibujos

40 Se obtendrá una comprensión más completa de la presente invención, así como de las ventajas de la misma, haciendo referencia a la descripción siguiente, tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que los mismos números de referencia indican características iguales y donde:

45 la figura 1 es una representación esquemática de una forma de realización de un sistema iluminador oftálmico de alta luminosidad mejorado, según la presente invención;

la figura 2 es una representación esquemática más detallada de una parte del sistema iluminador 10 de la figura 1;

50 la figura 3 ilustra un ejemplo de la posición de la imagen del arco para una fuente de iluminación 14 que comprende una bombilla Osram de 75W de xenón;

la figura 4 es una vista de cerca de la zona del arco de una fuente de iluminación 14 que comprende una lámpara de xenón;

55 la figura 5 es un gráfico que muestra el cambio resultante en la luminancia de arco medida con respecto al tiempo de funcionamiento, por ejemplo, de una fuente de iluminación de una bombilla Osram de 75W de xenón;

la figura 6 es un gráfico que muestra el flujo luminoso con respecto a la posición vertical de la bombilla de la fuente de iluminación durante varios tiempos de funcionamiento;

60 la figura 7 es una representación esquemática más detallada de una parte del sistema iluminador 10 de la figura 1, que también comprende un espejo retrorreflectante 70 detrás del arco 14 de la fuente de iluminación; y

65 las figuras 8A y 8B son gráficos que ilustran los resultados de una comparación entre los datos de una simulación teórica del programa informático Zemax y los datos experimentales.

Descripción detallada de la invención

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

5 Las distintas formas de realización del sistema para mejorar la vida útil de un sistema de iluminación oftálmica de la presente invención proporcionan un iluminador de fibra óptica mejorado con un rendimiento optimizado después de una cantidad de horas de funcionamiento (por ejemplo 200 horas) preseleccionadas, que cumple con los requisitos de rendimiento deseados para el sistema de iluminación. En algunas formas de realización, el rendimiento durante el periodo de funcionamiento inicial (por ejemplo hasta 200 horas) puede ser por lo menos tan elevado como el rendimiento en un final deseado del periodo de funcionamiento inicial (por ejemplo en 200 horas). Las formas de realización de la presente invención también pueden proporcionar un rendimiento de la fibra que sea relativamente constante durante el periodo de funcionamiento inicial. Desalineando inicialmente el arco de la lámpara de xenón en una dirección hacia el ánodo de la lámpara se consigue un rendimiento óptimo durante el periodo de funcionamiento inicial, además de un rendimiento igual o mejor durante la vida útil del iluminador después del periodo de funcionamiento inicial.

20 Las formas de realización de la presente invención pueden incluir un sistema de iluminación de fibra óptica que comprende una fuente de luz de xenón en la que se ha desplazado una bombilla de lámpara de arco de xenón (por ejemplo dispuesto en una posición desplazada verticalmente) con respecto a un eje correspondiente al eje del paso óptico de una fibra óptica (por ejemplo desde la posición inicial de los sistemas según la técnica anterior, tal como conocen los expertos en la materia) para mover el arco desplazándolo del eje al principio de la vida de la fuente de luz de xenón. Dicha fuente de luz de xenón puede ser cualquier lámpara de xenón que presente las características requeridas para proporcionar una luz de intensidad elevada para un iluminador, como un iluminador oftálmico, tal como conocen los expertos en la materia. Por ejemplo, la fuente de luz de xenón puede ser una bombilla de xenón Osram de 75W.

30 Disponiendo inicialmente el arco de la lámpara de xenón desplazado del eje a cero horas de funcionamiento (la posición inicial), cuando la localización del arco de la lámpara de xenón se aleja del ánodo debido a la degradación del cátodo a medida que la lámpara envejece, el arco se moverá cada vez más acercándose al eje y se incrementará la eficiencia de acoplamiento en la fibra óptica. Este efecto tenderá a contrarrestar el efecto de decrecimiento de la luminancia del pico del arco, a medida de que se incrementa el tiempo de funcionamiento, de modo que el rendimiento de la luz en general a través de la fibra óptica (por ejemplo una fibra de sonda de iluminador portátil) tienda a permanecer constante a medida que la lámpara envejezca. La posición inicial de la lámpara de xenón se determina disponiendo en primer lugar la bombilla de la lámpara de xenón para conseguir un flujo de luz máximo a través de una fibra óptica de salida. La bombilla (o conjunto bombilla/espejo) se encuentra entonces desalineada verticalmente en una cantidad predeterminada y se ajusta en este lugar. La posición inicial deseada de la bombilla está determinada según se describe más adelante.

40 La figura 1 es una representación esquemática de una forma de realización de un sistema iluminador oftálmico de alta luminosidad mejorado según la presente invención. El sistema iluminador 10 comprende un suministro de energía 12 y una fuente de iluminación 14, un espejo frío 16, un espejo caliente 18, un divisor de haz 20, un espejo 21, puertos de fibra óptica 24 y atenuadores 22. El sistema iluminador 10 también puede comprender una o más sondas de fibra óptica 26 para recibir y transmitir luz desde la fuente de iluminación 14 a un lugar de cirugía. Las sondas de fibra óptica 26 comprenden la parte portátil del sistema iluminador 10, incluyendo la fibra óptica 34, que está acoplada de forma óptica a dicha fuente de iluminación 14 con la carcasa 11. El sistema iluminador de alta luminosidad 10 se muestra únicamente a título de ejemplo y no pretende limitar el alcance de la presente invención de ningún modo. Las formas de realización de la presente invención se pueden utilizar para mejorar cualquier iluminador oftálmico, láser médico, o cualquier otro sistema o máquina en la que sea deseable extender la vida útil de una fuente de iluminación.

55 La fuente óptica 14 del sistema iluminador 10 en este ejemplo comprende una lámpara de xenón, pero puede comprender cualquier tipo de fuente de luz adecuada, tal como conocen los expertos en la materia, en la que el cátodo se degrade con el tiempo, afectando la posición y la intensidad del arco. La lámpara de xenón 14 emite un haz de luz 28 que se dirige a lo largo del paso óptico que comprende el espejo frío 16, el espejo caliente 18, el divisor de haz 20, el espejo 21, los atenuadores 22 y los puertos de fibra óptica 24. En este ejemplo, el divisor de haz 20 divide el haz de luz 28 en dos pasos ópticos, para proporcionar dos sondas ópticas 26 si se desea. El espejo frío 16 y el espejo caliente 18 se combinan para retirar los componentes UV e infrarrojos del haz de luz 28 (calor) y proporcionar un haz de luz frío visible 28 a los componentes ópticos aguas abajo, tal como resultará familiar para los expertos en la materia. Los atenuadores 22 atenúan el haz óptico 28. Cada uno de dichos atenuadores 22 puede estar diseñado individualmente para su paso óptico respectivo y no necesariamente debe ser idéntico, aunque pueden serlo. Además, cada atenuador 22 se puede controlar de forma independiente mediante, por ejemplo, una PCB 30.

65 Aunque el sistema iluminador de alta luminosidad 10 se muestra con dos puertos de fibra óptica 24 (con lentes esféricas u otros elementos de enfoque), los expertos en la materia sabrán que se pueden aplicar uno o una

5 pluralidad de puertos 24 en el sistema iluminador 10. Dicho sistema iluminador 10 también comprende una placa de circuito impreso (PCB) 30, o su equivalente electrónico, para proporcionar las funciones de control y procesado de señal. La PCB 30 se puede aplicar de cualquier manera y configuración, de modo que pueda realizar las funciones deseadas de procesado y control descritas en el presente documento, tal como se pondrá de manifiesto para los expertos en la materia. Los puertos ópticos 24 comprenden un receptáculo para recibir el extremo proximal de una fibra óptica 34 correspondiente a una sonda de fibra 26, que se inserta en la carcasa del iluminador de alta luminosidad 11 y acoplado de forma óptica a una fuente de iluminación 14 para dirigir la luz a un lugar deseado.

10 La figura 2 es una representación esquemática más detallada de una parte del sistema iluminador 10 de la figura 1. La luz emitida desde la zona de arco de la fuente de iluminación 14 (por ejemplo, una lámpara de arco de xenón) se colima mediante las lentes de colimación 13, y se filtra mediante el espejo frío 16, el espejo caliente 18 y el atenuador 22. A continuación se enfoca la luz mediante lentes condensadoras 23 (que pueden ser parte de un puerto de fibra óptica 24) en la fibra óptica 34. El acoplamiento de la luz desde la fuente de iluminación 14 en la fibra óptica 34 resulta eficiente si la zona de arco es muy pequeña, el aumento que proporciona la óptica del sistema iluminador es lo suficientemente pequeño como para que la zona de la imagen de arco en la fibra óptica 34 encaje con la zona central de la fibra óptica 34 y la bombilla de la fuente de iluminación 14 se alinea de manera que se mantenga el tamaño de imagen de arco pequeño y la imagen del arco encaje en la zona central de la fibra óptica.

20 La figura 3 ilustra un ejemplo del acoplamiento óptico a una fibra de la luz procedente de una fuente de iluminación 14 que comprende una bombilla de xenón Osram de 75W. Tal como se muestra en la figura 3, el arco de la fuente de luz 14 presenta una forma en forma de lágrima en este ejemplo, presentando el eje vertical largo una anchura de aproximadamente 0,18 mm. La fibra óptica 34, en este ejemplo, presenta un extremo proximal con un diámetro de 1,14 mm y los componentes ópticos del sistema iluminador 10 proporcionan un aumento de aproximadamente 1,41. En este ejemplo, la imagen de arco 52 encaja en la zona central de la fibra óptica 34 y, debido a la forma de lágrima del arco, se obtiene un rendimiento óptimo cuando el punto brillante 50 se descentra verticalmente con respecto al eje longitudinal de la fibra óptica 34.

30 La figura 4 es una vista de cerca de la zona de arco de una fuente de iluminación 14 que comprende una lámpara de xenón. Se crea el arco 55 entre el ánodo 60 y el cátodo 65. Tal como se puede apreciar a partir de la figura 4, el arco 55 está más próximo al cátodo 65. El arco 55 emite la luz proporcionada por el sistema iluminador 10.

35 Cuando la bombilla de la fuente de iluminación 14 envejece, la punta del cátodo 65 se erosiona, provocando que la punta del cátodo 65 se desplace en una dirección descendente (para una instalación típica) alejándose del ánodo 60 llegando a ser roma. A medida que se erosiona el cátodo 65, crece el tamaño del arco 55, decrece su pico de luminancia y también se desplaza en la misma dirección que el cátodo 65 alejándose del ánodo 60, provocando una reducción monotónica y rápida en el rendimiento de la luz del sistema iluminador. El cambio resultante en luminancia de arco medida con respecto al tiempo de funcionamiento para el ejemplo de una bombilla Osram de 75W se muestra en el gráfico de la figura 5. Resulta importante observar que, aunque los ejemplos proporcionados en el presente documento incluyen una bombilla de xenón Osram de 75W, el análisis y los resultados se pueden comparar con otras fuentes de iluminación del mismo tipo.

45 La posición del arco 55 se puede trasladar unas 250 micras durante las primeras 200 horas de funcionamiento de la bombilla, debido a dicha degradación del cátodo. Por lo tanto, si la fuente de iluminación 14 se alinea para el rendimiento máximo de la fibra a cero horas de funcionamiento del sistema, el movimiento del arco 55 combinado con el descenso en el pico de luminancia del arco 55 puede provocar una degradación significativa en el rendimiento de la fibra. Las formas de realización de la presente invención comprenden una bombilla de fuente de iluminación 14 desplazada (por ejemplo desalineada verticalmente) con respecto al eje longitudinal de una fibra óptica 34, de manera que las prestaciones de la fuente de iluminación 14 al final de un periodo de funcionamiento deseado inicial de alto rendimiento (por ejemplo 200 horas aproximadamente) se encuentra en un nivel óptimo deseado. A cero horas, el arco 55 se puede disponer de manera que presente una luminosidad de pico óptima deseada, pero estará desalineado verticalmente. Al final del periodo inicial de funcionamiento, el arco 55 presentará una luminosidad de pico degradada (véase la figura 5), pero conseguirá una posición de alineación aproximadamente vertical. Estos dos efectos pueden tender a anularse entre sí, de modo que el rendimiento de la fibra a cero horas, al final del periodo de funcionamiento inicial (por ejemplo 200 horas) y en periodos entre los mismos será aproximadamente el mismo (más o menos constante).

60 Los efectos descritos en el presente documento han sido demostrados teóricamente analizando un sistema iluminador 10 provisto de una fuente de iluminación 14 de xenón Osram de 75W utilizando un programa informático de trazado de rayos ópticos Zemax. En la figura 6 se ilustran los resultados de uno de dichos análisis.

65 Tal como se muestra en la figura 6, la parte vertical de la bombilla de la fuente de iluminación 14 se dispone de manera que se consiga un rendimiento óptimo deseado en 5,5 horas de funcionamiento, descendiendo dicho rendimiento de la bombilla aproximadamente un 35% después de 219 horas. Sin embargo, si la posición vertical de la bombilla se ajusta para conseguir un rendimiento óptimo deseado a 219 horas, el descenso del rendimiento en la hora 5,5 hasta la hora 219 es menor del 7% aproximadamente. El rendimiento en dicho caso se degrada mucho más lentamente y monótonicamente entre la hora 5,5 y la 219 aproximadamente.

5 En algunas formas de realización, un sistema iluminador 10 puede comprender un espejo retrorreflectante (u otro reflector) 70 detrás del arco de la fuente de iluminación 14, tal como se muestra en la figura 7. El espejo retrorreflector 70 se puede disponer de manera que quede ligeramente desalineado (desplazado) verticalmente con respecto a la bombilla de la fuente de iluminación 14, con el fin de mantener la mayor parte de la potencia de la imagen del arco reflejado 55 alejada del cátodo 65 y, de este modo, reducir la tasa de la erosión de dicho cátodo 65.

10 Las figuras 8A y 8B ilustran los resultados de una comparación entre una simulación teórica del programa informático Zemax y los datos experimentales (en una bombilla de xenón de 75W Osram diferente de la simulación teórica). Los resultados para un tiempo de funcionamiento de cero horas aproximadamente y de 200 horas aproximadamente (con el valor de rendimiento pico en cero horas de funcionamiento normalizado a 1) muestran una excelente concordancia entre la teoría y el experimento.

15 Así, varias formas de realización de la presente invención proporcionan el acoplamiento óptico mejorado a y la transmisión de luz a través de una fibra óptica de calibre pequeño. Además, las formas de realización de la presente invención prevén la capacidad de reducir significativamente la degradación en la eficiencia del acoplamiento con el paso del tiempo, a medida que envejece la fuente de luz de xenón. Las formas de realización de la presente invención se pueden incorporar en cualquier dispositivo óptico con base de lámpara de xenón, como un iluminador oftálmico, en el que se desee un acoplamiento óptico de un haz de luz en una fibra óptica de calibre pequeño.

20

REIVINDICACIONES

1. Iluminador oftálmico (10), que comprende:
- 5 una fuente de iluminación (14), en la que dicha fuente de iluminación produce un arco (55);
una lente (23) para enfocar la luz (28) producida por el arco de la fuente de iluminación; y
10 una fibra óptica (34) para llevar la luz enfocada a un lugar de cirugía en un ojo;
caracterizado porque la fuente de iluminación está posicionada desplazada con respecto a un eje longitudinal de la fibra óptica, en una dirección hacia un ánodo de la fuente de iluminación, para compensar el cambio del arco de la fuente de iluminación con el paso del tiempo.
- 15 2. Iluminador oftálmico según la reivindicación 1, que también comprende:
un reflector (70) para reflejar la luz producida por el arco (55) de la fuente de iluminación (14), en el que el reflector está posicionado desplazado de la fuente de iluminación para reducir la tasa de erosión de un cátodo (65) de la fuente de iluminación.
- 20 3. Iluminador oftálmico según la reivindicación 1 o 2, que también comprende:
un conector para la alineación de la luz que sale de la lente de enfoque con la fibra óptica;
25 una pieza de mano que lleva la fibra óptica (34), pudiendo manipularse dicha pieza de mano con una mano; y
una sonda (26) para llevar la fibra óptica al lugar de cirugía.
- 30 4. Iluminador oftálmico según la reivindicación 3, que también comprende:
un puerto (24) que se puede fijar al, y desacoplar del conector, estando dicho puerto adaptado para alinear la luz que sale de la lente de enfoque (23) con la fibra óptica (34).
- 35 5. Iluminador oftálmico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la posición desplazada de la fuente de iluminación (14) es una posición tal, que dicha fuente de iluminación está posicionada en una posición desplazada verticalmente con respecto al eje longitudinal de la fibra óptica (34), y en el que el eje longitudinal corresponde al eje del paso óptico de la fibra óptica.
- 40 6. Iluminador oftálmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho iluminador (10) es un iluminador de alta luminosidad.
7. Iluminador oftálmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de iluminación (14) es una lámpara de xenón.
- 45 8. Iluminador oftálmico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la lente de enfoque (23) es una lente condensadora.

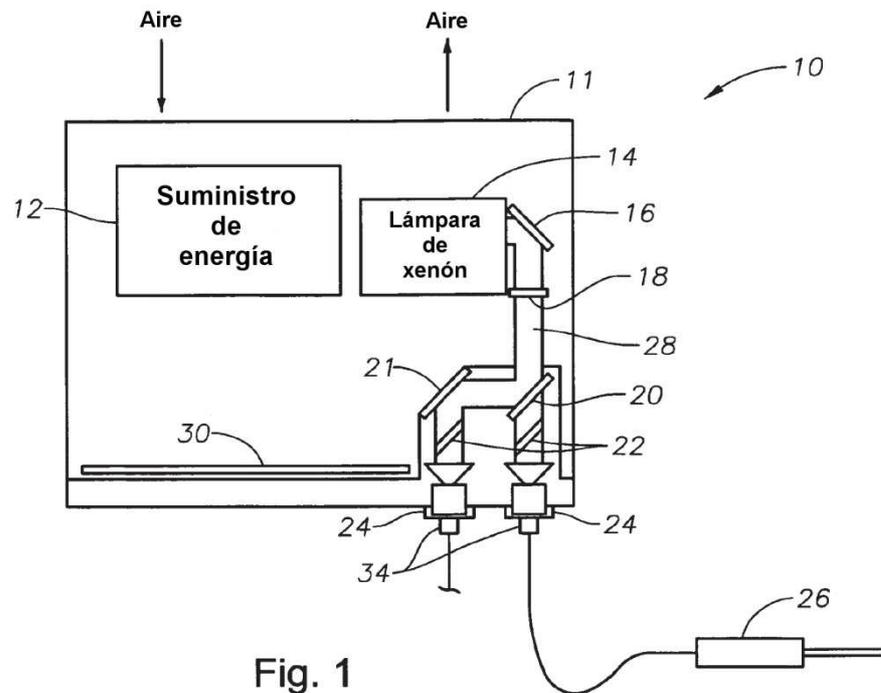


Fig. 1

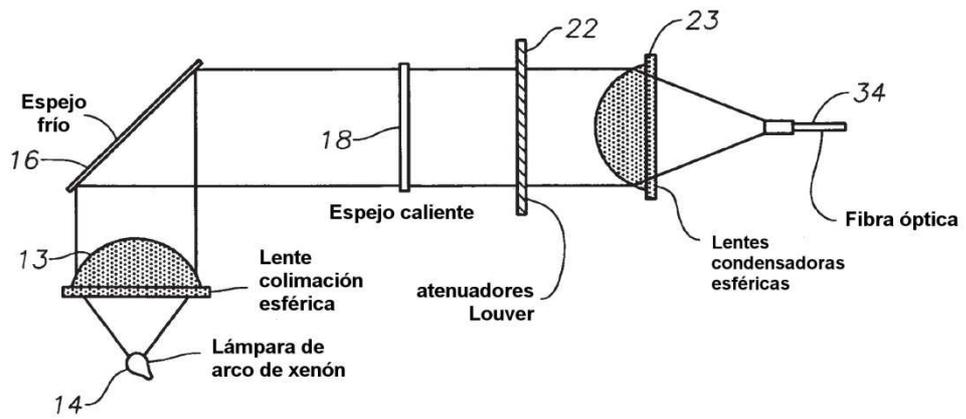


Fig. 2

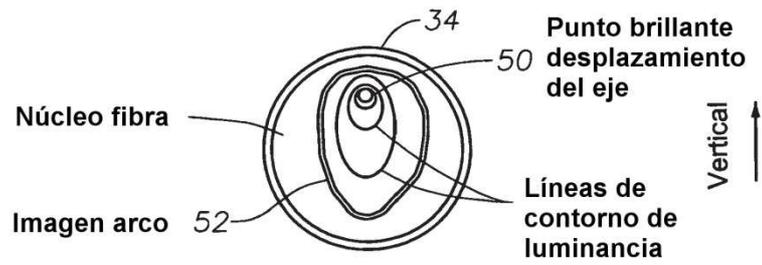


Fig. 3

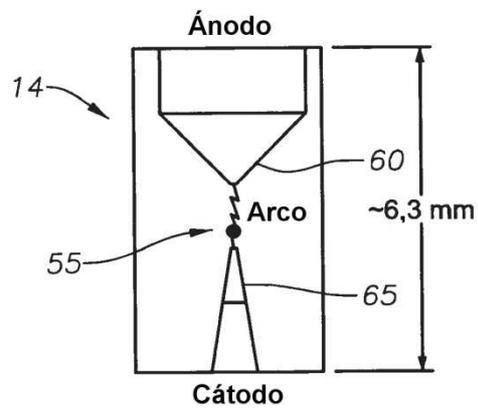


Fig. 4

Fig. 5

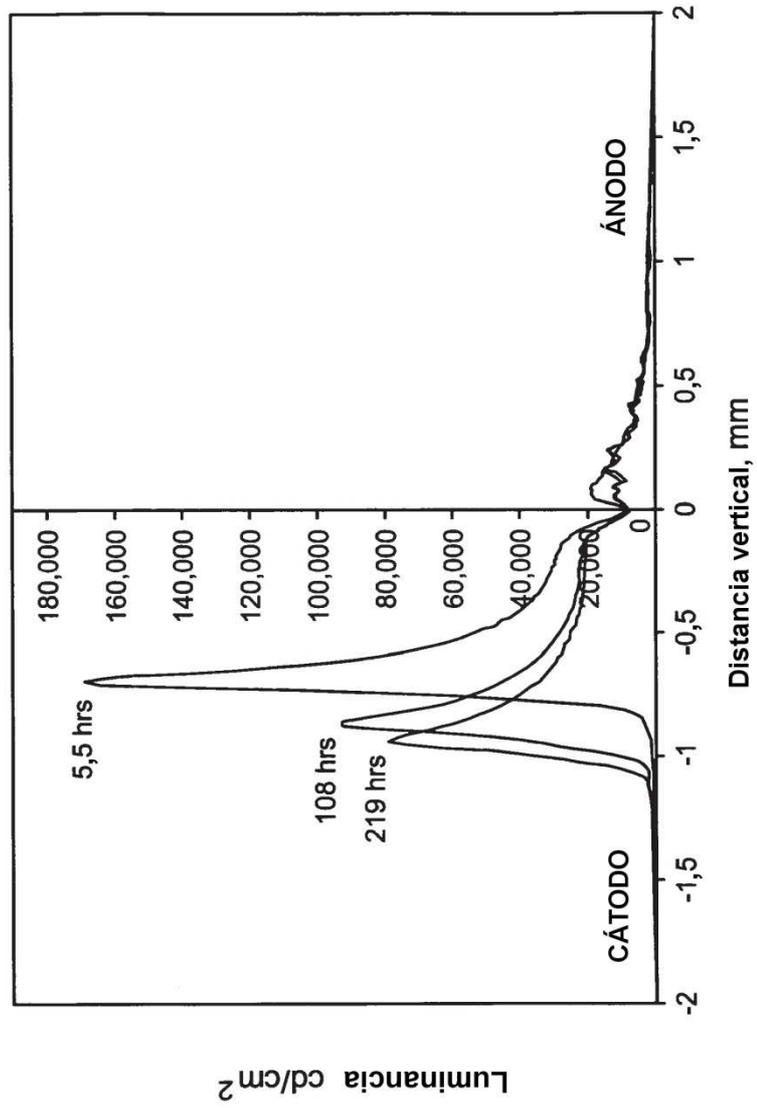


Fig. 6

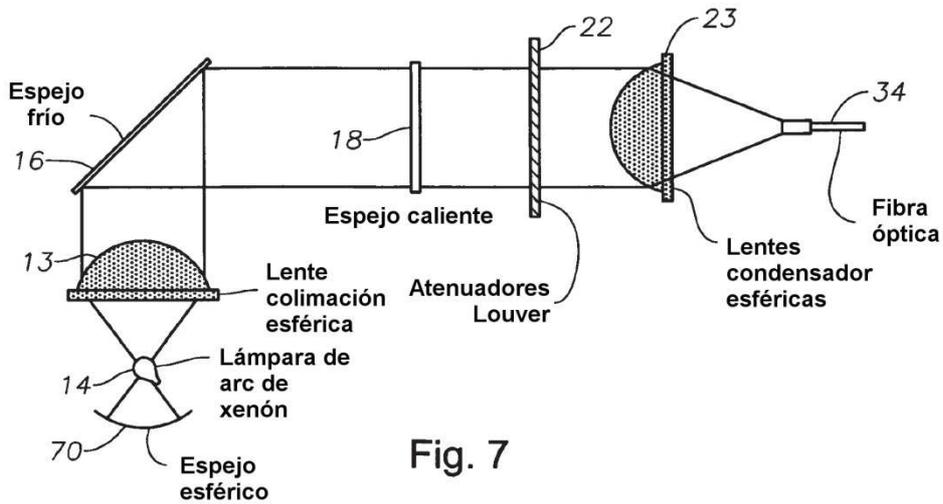
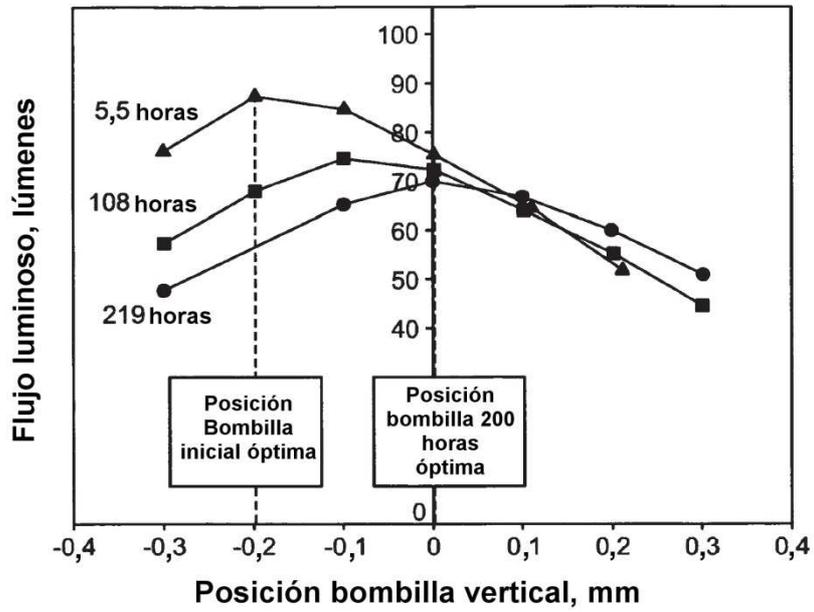


Fig. 7

Fig. 8A

Simulación teórica Zemax

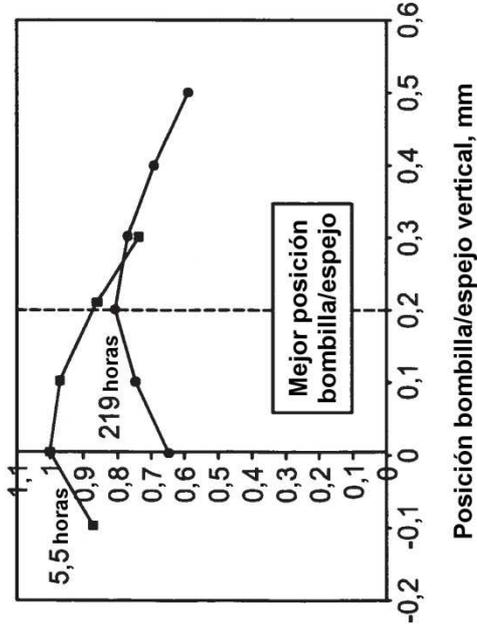


Fig. 8B

Mediciones experimentales

