

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 387**

51 Int. Cl.:

G02B 21/08 (2006.01)

G02B 21/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2015** E 15172226 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022** EP 2960706

54 Título: **Dispositivo de iluminación para un instrumento óptico de observación**

30 Prioridad:

26.06.2014 DE 102014212373

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

17.11.2022

73 Titular/es:

**CARL ZEISS MEDITEC AG (100.0%)
Göschwitzer Strasse 51-52
07745 Jena, DE**

72 Inventor/es:

**REIMER, PETER;
KOLSTER, DANIEL;
MERZ, FRANZ y
MEINKUSS, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 928 387 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

Dispositivo de iluminación para un instrumento óptico de observación

5 La invención se refiere a un dispositivo de iluminación para un instrumento óptico de observación que presenta una fuente de luz que comprende una primera fuente de luz individual y una segunda fuente de luz individual dispuestas en un plano de fuentes de luz. La primera fuente de luz individual presenta un primer punto central M1 y la segunda fuente de luz individual presenta un segundo punto central M2. Una primera dirección axial A1 viene definida por un vector desde el segundo punto central M2 hacia el primer punto central M1. La óptica de iluminación define un eje óptico Z que está dispuesto perpendicularmente con respecto al plano de fuentes de luz y que atraviesa el plano de
10 fuentes de luz en un punto de perforación, reproduciéndose la fuente de luz por medio de la óptica de iluminación hacia el infinito. La primera fuente de luz individual presenta una primera extensión L1 a lo largo de la primera dirección axial A1.

15 Un punto central de una fuente de luz individual puede estar definido geoméricamente, por ejemplo, como centro de gravedad de una superficie de salida de luz de la fuente de luz individual. Alternativamente, un punto central de una fuente de luz individual también se puede definir ópticamente como el punto en una superficie de salida de luz de la fuente de luz individual en el que una densidad luminosa de la radiación lumínica emitida presenta un valor máximo. En el contexto de la presente invención, una extensión de una fuente de luz individual en una dirección axial predeterminada se define generalmente como una extensión de una superficie de salida de luz de la fuente de luz individual en la dirección axial preestablecida por medio de un punto central como, por ejemplo, el punto antes
20 definido de la fuente de luz. La primera extensión L1 de la primera fuente de luz individual se define especialmente como la extensión de una superficie de salida de luz de la primera fuente de luz individual en la dirección de la primera dirección axial A1 por medio del punto central M1 de la primera fuente de luz individual.

En caso de uso de un instrumento óptico de observación, por ejemplo, un microscopio quirúrgico, se pueden producir diferentes requisitos de iluminación durante el funcionamiento.

25 Por ejemplo, en la cirugía oftálmica de cataratas, puede resultar necesario poder cambiar muy rápidamente algunas de las propiedades del dispositivo de iluminación como, por ejemplo, el tamaño de los puntos de iluminación, los ángulos de iluminación y/o el brillo de la iluminación en función de la respectiva situación quirúrgica. La combinación de varias propiedades de un dispositivo de iluminación representa un reto especial debido a las reducidas condiciones de espacio de un microscopio quirúrgico.

30 La miniaturización de los dispositivos de iluminación que emiten luz muy intensa tiene límites. La radiación lumínica de una fuente de luz depende de su superficie emisora de luz. En la combinación de fuentes de luz se han de considerar además aspectos mecánicos o eléctricos, como la sujeción mecánica o la aportación de corriente eléctrica. Las propiedades térmicas también limitan una miniaturización.

35 Por el documento US 2010/302630 A1 se conoce un dispositivo de iluminación para un microscopio que permite una iluminación oblicua o recta.

El documento JP 2008 139820 A revela un dispositivo de iluminación para un microscopio con varias fuentes de luz.

El documento JP 2005 010296 A muestra un microscopio de fluorescencia con una fuente de luz que presenta dos grupos de LEDs de distintas longitudes de onda.

40 El documento DE 198 56 847 A1 revela un microscopio quirúrgico en el que se pueden seleccionar al menos dos tipos de iluminación del ojo.

Por el documento US 2012/057013 A1 se conoce un dispositivo de visualización en el que se calcula una pluralidad de imágenes electrónicas para la iluminación oblicua desde diferentes direcciones.

45 Por lo tanto, el objetivo de la invención consiste en proporcionar un dispositivo de iluminación miniaturizado para un instrumento óptico de observación, con el que se puedan facilitar muy rápidamente distintas variantes de iluminación con una potencia lumínica suficientemente alta.

La tarea se resuelve por medio de un dispositivo de iluminación con las características de la reivindicación independiente 1. Otras formas de realización ventajosas de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

50 Según la invención, el punto central M1 está desplazado en un valor Δ en la dirección positiva a lo largo de la dirección axial A1 frente al punto de perforación del eje óptico Z a través del plano de fuentes de luz, cumpliendo el desplazamiento la siguiente relación:

$$0,2 * L1 \leq \Delta \leq 0,5 * L1.$$

55 Un dispositivo de iluminación comprende una fuente de luz con dos fuentes de luz individuales y una óptica de iluminación. Las dos fuentes de luz individuales se disponen en un plano de fuentes de luz perpendicular a un eje óptico Z de una óptica de iluminación y pueden irradiar luz en la dirección del eje óptico. La fuente de luz se reproduce a través de la óptica de iluminación hacia el infinito.

La primera fuente de luz individual tiene un primer punto central M1 y la segunda fuente de luz individual tiene un segundo punto central M2. Desde el segundo punto central M2 hasta el primer punto central M1 se define un vector. La dirección de este vector define la primera dirección axial A1. A lo largo de la dirección axial A1 con respecto al punto de perforación del eje óptico a través del plano de fuentes de luz se puede calcular una distancia entre la dirección axial A1 y el punto de perforación. Con esta finalidad, por los cálculos de vectores se conoce la formación de una ortogonal con respecto a la dirección axial A1 que pasa por el punto de perforación. Si el primer punto central M1 se encuentra en esta ortogonal, la distancia a lo largo de la dirección axial A1 con respecto al punto de perforación es igual a cero.

Para el punto central M1 se exige según la invención que este punto central se desplace en un valor Δ en la dirección axial positiva a lo largo de la dirección axial A1 frente al punto de perforación del eje óptico Z a través del plano de fuentes de luz. Este desplazamiento depende de la magnitud o de la extensión L1 de la primera fuente de luz individual a lo largo de la dirección axial. Para el desplazamiento se cumple la siguiente relación:

$$0.2 * L1 \leq \Delta \leq 0.5 * L1.$$

La radiación lumínica de una fuente de luz depende de su superficie emisora de luz. Al combinar fuentes de luz individuales se han de tener en cuenta los aspectos mecánicos, eléctricos y térmicos.

Por medio de dos fuentes de luz individuales se pueden proporcionar muy rápidamente tres variantes de iluminación diferentes. En una primera variante de iluminación sólo se activa la primera fuente de luz individual. En una segunda variante de iluminación sólo se ilumina la segunda fuente de luz individual. Una tercera variante de iluminación se realiza conectando conjuntamente las dos fuentes de luz individuales.

Mediante la disposición de la primera fuente de luz individual según la invención desplazando su punto central en relación con el punto de perforación del eje óptico a través del plano de fuentes de luz es posible acercar la segunda fuente de luz individual al eje óptico de la óptica de iluminación. Como consecuencia se obtienen especialmente ventajas en una forma de realización del dispositivo de iluminación con fuentes de luz individuales que se pueden conmutar y/o regular de forma independiente la una de la otra y con las que se pueden ajustar distintos tipos de iluminación para diferentes fines de aplicación. Se ha comprobado que la relación reivindicada para el desplazamiento representa un compromiso especialmente bueno para un dispositivo de iluminación para la conmutación entre una iluminación al menos aproximadamente coaxial y una iluminación oblicua de un objeto en el campo del objeto que se caracteriza además por una reflexión especialmente reducida de la luz de iluminación en los elementos ópticos en la trayectoria de rayos de iluminación. En caso de un desplazamiento en el valor Δ se puede conseguir un dispositivo de iluminación miniaturizado con dos fuentes de luz individuales con una potencia lumínica suficientemente alta y una gran calidad de iluminación.

En una configuración de la invención, el punto central M1 se desplaza en un valor Δx en la dirección de una segunda dirección axial A2 que se desarrolla perpendicularmente a la primera dirección axial A1 frente al punto de perforación del eje óptico Z a través del plano de fuentes de luz.

Con un desplazamiento de las dos fuentes de luz individuales en una segunda dirección axial A2 perpendicular a la primera dirección axial A1 se puede mejorar aún más una disposición óptica de las dos fuentes de luz individuales teniendo en cuenta los aspectos mecánicos, eléctricos y térmicos.

En una variante de realización de la invención, la primera fuente de luz individual se dispone en una primera fila de un conjunto de fuentes de luz individuales y la segunda fuente de luz individual se dispone en una segunda fila del conjunto de fuentes de luz individuales, pudiéndose controlar la primera fuente de luz individual y la segunda fuente de luz individual de forma independiente la una de la otra.

La disposición de las fuentes de luz individuales en un conjunto permite una estructura compacta de la fuente de luz de iluminación. A través de un control independiente de las fuentes de luz individuales se pueden ajustar muy rápidamente distintas variantes de iluminación.

En una forma de realización de la invención, el conjunto de fuentes de luz individuales presenta al menos cuatro fuentes de luz individuales.

Por medio de al menos cuatro fuentes de luz individuales se pueden ajustar más de tres variantes de iluminación diferentes.

En una forma de realización de la invención, las fuentes de luz individuales dispuestas en el conjunto se realizan de forma cuadrada, rectangular o redonda.

Una fabricación de un conjunto con fuentes de luz individuales en la forma arriba indicada resulta económica.

En una configuración de la invención se prevé un dispositivo de control por medio del cual se pueden controlar el brillo de cada fuente de luz individual mediante el control de la tensión y/o de la corriente eléctrica o mediante una modulación de la duración de los impulsos con relaciones de impulsos libremente regulables.

Las variantes de iluminación se pueden regular controlando o regulando específicamente las distintas fuentes de luz individuales en determinadas posiciones del conjunto. Mediante la conexión de una o varias fuentes de luz individuales se puede incrementar el brillo de la luz de iluminación. Ventajosamente, el brillo de las fuentes de luz

individuales se puede definir adicionalmente mediante un control de la tensión y/o de la corriente eléctrica. Para poder ajustar las fuentes de luz individuales en un amplio rango de brillo de forma muy escalonada, el control se puede llevar a cabo ventajosamente mediante la modulación de la duración de los impulsos con relaciones de impulsos libremente regulables.

- 5 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención se proporciona un microscopio quirúrgico con un dispositivo de iluminación como el antes descrito.

En el diseño de un microscopio quirúrgico con un dispositivo de iluminación del tipo antes descrito se pueden realizar ventajosamente diferentes variantes de iluminación. Normalmente, la luz de iluminación se acopla en una primera trayectoria de rayos de observación monoscópica o estereoscópica. También es concebible un
10 acoplamiento en una segunda trayectoria de rayos de observación monoscópica o estereoscópica. Mediante la disposición de las fuentes de luz individuales en un conjunto bidimensional se pueden conseguir diferentes ángulos de iluminación controlándose selectivamente las fuentes de luz individuales. Con un acoplamiento coaxial de una trayectoria de rayos de iluminación en una trayectoria de rayos de observación se puede crear ventajosamente una iluminación de reflejos rojos.

- 15 Otras ventajas y características de la invención se explican con referencia a los siguientes dibujos, en los que se muestran:

Figura 1 un primer ejemplo de realización de un dispositivo de iluminación según la invención con un microscopio quirúrgico;

Figura 2 un ejemplo de realización para una unidad de fuentes de luz con un conjunto de fuentes de luz individuales;

- 20 Figura 3 un conjunto de fuentes de luz individuales dispuesto de forma desplazada con respecto al eje óptico de la trayectoria de rayos de iluminación.

La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización de un dispositivo de iluminación 1 según la invención con un microscopio quirúrgico. El microscopio quirúrgico está diseñado como un microscopio estéreo.

El dispositivo de iluminación 1 presenta una unidad de fuentes de luz 2, un primer grupo de lentes 10, un diafragma de campo luminoso 13 y un segundo grupo de lentes 11, dispuestos a lo largo de un eje óptico 4. La unidad de
25 fuentes de luz 2 comprende un conjunto bidimensional de fuentes de luz individuales 3 que presenta una primera fuente de luz individual 3a, una segunda fuente de luz individual 3b y una tercera fuente de luz individual 3c. El conjunto de fuentes luminosas individuales 3 está dispuesto en un primer plano perpendicularmente al eje óptico 4. El centro de la segunda fuente de luz individual está desplazado en una pequeña medida con respecto al eje óptico. El desplazamiento es menor que el diámetro de la segunda fuente de luz individual 3b. La unidad de fuentes de luz 2 está conectada a un dispositivo de control 5 a través de una línea 6.

Los haces de rayos de luz de iluminación generados por el conjunto de fuentes de luz individuales 3 se guían a
35 través del primer grupo de lentes 10, del diafragma del campo de luz 13 y del segundo grupo de lentes 11 y se acoplan en una trayectoria de rayos de observación del microscopio quirúrgico a través de un elemento de desviación 22, por ejemplo, un divisor de haz. El microscopio quirúrgico presenta un objetivo principal 20 y una óptica de observación 23 sólo indicada de forma esquemática. Una trayectoria de rayos de observación estereoscópica para un primer observador se configura paralela a un eje óptico 21. En este ejemplo de realización, la trayectoria de rayos de observación estereoscópica se dispone con una trayectoria de rayos de observación
40 izquierda y con una trayectoria de rayos de observación derecha perpendicularmente al plano de imagen representado, de manera que los dos ejes ópticos de las trayectorias de rayos de observación izquierda y derecha coincidan en esta vista.

A una trayectoria de rayos de observación se acopla, a través de un divisor de haz, una cámara 24 conectada al
45 dispositivo de control 5 por medio de una línea 7. Al dispositivo de control se puede conectar una unidad de entrada salida no representada.

El primer grupo de lentes 10 puede presentar una lente individual o varios elementos de lente. El primer grupo de lentes 10 forma una óptica colectora.

El segundo grupo de lentes 11 forma, junto con el objetivo principal 20, un grupo de lentes de condensador. El
50 segundo grupo de lentes 11 puede comprender una lente individual o una serie de elementos de lente. La luz de iluminación se guía por debajo del objetivo principal 20 en un haz de rayos paralelo y se reproduce hacia el infinito. La luz de iluminación incide sobre un objeto a observar, un ojo 30. En el ojo 30, la imagen de fuentes de luz de las fuentes de luz individuales se reproduce en un fondo de ojo 31.

Desde la segunda fuente de luz individual 3b se desarrolla un segundo haz de rayos de iluminación 15b
55 paralelamente al eje óptico 4 y se acopla coaxialmente en la trayectoria de rayos de observación izquierda. En el fondo de ojo 31 del ojo 30, la luz de la segunda fuente de luz individual 3b genera un punto de iluminación. Un observador que mira a través del microscopio quirúrgico puede percibir la luz retrodispersada del fondo de ojo 31 como un reflejo rojo.

Si la trayectoria de rayos de observación izquierda se proyecta sobre el fondo de ojo, ésta forma una sección transversal aproximadamente circular en el fondo de ojo. El punto de iluminación generado por la segunda fuente de luz individual 3b se encuentra dentro de esta sección transversal.

5 Un primer haz de rayos de iluminación 15a, que se desarrolla desde la primera fuente de luz individual 3a, se guía hacia el ojo 30 en un pequeño ángulo de aproximadamente -2° con respecto al eje óptico de una trayectoria de rayos de observación, formando una iluminación de -2° .

Por el contrario, un tercer haz de rayos de iluminación 15c, que se desarrolla desde la tercera fuente de luz individual 3c, se guía hacia el ojo 30 en un pequeño ángulo de aproximadamente 2° con respecto al eje óptico de una trayectoria de rayos de observación, formando una iluminación de 2° con respecto al lado opuesto del eje óptico.

10 Las realizaciones antes descritas se aplican tanto a una trayectoria de rayos de observación izquierda, como también a una trayectoria de rayos de observación derecha. Para la trayectoria de rayos de observación derecha, el conjunto de fuentes de luz individuales 3 presenta otras tres fuentes de luz individuales situadas en el plano de imagen detrás de las fuentes de luz individuales 3a, 3b, 3c.

15 La unidad de fuentes de luz 2 comprende el conjunto de fuentes de luz individuales 3, estando cada fuente de luz individual formada por un LED o por un OLED. También es posible imaginar que las fuentes de luz individuales comprendan fibras guíaondas y que las fuentes de luz individuales estén formadas por los extremos de fibra de las fibras guíaondas. De este modo se puede conseguir un diseño muy compacto de las fuentes de luz individuales. Si las fuentes de luz individuales se realizan como LEDs u OLEDs, las fuentes de luz individuales pueden controlarse eléctricamente de forma muy rápida y sencilla. En caso de una configuración como extremo de salida de las fibras guíaondas, no se genera calor en el plano del conjunto bidimensional y se puede prescindir de las medidas de disipación de calor en este punto. El conjunto de fuentes de luz individuales 3 también puede comprender una combinación de LEDs, OLEDs y fibras de vidrio. También es concebible que las fuentes de luz individuales estén formadas por láseres o convertidores excitados. Las fuentes de luz individuales pueden tener una superficie radiante cuadrada, rectangular o circular.

25 El dispositivo de control 5 se configura para conectar y desconectar individualmente la primera fuente de luz individual 3a, la segunda fuente de luz individual 3b, la tercera fuente de luz individual 3c y todas las demás fuentes de luz individuales no representadas del conjunto de fuentes de luz individuales. Además, el brillo de todas las fuentes de luz individuales puede regularse mediante un control de la tensión o de la corriente eléctrica de las fuentes de luz individuales. Alternativamente, el brillo puede controlarse mediante una modulación de la duración de los impulsos con relaciones de impulsos libremente regulables. Una regulación electrónica del brillo de las fuentes de luz individuales tiene la ventaja de que no es necesario introducir piezas móviles como, por ejemplo, filtros, en la trayectoria de rayos de iluminación.

35 La figura 2 muestra un ejemplo de realización de una unidad de fuentes de luz 50 con un conjunto de fuentes de luz individuales. El conjunto de fuentes de luz individuales está configurado como una matriz de LEDs 52 con catorce fuentes de luz individuales LED. Las fuentes de luz individuales LED se disponen como LEDs SMD en una placa de circuitos impresos 51 y pueden controlarse respectivamente por separado. Los ánodos de todas las fuentes de luz individuales pueden conectarse, mientras que los emisores se guían respectivamente al dispositivo de control 5 a través de una línea separada. Sin embargo, también es posible imaginar conectar eléctricamente las fuentes de luz individuales LED en una disposición de rejilla y controlarlas por medio de la electrónica de multiplexación. La electrónica de multiplexación se puede disponer en la placa de circuitos impresos 51 o integrar en la unidad de control 5. La placa de circuitos impresos 51 presenta un primer rebajo 56 y un segundo rebajo 57 para sendos elementos de fijación mecánicos. La placa de circuitos impresos está conectada a un cable de cinta plana 53. El cable de cinta plana presenta un primer conector 54 y un segundo conector 55 con el que se puede conectar la matriz de LEDs 52 al dispositivo de control 5.

45 Tres fuentes de luz individuales LED dispuestas en una columna de la matriz de LEDs 52 pueden formar la primera fuente de luz individual 3a, la segunda fuente de luz individual 3b y la tercera fuente de luz individual 3c representadas en la figura 1.

50 En el conjunto de fuentes de luz individuales no es necesario que todas las posiciones estén ocupadas por fuentes de luz individuales LED. En este caso, la unidad de fuentes de luz 50 puede fabricarse de forma más económica. Una posible generación de calor de la unidad de iluminación es menor. Se dispone de espacio adicional para cables o componentes electrónicos.

La figura 3 muestra un conjunto de fuentes de luz individuales 100 dispuesto de forma desplazada con respecto a un eje óptico de la trayectoria de rayos de iluminación.

55 En el ejemplo de realización, las fuentes de luz individuales se realizan como LEDs cuadrados. El conjunto de fuentes de luz individuales 100 comprende 15 fuentes de luz individuales. Las fuentes de luz individuales se disponen en el conjunto en un plano de fuentes de luz. El plano de fuentes de luz se extiende en un plano X/Y. Un eje óptico de la óptica de iluminación se desarrolla perpendicularmente al plano de fuentes de luz paralelamente a un eje Z y perfora el plano de fuentes de luz en un punto de perforación 113.

El conjunto comprende tres filas y cinco columnas. Las filas se identifican con las letras minúsculas a, b, c y las columnas con los dígitos 101, 102, 103, 104, 105. Mediante la combinación de los dígitos de la columna respectiva y de las letras de la fila respectiva, es posible definir inequívocamente la posición de una fuente de luz individual en el conjunto de fuentes de luz individuales.

5 Los puntos centrales de las fuentes luminosas individuales de la primera línea a se encuentran en una primera línea recta 112. Los puntos centrales de las fuentes luminosas individuales de la segunda línea b se encuentran en una segunda línea recta 111. La primera línea recta 112 y la segunda línea recta 111 se desarrollan paralelamente a una primera distancia A. La primera distancia A es, por ejemplo, de 1,6 mm.

10 Una primera fuente de luz individual en la posición 102b tiene un primer punto central M1. Una segunda fuente de luz individual en la posición 102a presenta un segundo punto central M2. Desde el segundo punto central M2 hasta el primer punto central M1 se define una primera dirección axial A1. En el ejemplo de realización, la primera dirección axial A1 se dispone en dirección opuesta al eje Y.

15 Las fuentes de luz individuales en la segunda fila b presentan a lo largo de la primera dirección axial A1 una primera extensión L1 que en este ejemplo de realización es de 1 mm. En este ejemplo de realización, una segunda extensión L2 de las fuentes de luz individuales de la primera fila a a lo largo de la primera dirección axial A1 también es de 1 mm. La primera extensión L1 y la segunda extensión L2 pueden ser diferentes o iguales. En una realización circular de las fuentes de luz individuales, la primera extensión L1 puede equipararse a un primer diámetro de las fuentes de luz individuales en la segunda fila b y la segunda extensión L2 puede equipararse a un segundo diámetro de las fuentes de luz individuales en la primera fila a.

20 Una tercera línea recta 110 se desarrolla por el punto de perforación 113 del eje óptico a través del plano de fuentes de luz en dirección X paralelamente a las dos primeras líneas rectas. En este ejemplo de realización, la tercera línea recta 110 está dispuesta ortogonalmente a la primera dirección axial A1. El primer punto central M1 se desplaza así en un valor Δ en la dirección positiva a lo largo de la dirección axial A1 con respecto al punto de perforación 113.

25 El valor Δ es menor que la primera extensión L1. En este caso, para el valor Δ se cumple la siguiente relación: $0,2 * L1 \leq \Delta \leq 0,5 * L1$.

En este ejemplo de realización, el valor Δ es de entre 0,2 mm y 0,5 mm. En el ejemplo de realización según la figura 3, el valor $\Delta = 0,3$ mm.

30 La primera línea recta 112 y la tercera línea recta 110 se desarrollan a una segunda distancia C una respecto a otra. La segunda recta 111 está desplazada con respecto a la tercera línea recta 110 en un valor Δ . Por consiguiente, el desplazamiento en el valor Δ se aplica a todas las fuentes de luz individuales dispuestas en la segunda fila b.

Entre las fuentes de luz individuales se encuentra una zona que no emite ninguna luz. Esta zona tiene una anchura L3 paralela al eje Y y puede presentar, por ejemplo, un valor de 0,6 mm.

Según la figura 1, una fuente de luz individual se reproduce en el fondo de ojo 31 de un ojo 30 a observar. En las posiciones 102b y 104b se encienden dos fuentes de luz individuales.

35 Como se representa en la figura 1, la luz de las fuentes de luz individuales se reproduce en el fondo de ojo 31 del ojo a observar 30 por medio de la óptica de iluminación y del objetivo principal 20. La reproducción de una fuente de luz individual en el fondo de ojo 31 se denomina punto de iluminación. La fuente de luz individual en la posición 102b se acopla coaxialmente en una trayectoria de rayos de observación izquierda y forma un primer punto de iluminación en el fondo de ojo. La fuente de luz individual en la posición 104b se acopla coaxialmente en la trayectoria de rayos de observación derecha y forma un segundo punto de iluminación en el fondo de ojo.

40 Según la figura 1, el dispositivo de observación se enfoca en la cámara de lentes delantera del ojo 30. Las reproducciones de las trayectorias de rayos de observación izquierda y derecha proyectadas sobre el fondo de ojo provocan allí respectivamente un punto de observación circular izquierdo y un punto de observación derecho. El plano X/Y del plano de fuentes de luz forma una ubicación conjugada para la reproducción del fondo de ojo. El punto de observación izquierdo se representa en el plano X/Y como un círculo izquierdo 115 y el punto de observación derecho se representa como un círculo derecho 116.

Las fuentes de luz individuales están desplazadas con respecto a la tercera línea recta 110 en el valor Δ . No obstante, la fuente de luz individual en la posición 102b se encuentra dentro del círculo izquierdo 115.

50 Esto significa que a pesar del desplazamiento o descentramiento de la fuente de luz individual 102b en el valor Δ , se puede lograr una iluminación cercana al eje con respecto al eje izquierdo de la trayectoria de rayos de observación. Del mismo modo, para una fuente de luz individual 104b se puede conseguir una iluminación cercana al eje para la trayectoria de rayos de observación derecha, dado que el punto de iluminación de la fuente de luz individual 104b se encuentra dentro del círculo derecho 116. La iluminación cercana al eje provoca una iluminación de reflejo rojo con un muy buen contraste y con una muy buena homogeneidad. Por lo tanto, se realiza una primera variante de iluminación que da lugar a una iluminación de reflejo rojo mediante la activación de las fuentes de luz individuales en las posiciones 102b y 104b. La primera variante de iluminación tiene así el efecto de una muy buena iluminación estereocoaxial.

- 5 Se puede conseguir una segunda variante de iluminación mediante la activación de las dos fuentes de luz individuales en las posiciones 102a y 104a. La fuente de luz individual en la posición 102a se acopla a la trayectoria de rayos de observación izquierda y la fuente de luz individual en la posición 104a se acopla en la trayectoria de rayos de observación derecha. Los respectivos puntos del fondo de ojo se configuran de manera que éstos se encuentren parcialmente dentro y parcialmente fuera de los dos puntos de observación. En el plano X/Y conjugado con respecto al plano del fondo de ojo puede verse esta situación en la que el círculo izquierdo 115 atraviesa la fuente de luz individual en la posición 102a. Esto se aplica igualmente al círculo derecho 116 y a la fuente de luz individual en la posición 104a.
- 10 La segunda variante de iluminación representa la iluminación oblicua que también se denomina iluminación de 2°. La iluminación oblicua produce un gran efecto de profundidad con una homogeneidad aceptable y un buen contraste.
- Una tercera variante de iluminación representa una combinación de la primera variante de iluminación y de la segunda variante de iluminación. Las fuentes de luz individuales en las posiciones 102a, 102b, 104a, 104b se activan. El resultado es una imagen nítida con un efecto de profundidad medio, pero con un contraste ligeramente inferior.
- 15 De este modo se puede establecer la variante de iluminación optimizada para la respectiva situación de observación. El observador puede alternar entre una iluminación coaxial o una iluminación oblicua o combinar ambos tipos de iluminación. En este caso, el tamaño de los puntos del fondo de ojo, el ángulo de iluminación y el brillo pueden adaptarse óptimamente a cada situación. La activación de fuentes de luz individuales adicionales provoca un aclarado de la imagen.
- 20 Descentrando las fuentes de luz individuales en el valor Δ con respecto a la tercera línea recta 110 se pueden combinar las propiedades de una buena iluminación coaxial o de una iluminación de reflejo rojo con las ventajas de una iluminación oblicua. Se pueden establecer al menos tres variantes de iluminación diferentes. Por consiguiente, en un microscopio quirúrgico se pueden integrar fuentes de luz individuales muy pequeñas y de alta intensidad, por ejemplo, LEDs, con unas condiciones de espacio muy reducidas. En caso de una miniaturización de la fuente de luz
- 25 de iluminación se puede poner a disposición un dispositivo de iluminación de muy alta calidad con el que se pueden establecer muy rápidamente diferentes variantes de iluminación con una potencia luminosa suficientemente alta.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de iluminación (1) para un instrumento óptico de observación, que presenta
- 5 - una fuente de luz (3, 52, 100) que comprende una primera fuente de luz individual (3b, 102b) y una segunda fuente de luz individual (3a, 102a) dispuestas en un plano de fuentes de luz, presentando la primera fuente de luz individual (3b, 102b) un primer punto central M1 y presentando la segunda fuente de luz individual un segundo punto central M2 y estando una primera dirección axial A1 definida por un vector desde el segundo punto central M2 hacia el primer punto central M1;
- 10 - una óptica de iluminación (10) mediante la cual se define un eje óptico Z que está dispuesto perpendicularmente al plano de fuentes de luz y que perfora el plano de fuentes de luz en un punto de perforación (113), reproduciéndose la fuente de luz (3, 52, 100) por medio de la óptica de iluminación hacia el infinito,
- presentando la primera fuente de luz individual (3b, 102b) una primera extensión L1 a lo largo de la primera dirección axial A1,
- 15 estando el punto central M1 desplazado en un valor Δ en la dirección positiva a lo largo de la dirección axial A1 con respecto al punto de perforación (113) del eje óptico Z a través del plano de fuentes de luz, cumpliéndose para el desplazamiento la siguiente relación:
- $0.2 * L1 \leq \Delta \leq 0.5 * L1$.
2. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1,
- 20 estando el punto central M1 desplazado en un valor Δx en la dirección de una segunda dirección axial A2, que se desarrolla perpendicularmente a la primera dirección axial A1, con respecto al punto de intersección (113) del eje óptico Z a través del plano de fuentes de luz.
3. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1 o 2,
- 25 disponiéndose la primera fuente de luz individual (3b, 102b) en una primera fila de un conjunto de fuentes de luz individuales y disponiéndose la segunda fuente de luz individual (3a, 102a) en una segunda fila del conjunto de fuentes de luz individuales y pudiéndose controlar la primera fuente de luz individual (3b, 102b) y la segunda fuente de luz individual (3a, 102a) independientemente una de otra.
- 30 4. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 3, presentando el conjunto de fuentes de luz individuales al menos cuatro fuentes de luz individuales.
5. Dispositivo de iluminación según una reivindicación 3 o 4,
- 35 realizándose las fuentes de luz individuales dispuestas en el conjunto cuadradas, rectangulares o circulares.
6. Dispositivo de iluminación según una de las reivindicaciones anteriores,
- estando previsto un dispositivo de control (5) con el que se puede controlar el brillo de cada fuente de luz individual mediante el control de la tensión y/o de la corriente eléctrica o mediante una modulación de la duración de los impulsos con relaciones de impulsos libremente regulables.
- 40 7. Microscopio quirúrgico con un dispositivo de iluminación según una de las reivindicaciones 1 a 6.

FIG.1

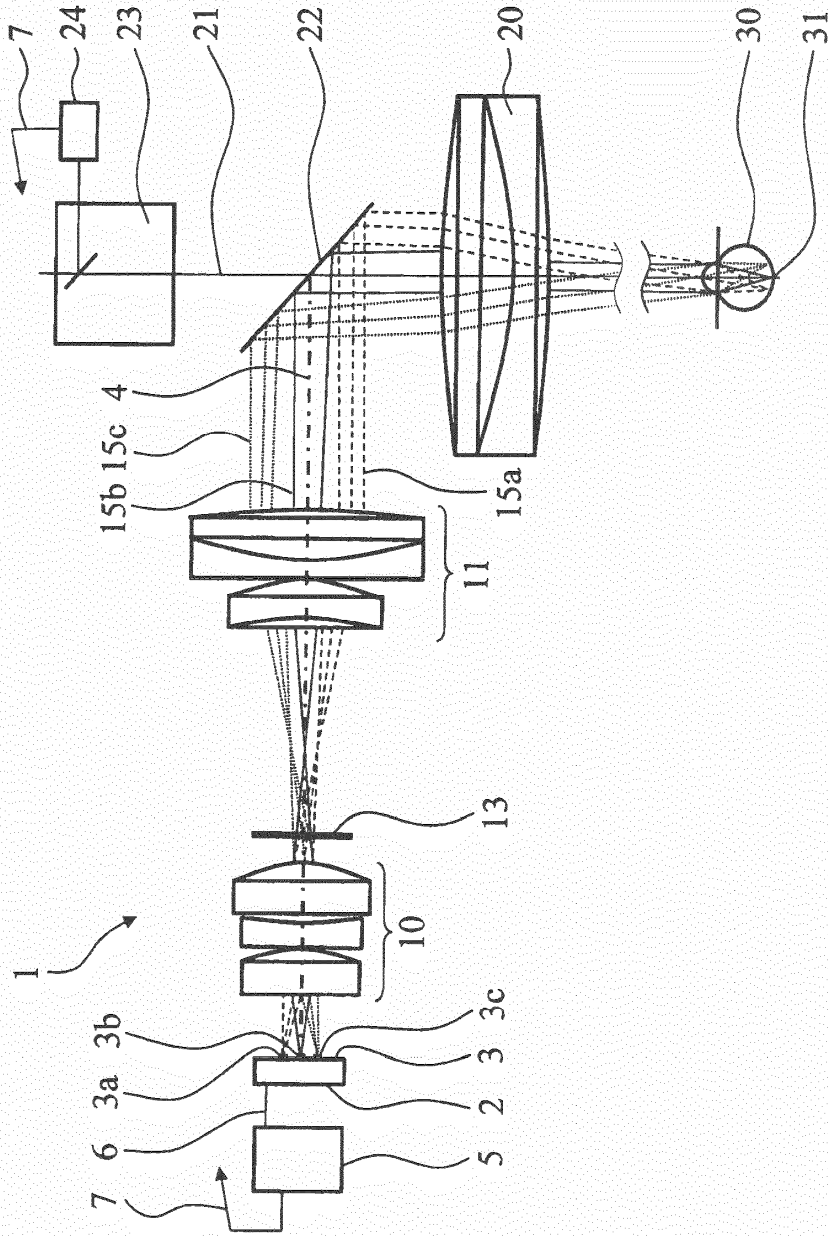


FIG.2

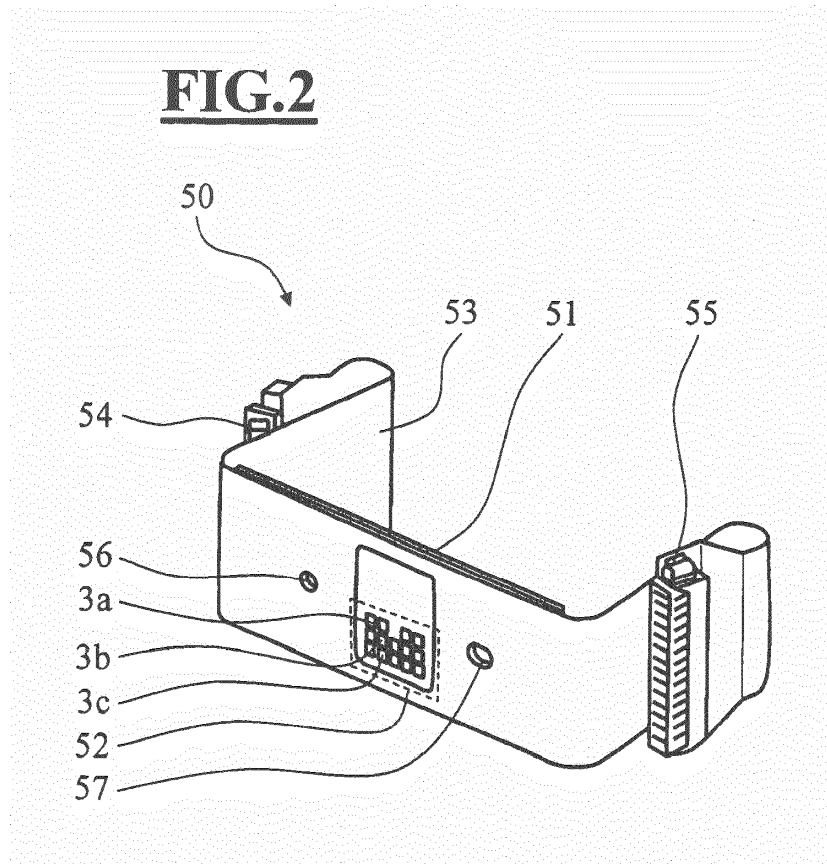


FIG.3

