

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 368**

51 Int. Cl.:

G02B 21/00	(2006.01)	A61B 90/00	(2006.01)
G02B 21/08	(2006.01)		
A61B 3/13	(2006.01)		
A61B 3/117	(2006.01)		
A61B 3/00	(2006.01)		
G02B 21/06	(2006.01)		
G02B 21/22	(2006.01)		
A61B 90/30	(2006.01)		
G02B 27/00	(2006.01)		
G02B 21/18	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2007 PCT/EP2007/002603**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2007 WO07110207**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2007 E 07723551 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 1955103**

54 Título: **Microscópico operatorio oftalmológico**

30 Prioridad:

24.03.2006 DE 102006013761

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

06.06.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MERZ, FRANZ;
REIMER, PETER y
STRÄHLE, FRITZ**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 671 368 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

Microscópico operatorio oftalmológico.

La presente invención concierne a un microscopio operatorio oftalmológico según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 En particular, el microscópico operatorio puede estar configurado como un microscópico operatorio oftalmológico que se utiliza, por ejemplo, para una aplicación especial en la cirugía ocular, concretamente en la cirugía de cataratas.

En la cirugía de cataratas se sustituye un cristalino – por ejemplo enturbiado por la catarata – por una lente artificial.

10 El cristalino de un ojo se encuentra en una delgada envoltura, la denominada cápsula del cristalino. Para retirar el cristalino se crea un acceso al mismo por medio de un delgado corte en la cápsula del cristalino y se divide primeramente el cristalino con un aparato microquirúrgico en pequeños fragmentos individuales que se retiran después por medio de un dispositivo de succión.

15 Este proceso tiene lugar bajo observación microscópica – por ejemplo bajo observación estereomicroscópica – utilizando un dispositivo de iluminación especialmente diseñado para tales intervenciones. Este dispositivo de iluminación representa tanto una iluminación de entorno necesaria para la iluminación del campo operatorio completo como una iluminación de fondo roja decisivamente importante para la operación de cataratas y destinada al campo operatorio propiamente dicho limitado a la zona de la pupila del cristalino. Esta iluminación de fondo roja proviene de la fracción de la luz de iluminación que incide finalmente, a través de los medios transparentes del ojo, en la rutina que parece roja a causa de una buena vascularización, desde donde se refleja y puede observarse
20 después naturalmente también a través del microscopio operatorio por el cirujano como una iluminación de fondo que parece roja. Esta iluminación de fondo roja enteramente característica en la cirugía de cataratas es conocido generalmente en los círculos especializados bajo el término “reflejo rojo”.

25 Para lograr un conocimiento óptimo de los detalles relevantes para la operación de cataratas se manifiesta como premisa necesaria para el operador una iluminación de fondo roja lo más homogénea posible. Por tanto, un primer requisito impuesto al dispositivo de iluminación es el de garantizar una homogeneidad lo mejor posible del reflejo rojo en toda la pupila del paciente.

Para eliminar completamente los restos del cristalino triturado en diminutos fragmentos y para reconocer bien membranas transparentes, por ejemplo la cápsula del cristalino, se tiene que cumplir un requisito más, concretamente un buen contraste de objetos de fase, y ello a ser posible también en toda la pupila del paciente.

30 Para la operación en el ojo y aquí especialmente en operaciones de cataratas se requiere un “reflejo rojo” homogéneo claro y un buen contraste de los objetos de fase en toda la zona de la pupila del ojo del paciente.

Los microscopios operatorios empleados hasta ahora satisfacen estos requisitos para zonas más o menos grandes de la pupila del ojo. Se tiene que alcanzar siempre un compromiso entre los requisitos principales de un buen “reflejo rojo” homogéneo y un buen contraste de los objetos de fase.

35 La mayoría de las veces, se ilumina bajo un pequeño ángulo para realizar la observación. Sin embargo, esto tiene la consecuencia de que el “reflejo rojo” no aparece uniformemente claro en toda la pupila del paciente. Se ha acreditado hasta ahora como favorable un ángulo de iluminación comprendido entre 2 y 4 grados. Con este ángulo se adquiere un buen compromiso entre un buen contraste y una buena iluminación de la pupila del paciente. No obstante, el “reflejo rojo” no reacciona en esta disposición de una manera sensible a una rotación del ojo del
40 paciente durante la operación. Otros problemas pueden surgir en pequeñas pupilas de paciente o en relación con la refracción del ojo del paciente.

45 Los ensayos realizados con una iluminación coaxial han conducido ciertamente a un buen “reflejo rojo” homogéneo, pero han llevado a un mal contraste de los objetos de fase y, por tanto, no han dado buenos resultados hasta ahora en la práctica. En este caso, la óptica de iluminación estaba dispuesta de tal manera que estaba situado un espejo de iluminación (o prisma) entre los dos trayectos de los rayos del estereomicroscopio. Por tanto, no se trataba aquí de una iluminación exacta a 0°, la cual se efectúa exactamente desde la misma dirección que la observación.

Una posibilidad para lograr un “reflejo rojo” claro y homogéneo junto con, al mismo tiempo, un buen contraste se puede alcanzar haciendo que se divida el rayo de iluminación en dos haces de rayos parciales. Se guía en este caso cada haz de rayos parciales de tal manera que, para el trayecto de rayos de observación izquierdo y el trayecto de rayos de observación derecho de un (estereo)microscopio operatorio, se ilumine el objeto a observar, por ejemplo un
50 ojo, desde la misma dirección desde la cual se efectúa también la observación (iluminación a 0°). Esta solución se encuentra descrita, por ejemplo, en la solicitud anterior DE 10 2004 050 651 A1 de la solicitante.

Un problema general con tales “soluciones coaxiales” es el de que en superficies límite ópticas, y aquí

especialmente en el elemento objetivo principal del estereomicroscopio, se pueden presentar reflejos perturbadores que afecten negativamente a la observación del campo operatorio, por ejemplo debido a brillos en el campo de visión.

5 En los sistemas de iluminación o de observación hasta ahora habituales se ha prescindido en general hasta este momento de una disposición de iluminación coaxial, a pesar de sus ventajas para el “reflejo rojo”, o bien se han tomado hasta ahora otras medidas, si bien éstas adolecen de una serie de inconvenientes:

10 Una eliminación de los reflejos en el trayecto de los rayos de observación conduce, por ejemplo, a viñetados o fallos de imagen. Un descentrado más fuerte del objetivo principal con relación a los haces de rayos de observación requiere, por ejemplo, unas ópticas netamente más grandes y, por tanto, también más caras. Asimismo, resulta más complicada la corrección de los defectos de color prismáticos que se presentan a consecuencia de esto. Se podría conseguir también una supresión de los reflejos, por ejemplo, mediante el empleo de luz polarizada. Sin embargo, mediante este enfoque de solución se pierde más de la mitad de la luz en la iluminación (a través del polarizador). Por otro lado, se sigue reteniendo en el analizador más de la mitad de la luz retrorradiada por el objeto. En particular, el punto últimamente citado es desventajoso en aplicaciones al ojo, ya que hay que iluminar con intensidades correspondientemente mayores.

Aparte de microscopios convencionales, se conocen también los microscopios confocales. Se pueden citar aquí a este respecto, por ejemplo, los documentos US 6,003,93 A o el documento DE 198 24 460 A1.

20 Partiendo del estado de la técnica citado, la presente invención se basa en el problema de perfeccionar un microscopio operatorio de la clase citada al principio para mejorar aún más la optimización deseada. En particular, se pretende proporcionar un microscopio operatorio por medio del cual se puedan suprimir los reflejos perturbadores anteriormente descritos.

Este problema se resuelve según la invención por medio del microscopio operatorio con las características según la reivindicación 1 independiente. Otras ventajas, características, detalles, aspectos y efectos de la invención se desprenden de las reivindicaciones subordinadas, la descripción y los dibujos.

25 Se proporciona un dispositivo de iluminación para un microscopio operatorio oftalmológico dotado de dos o más trayectos de rayos de observación, cada uno de ellos con un haz de rayos de observación, que presenta al menos una fuente de luz para generar al menos un haz de rayos de iluminación para iluminar un objeto a observar, especialmente un ojo a observar, discurrendo el al menos un haz de rayos de iluminación en sentido coaxial al haz de rayos de observación. El dispositivo de iluminación presenta una óptica de iluminación que está construida según el principio de iluminación de Köhler y en la que está previsto al menos un diafragma antirreflejos para cubrir la luz refleja que se irradia desde la superficie de un elemento objetivo.

30 El término “cubrir” en el contexto de la presente invención significa que se evita luz refleja que, en caso contrario, sería irradiada desde la superficie de un elemento objetivo. Gracias al diafragma antirreflejos se puede impedir ventajosamente de manera completa, o al menos se puede debilitar, la producción de luz refleja y su irradiación desde la superficie de un elemento objetivo.

Por tanto, según el primer aspecto de la invención, se proporciona un microscopio operatorio con uno, dos o más trayectos de rayos de observación dotados cada uno de ellos de un haz de rayos de observación y con un dispositivo de iluminación que está concebido para iluminar a un ojo a observar, cuyo microscopio posee las características de la reivindicación 1.

40 Gracias al dispositivo de iluminación según la invención se puede materializar especialmente una supresión de reflejos en un sistema de iluminación coaxial para un microscopio operatorio oftalmológico.

45 Con la presente invención se crea una auténtica iluminación coaxial. Por “coaxial” se entiende en general una iluminación próxima al eje. Esto incluye también tanto una iluminación bajo exactamente cero grados como una iluminación oblicua próxima al eje bajo un ángulo muy pequeño. Por tanto, quedan abarcadas también por la presente invención las soluciones con pequeñas desviaciones respecto de la disposición de iluminación coaxial.

Según la invención, el dispositivo de iluminación está previsto para el microscopio operatorio oftalmológico.

50 En el caso más sencillo, está previsto un único haz de rayos de iluminación que genera una única mancha de iluminación. Sin embargo, son posibles también formas de ejecución con dos o más haces de rayos de iluminación, generando entonces cada haz de rayos de iluminación una respectiva mancha de iluminación. En el caso últimamente citado, los haces de rayos de iluminación – considerado en su totalidad – representan sendos haces de rayos parciales de iluminación.

Según la invención, se ha previsto también que el dispositivo de iluminación presente una óptica de iluminación configurada de una manera especial. Esta óptica de iluminación se caracteriza, en primer lugar, por que está concebida según el principio de iluminación de Köhler. El principio de iluminación de Köhler en sí es ya conocido. Se

ha encontrado ahora sorprendentemente que su utilización en el dispositivo de iluminación conduce a que puedan suprimirse los reflejos perturbadores.

5 En primer lugar, el dispositivo de iluminación presenta una fuente de luz. La invención no se limita a formas de ejecución determinadas para la fuente de luz. En el curso ulterior de la descripción se explicarán con más detalles algunos ejemplos no exclusivos.

La óptica de iluminación construida según el principio de Köhler presenta primeramente un colector. Este colector puede consistir ventajosamente en uno o varios elementos de lente individuales o ensamblados. Asimismo, está previsto un diafragma de apertura. Éste puede estar configurado, por ejemplo, como un diafragma fijo o variable. A través del colector se proyecta la fuente de luz como una imagen intermedia (diafragma de apertura).

10 Además, pertenece a la iluminación de Köhler un condensador. En el dispositivo de iluminación según la invención la imagen de la fuente de luz está situada ventajosamente en el foco del condensador. Se ha previsto que el condensador incluya un elemento objetivo descrito más adelante con mayor detalle. En tal caso, se puede materializar que la imagen intermedia de la fuente de luz se proyecte hacia el infinito.

15 Cuando el objeto a observar es un ojo, se puede iluminar telecéntricamente la córnea del ojo con el dispositivo de iluminación según la invención. Asimismo, el ojo proyecta la imagen de la fuente de luz sobre la retina. Esta luz se refleja entonces en la retina roja e ilumina el cristalino a operar de una manera uniforme, intensa y rica en contrastes.

20 Por último, pertenece también a una iluminación de Köhler un diafragma iris – llamado también diafragma de campo luminiscente – que puede estar configurado ventajosamente como un diafragma fijo o variable. A través de la fuente de luz se ilumina el diafragma de campo luminiscente. Éste se proyecta como imagen hacia el infinito, ventajosamente a través de la parte condensadora sin elemento objetivo, y luego se proyecta como imagen por el elemento objetivo sobre el objeto a observar, por ejemplo sobre la córnea de un ojo a observar. Esta constitución hace posible ventajosamente una formación de imagen unívocamente separada y definida del diafragma de campo luminiscente y de la fuente de luz.

25 El dispositivo de iluminación presenta al menos un elemento objetivo. El elemento objetivo está configurado también como elemento objetivo del microscopio operatorio, especialmente como su objetivo principal.

Según la invención, se han previsto unos medios para superponer siempre un haz de rayos de observación y un haz de rayos de iluminación. Estos medios pueden estar configurados de muy diferentes maneras.

30 Los medios de superposición están dispuestos de tal manera que se efectúe una superposición del haz de rayos de observación y el haz de rayos de iluminación por encima del elemento objetivo. La superposición del haz de rayos de observación y el haz de rayos de iluminación puede efectuarse, por ejemplo, en el trayecto paralelo de los rayos sobre el objetivo principal.

35 Como ya se ha explicado más arriba, la invención no se limita a determinados tipos de ejecución de los “medios de superposición”. Por ejemplo, los medios de superposición pueden presentar al menos un elemento óptico en forma de un prisma y/o una placa divisora de los rayos y/o un espejo, por ejemplo un espejo parcialmente permeable y/o un espejo perforado. Naturalmente, los medios pueden estar configurados también de otra manera, por lo que la invención no se limita a los ejemplos citados.

40 En una forma de realización ventajosa la observación entre el elemento objetivo y un sistema de aumento, por ejemplo un pancracio, en el trayecto de los rayos de observación se concentra en el trayecto de los rayos de observación utilizando una placa divisora.

La luz de iluminación se proyecta como imagen a través del elemento objetivo, el cual consiste en el objetivo principal del microscopio operatorio, pero se refleja también en sus superficies.

45 Para evitar esto se ha previsto según la invención en la óptica de iluminación al menos un diafragma antirreflejos para evitar luz refleja procedente de la superficie de un elemento objetivo. Este diafragma puede estar configurado, por ejemplo, como un diafragma fijo o variable.

Algunas partes de la luz refleja producida se proyectan como imagen en el ojo del observador a través de la óptica de observación del microscopio operatorio y conducen así a brillos perturbadores en la imagen.

50 Esta luz refleja es, naturalmente, parte de la luz de iluminación utilizada y, por tanto, está en relación con ésta. Si se cubre entonces la luz refleja con una pantalla antirreflejos en un sitio de la óptica de iluminación, se eliminan también partes de la luz de iluminación utilizada. La localización analítica de esta luz refleja perturbadora muestra diferencias en relación con la luz útil de iluminación, concretamente en función del lugar de ubicación dentro de la óptica de iluminación. Según la posición del diafragma antirreflejos, se debilita clara o insignificamente la luz de

iluminación.

La fuente de luz o la imagen intermedia de la fuente de luz se irradia, por un lado, en un rango angular definido. La luz que sale de la fuente de luz diverge. Cuanto mayor sea la apertura de irradiación tanto mayor se hará el corte transversal del haz de luz al aumentar la distancia a la fuente de luz o a la imagen de la fuente de luz.

- 5 Por otro lado, la luz refleja perturbadora depende del ángulo bajo el cual ésta incide sobre el elemento objetivo, por ejemplo el objetivo principal. Se detecta un rango angular limitado de la luz refleja por la óptica de observación del microscopio operatorio.

10 Cuando más lejos se encuentre uno de la imagen intermedia de la fuente de luz en el dispositivo de iluminación, tanto más se alejará del eje de iluminación la luz refleja perturbadora en el corte transversal del haz de iluminación. Esto significa que los ángulos más grandes de las aperturas de irradiación generan la luz perturbadora. Cuanto más cerca de la imagen intermedia de la fuente de luz se instale el diafragma antirreflejos, tanto más se cubrirá también el rango de apertura no expresamente perturbador.

15 Por tanto, la disposición óptima del diafragma antirreflejos en el trayecto de los rayos de iluminación representa un reto especial. Según la invención, se ha previsto que el diafragma antirreflejos esté dispuesto en el trayecto de los rayos de iluminación delante de los medios de superposición.

El lugar óptimo para el diafragma antirreflejos está lo más lejos posible de la imagen intermedio de la fuente de luz. Esto está delante de los medios de superposición, por ejemplo de la placa divisora.

20 Por ejemplo, puede estar previsto que al menos algunos de los diferentes diafragmas anteriormente descritos estén configurados como diafragmas fijos o bien como diafragmas variables. Por ejemplo, al menos un diafragma puede estar configurado como un diafragma discreto, tal como una LCD (pantalla de cristal líquido), como un DMD (dispositivo de espejo digital), como un LCOS (cristal líquido sobre silicio) o como un FLCOS (cristal líquido ferroeléctrico sobre silicio). Son imaginables también otras pantallas transmisivas o reflectivas.

25 Como se ha explicado más arriba, la invención no se limita a un número determinado de fuentes de luz o a su configuración. Por ejemplo, puede estar prevista una única fuente de luz que genere primeramente un único haz de rayos de iluminación. Por ejemplo, puede contemplarse también que estén previstas dos o más fuentes de luz y que se genere un haz de rayos de iluminación por medio de cada fuente de luz. Por tanto, se pueden emplear fuentes de luz independientes, generando cada fuente de luz un haz de rayos de iluminación propio.

30 En otra ejecución ventajosa puede contemplarse que esté prevista una única fuente de luz y que estén previstos unos medios para dividir el haz de rayos de iluminación de la fuente de luz en los dos o más haces de rayos parciales de iluminación. En este caso, se puede tratar de divisores de rayos adecuados en forma de prismas, espejos parcialmente permeables y similares.

35 La presente invención no se limita al empleo de determinadas fuentes de luz. A continuación, se citan algunos ejemplos ventajosos no exclusivos. Por ejemplo, la al menos una fuente de luz puede estar configurada como una lámpara, especialmente como una lámpara de halógeno o una lámpara de xenón, como un láser, como un radiador no térmico, como un conductor óptico, especialmente como un haz de conductores ópticos de fibra, como al menos un LED (diodo emisor de luz), como al menos un OLED (diodo orgánico emisor de luz) o similares. Naturalmente, son posibles también combinaciones de diferentes fuentes de luz.

40 Ventajosamente, la fuente de luz está formada por una disposición de una o varias microfuentes de luz conmutables individual o zonalmente. El dispositivo de iluminación está configurado entonces de modo que pueda variarse simplemente en lo que respecta a la geometría del campo luminiscente generado por él. Las microfuentes de luz – en particular electrónicas – son activadas desde fuera, preferiblemente desde un dispositivo de control. Otra característica prevé que las microfuentes de luz sean activables al menos zonalmente para poder ajustar geometrías de iluminación variables. Esto es ventajoso especialmente para la generación de haces anulares de rayos de iluminación. La invención no está limitada a determinados tamaños y/o formas de zonas. En el caso más sencillo, un único punto puede ser activado de esta manera. Particularmente cuando la fuente de luz está formada por una matriz constituida por microfuentes de luz individuales, una o varias microfuentes de luz pueden ser activadas individualmente o en grupos, pudiendo agruparse en el caso últimamente citado algunas microfuentes de luz para obtener una zona. A este respecto, la invención no está limitada tampoco a formas de ejecución concretas.

50 Ventajosamente, la fuente de luz puede estar formada por una disposición de uno o varios diodos luminiscentes (LED), especialmente diodos luminiscentes orgánicos (OLED). Los diodos luminiscentes orgánicos se han desarrollado originalmente como micropantallas. A diferencia de los LCDs, que necesitan una iluminación posterior, los OLEDs lucen ellos mismos como radiadores de Lambert (emisores planos).

Los OLEDs ofrecen como fuente de luz estructurada una buena eficiencia luminosa y pequeñas estructuras sin espacios intermedios oscuros. Según una geometría de iluminación deseada, se pueden conectar algunas de las

5 microfuentes de luz y otras pueden permanecer desconectadas. En los OLEDS el factor de relleno es más alto que en los LEDs, lo que significa que se puede materializar una mayor densidad de empaquetamiento. El empleo de una pantalla de LEDs u OLEDS hace posible una conmutación programable y, por ejemplo, también automatizable de diferentes modos de iluminación, sin que tengan que moverse componentes mecánicos, como, por ejemplo, anillos de contraste de fase, filtros, atenuadores y similares. Especialmente adecuados son, por ejemplo, los OLEDS blancos cuyo espectro viene determinado por una mezcla de moléculas orgánicas.

10 Gracias al dispositivo de iluminación anteriormente descrito según la invención se pueden materializar una serie de ventajas. Por un lado, no se produce ninguna pérdida de luz en el trayecto de los rayos de observación. Asimismo, no se producen viñetados o fallos de imagen por efecto de diafragmas en el trayecto de los rayos de observación. Además, tampoco son necesarios objetivos complicados.

Una característica fundamental del dispositivo de iluminación según la invención consiste en que la óptica de iluminación está construida según el principio de iluminación de Köhler. Otra característica consiste en que está previsto en el trayecto de los rayos de iluminación al menos un diafragma adecuado en forma de un diafragma antirreflejos.

15 El microscopio operatorio presenta un elemento objetivo principal que es idéntico a un elemento objetivo del dispositivo de iluminación. Los medios de superposición están dispuestos de tal manera que se efectúe una superposición de haces de rayos de observación y haces de rayos de iluminación por encima del elemento objetivo principal.

20 En otra ejecución puede estar previsto que el microscopio operatorio presente un elemento objetivo principal que sea idéntico a un elemento objetivo del dispositivo de iluminación, y que los medios de superposición estén dispuestos de tal manera que se efectúe una superposición de haces de rayos de observación y haces de rayos de iluminación por debajo del elemento objetivo principal.

25 Los radios del objetivo principal determinan la dirección de la luz refleja y, por tanto, la luz refleja capturada por la óptica de observación del microscopio operatorio. Cuanto más corto sea el radio de la superficie superior del objetivo principal, tanta menos luz refleja incidirá en la óptica de observación.

Un descentrado de los canales de observación, por ejemplo de los estereocanales de observación, con respecto al objetivo principal influye también sobre la luz refleja capturada. Cuanto más fuertemente estén descentrados los canales de observación, por ejemplo los estereocanales, con respecto al eje del objetivo principal, tanta menos luz refleja se capturar.

30 Por tanto, se contempla ventajosamente que estén previstos dos o más trayectos de rayos de observación y que los trayectos de rayos de observación estén descentrados con relación al elemento objetivo principal.

35 Ventajosamente, el microscopio operatorio puede estar configurado como un microscopio operatorio estereoscópico, especialmente como un estereomicroscopio. El sistema óptico de un microscopio operatorio consiste básicamente en varios componentes, como el tubo, el cuerpo base del microscopio, etc. Además, es posible en muchos microscopios operatorios conectar diferentes módulos adicionales, como, por ejemplo, un tubo de observación simultánea para un observador asistente, una videocámara para la documentación o similares.

40 Dentro del cuerpo base del microscopio se pueden agrupar nuevamente varios grupos constructivos, como, por ejemplo, un dispositivo de iluminación, un dispositivo de aumento, el objetivo principal o similares. La magnitud característica en el objetivo principal es su distancia focal, que fija la distancia de trabajo del microscopio operatorio al campo de operación y tiene también influencias sobre el aumento total del microscopio.

45 Preferiblemente, en el al menos un trayecto de rayos de observación puede estar previsto un sistema de aumento. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de un cambiador de aumento con el que se pueden ajustar aumentos diferentes. En muchos casos de aplicación es completamente suficiente un cambio de aumento en etapas. Sin embargo, es igualmente posible que se empleen también como sistema de aumento unos sistemas de aumento pancráticos por medio de los cuales sea posible un aumento continuo (sistema zoom).

A este respecto, puede estar previsto ventajosamente que la pupila del aparato del microscopio operatorio, ya descrita más arriba, esté ubicada en el sistema de aumento.

50 Asimismo, en el al menos un trayecto de rayos de observación puede estar previsto un elemento de tubo y un elemento ocular. El cometido de un elemento ocular es en general el aumento adicional de la imagen intermedia que se produce en el tubo, así como posiblemente la compensación de eventuales deficiencias de visión del usuario de tal microscopio.

Se ha previsto también ventajosamente que el plano del objeto a examinar esté formado en el foco delantero del objetivo principal. Se consigue así que la imagen del objeto a examinar se proyecte hacia el infinito a través del

objetivo principal.

Ventajosamente, el microscopio operatorio puede estar configurado como un microscopio operatorio estereoscópico, especialmente como un estereomicroscopio. En este caso, el microscopio operatorio dispone de dos trayectos de rayos de observación paralelos.

- 5 Según una forma de realización preferida, el microscopio operatorio puede consistir en un estereomicroscopio según el principio del telescopio, que consta sustancialmente de los tres componentes parciales ópticos, a saber, el sistema zoom del objetivo principal (afocal) y el anteojo binocular constituido por el tubo y el ocular.

10 Los haces de los rayos de observación discurren preferiblemente en paralelo entre los distintos componentes parciales del microscopio operatorio, con lo que los distintos componentes parciales se pueden intercambiar y combinar modularmente.

Según la invención se emplea un dispositivo de iluminación de la invención como el descrito anteriormente en un microscopio operatorio oftalmológico, preferiblemente en un microscopio operatorio concebido para la extracción de cataratas. Asimismo, un microscopio operatorio según la invención como el descrito anteriormente puede emplearse como un microscopio operatorio concebido para la extracción de cataratas.

- 15 Se explicará ahora con más detalle la invención ayudándose de un ejemplo de realización y haciendo referencia al dibujo adjunto. La única figura de éste muestra en representación esquemática un dispositivo de iluminación según la invención para un microscopio operatorio oftalmológico.

En la figura se representa un dispositivo de iluminación 10 que puede utilizarse en un dispositivo de observación configurado como un microscopio operatorio oftalmológico, especialmente como un estereomicroscopio.

- 20 El dispositivo de iluminación 10 presenta una óptica de iluminación 11 que está construida según el principio de iluminación de Köhler. En primer lugar, se ha previsto una fuente de luz 12, por ejemplo una fibra óptica o un haz de fibras ópticas. El extremo de una o varias fibras ópticas se proyecta como una imagen intermedia en un diafragma de apertura 16 por medio de un colector 14 que está constituido por uno o varios componentes de lente, cada uno de ellos integrado por uno o más miembros de lente.

- 25 Esta imagen de la fuente de luz 12 está situada en el foco de un condensador 17. El condensador 17 está constituido en el presente ejemplo por una serie de elementos de lente condensadora 17a. Asimismo, el condensador incluye también el objetivo principal del microscopio operatorio, el cual consiste al mismo tiempo también en un elemento objetivo 19 para el dispositivo de iluminación 10. De este modo, la imagen intermedia de la fuente de luz 12 se proyecta hacia el infinito.

- 30 En el presente ejemplo el objeto 13 a observar consistirá en un ojo. Gracias a la ejecución anteriormente descrita se ilumina telecéntricamente la córnea del ojo 13 a examinar, y el ojo 13 proyecta nuevamente la imagen de la fuente de luz 12 sobre la retina. Esta luz se refleja en la retina roja e ilumina, por ejemplo, el cristalino del paciente a operar de una manera uniforme, intensa y rica en contrastes.

- 35 La fuente de luz 12 del dispositivo de iluminación 10 ilumina al mismo tiempo un diafragma de campo luminiscente 15. Éste es proyectado como imagen hacia el infinito por la parte condensadora 17a sin el objetivo principal 19 y luego es proyectado desde el objetivo principal 19 sobre la córnea del ojo 13.

Esta constitución de la óptica de iluminación 11 hace posible una formación unívocamente separada y definida de la imagen del diafragma de campo luminiscente 15 y de la fuente de luz 12.

- 40 La iluminación se concentra en el trayecto de rayos de observación 24 entre el objetivo principal 19 y un dispositivo de aumento 22 del microscopio operatorio, por ejemplo un pancracio, por unos medios 20 de superposición de haces de rayos, por ejemplo por una placa divisora. Está prevista para la observación una óptica de observación 21 que no se explica con más detalle en el presente ejemplo y que puede comprender, por ejemplo, un tubo, elementos oculares y similares.

- 45 Por simplificación, se representa solamente el eje de observación 24 del trayecto de rayos de observación. Por simplificación, se representa también solamente el eje de iluminación 23 del trayecto de rayos de iluminación.

La luz de iluminación es proyectada como imagen a través del objetivo principal 19, pero se refleja en las superficies de éste. Algunas partes de esta luz refleja se proyectan como imagen en el ojo del observador por la óptica de observación 21 y conducen así a brillos perturbadores en la imagen.

- 50 Esta luz refleja es, naturalmente, parte de la luz de iluminación utilizada y, por tanto, está relacionada con ésta. Si se cubre entonces la luz refleja con un diafragma antirreflejos 18 en un sitio de la óptica de iluminación 11, se eliminan también algunas partes de la luz de iluminación utilizada. La localización analítica de esta luz refleja perturbadora muestra diferencias con relación a la luz útil de iluminación, concretamente en función del lugar dentro de la óptica

de iluminación. Según la posición del diafragma antirreflejos 18, se atenúa neta o insignificadamente la luz de iluminación.

5 La fuente de luz 12, o la imagen intermedia de la fuente de luz 12, irradia, por un lado, en un rango angular definido. La luz que sale de la fuente de luz 12 diverge. Cuanto mayor sea la apertura de irradiación, tanto más grande se hará el corte transversal del haz de luz al aumentar la distancia a la fuente de luz 12, por ejemplo a la imagen de la fuente de luz.

Por otro lado, la luz refleja perturbadora depende del ángulo bajo el cual ésta incide en el objetivo principal 19. Se detecta por la óptica de observación 21 un rango angular limitado de la luz refleja.

10 Cuanto más lejos se encuentre uno de la imagen intermedia de la fuente de luz 12 en el dispositivo de iluminación 10, tanto más se alejará del eje de observación 23 la luz refleja perturbadora en el corte transversal del haz de iluminación. Esto significa que los ángulos más grandes de las aperturas de irradiación generan la luz perturbadora. Cuanto más cerca de la imagen intermedia de la fuente de luz 12 se instale el diafragma antirreflejos 18, tanto más se cubrirá también la zona de apertura expresamente no perturbadora.

15 Por tanto, el lugar óptimo de ubicación de un diafragma antirreflejos 18 está situado lo más lejos posible de la imagen intermedia de la fuente de luz 12. Esto es delante de los medios de superposición 20, por ejemplo de la placa divisora, en el dispositivo de iluminación 10 según la invención. Un diafragma antirreflejos 18 sobre los medios de superposición 20, o en el trayecto de los rayos de observación entre el dispositivo de aumento 22 y el objetivo principal 19, eliminaría haces de rayos de observación.

20 Los radios del objetivo principal 19 determinan la dirección de la luz refleja y, por tanto, la luz refleja capturada por la óptica de observación 21. Cuanto más corto sea el radio de la superficie superior del objetivo principal, tanta menos luz refleja incidirá en la óptica de observación 21.

25 Un descentrado de los canales de observación, por ejemplo los estereocanales de observación, con respecto al objetivo principal 19 influye también sobre la luz refleja capturada. Cuanto más fuertemente descentrados estén los canales de observación, por ejemplo los estereocanales con respecto al eje del objetivo principal, tanta menos luz refleja se capturará.

Lista de símbolos de referencia

- 10 Dispositivo de iluminación
- 11 Óptica de observación
- 12 Fuente de luz
- 30 13 Objeto a observar
- 14 Colector
- 15 Diafragma de campo luminiscente
- 16 Diafragma de apertura
- 17 Condensador
- 35 17a Elemento de lente condensadora
- 18 Diafragma antirreflejos
- 19 Elemento objetivo
- 20 Medios de superposición de haces de rayos
- 21 Óptica de observación
- 40 22 Dispositivo de aumento
- 23 Eje de iluminación
- 24 Eje de observación

REIVINDICACIONES

1. Microscopio operatorio oftalmológico que comprende uno, dos o más trayectos de rayos de observación, cada uno de ellos con un haz de rayos de observación, y un dispositivo de iluminación (10) que está concebido para iluminar un ojo a observar y que presenta al menos una fuente de luz (12) que se proyecta como imagen sobre la retina del ojo, para generar al menos un haz de rayos de iluminación, en el que el al menos un haz de rayos de iluminación discurre coaxialmente a un haz de rayos de observación, en el que el microscopio operatorio oftalmológico presenta un elemento objetivo (19) que está configurado como un elemento objetivo principal de microscopio operatorio oftalmológico y es idéntico a un elemento objetivo del dispositivo de iluminación (10), en el que el dispositivo de iluminación (10) presenta una óptica de iluminación (11) y esta óptica de iluminación (11) está construida según el principio de iluminación de Köhler, en el que la óptica de iluminación (11) posee un colector (14), un primer diafragma de campo luminiscente (15) y un segundo diafragma de apertura (16), y en el que el colector (14) proyecta una imagen intermedia de la fuente de luz (12) en el diafragma de apertura (16), y en el que la óptica de iluminación (11) presenta un condensador (17) que está constituido por una pluralidad de elementos de lente condensadora (17a), incluye también el elemento objetivo principal y proyecta la imagen intermedia de la fuente de luz (12) hacia el infinito, en el que están presentes unos medios de superposición (20) para superponer siempre un haz de rayos de observación y un haz de rayos de iluminación y estos medios de superposición (20) están dispuestos de tal manera que se produzca una superposición del haz de rayos de observación y el haz de rayos de iluminación en el lado del elemento objetivo principal que queda alejado del ojo a observar, **caracterizado** por que en la óptica de iluminación (11) está presente al menos un tercer diafragma antirreflejos (18) que impide completamente o debilita la producción de luz refleja y su irradiación desde la superficie de un elemento objetivo (19) hacia el trayecto de los rayos de observación, y por que el diafragma antirreflejos (18) está dispuesto en el trayecto de los rayos de iluminación delante de los medios de superposición (20), en el lado del elemento objetivo (19) vuelto hacia la fuente de luz, entre los elementos de lente condensadora (17a) y los medios de superposición (20).
2. Microscopio operatorio oftalmológico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el colector (14) está constituido por uno o varios elementos de lente individuales o ensamblados.
3. Microscopio operatorio oftalmológico según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que el diafragma de campo luminiscente (15) está configurado como un diafragma fijo o variable.
4. Microscopio operatorio oftalmológico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** por que el diafragma de apertura (16) está configurado como un diafragma fijo o variable.
5. Microscopio operatorio oftalmológico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que los medios (20) de superposición presentan al menos un elemento óptico en forma de un prisma y/o una placa divisora de los rayos y/o un espejo parcialmente permeable y/o un espejo perforado.
6. Microscopio operatorio oftalmológico según cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 o 4, **caracterizado** por que el diafragma (15; 16; 18) está configurado como un diafragma discreto, como una pantalla LCD, como un DMD, como un LCOS o como un FLCOS.
7. Microscopio operatorio oftalmológico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que están presentes dos o más fuentes de luz y por que se genera por medio de cada fuente de luz un haz de rayos de iluminación.
8. Microscopio operatorio oftalmológico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que está presente una única fuente de luz (12) y por que están presentes unos medios para dividir el haz de rayos de iluminación de la fuente de luz en dos o más haces de rayos parciales de iluminación.
9. Microscopio operatorio oftalmológico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** por que la al menos una fuente de luz (12) está configurada como una lámpara, especialmente como una lámpara de halógeno o una lámpara de xenón, como un láser, como un radiador no térmico, como un conductor óptico, especialmente como un haz de conductores ópticos de fibra, como al menos un LED o como al menos un OLED.
10. Microscopio operatorio oftalmológico según la reivindicación 1, **caracterizado** por que están presentes dos o más trayectos de rayos de observación y por que los trayectos de rayos de observación están descentrados con respecto al elemento objetivo principal.

