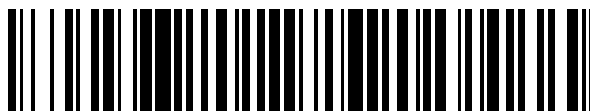


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 052**

51 Int. Cl.:

G02B 21/00 (2006.01)

G02B 21/02 (2006.01)

G02B 21/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2013** **E 13161243 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015** **EP 2648028**

54 Título: **Sistema óptico de varioscopio y microscopio con un sistema óptico de varioscopio**

30 Prioridad:

03.04.2012 DE 102012102902

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

03.12.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HÖGELE, ARTUR;
LIEGEL, JÜRGEN y
NAULI, FENNY

74 Agente/Representante:

POLO FLORES, Luis Miguel

ES 2 553 052 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

Sistema óptico de varioscopio y microscopio con un sistema óptico de varioscopio

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un microscopio con un sistema óptico de varioscopio.

10 **[0002]** Un requisito para muchas aplicaciones de la microscopía es que el objeto observado permanezca dentro del foco del microscopio cuando cambia la distancia de trabajo del microscopio con respecto al objeto observado, también denominada distancia focal posterior. Para lograr esto, la distancia focal de la lente debe ser variable, para que pueda ajustarse al cambio de la distancia de trabajo. En los denominados varioscopios esto se consigue mediante un conjunto óptico que comprende una lente o un grupo de lentes con poder refractivo positivo junto con una lente o un grupo de lentes con poder refractivo negativo dispuesto en el lado del objeto, en el que una de las lentes o grupos de lentes se puede deslizar a lo largo del eje óptico. Un microscopio estereoscópico con su correspondiente conjunto óptico, en el que una lente con poder refractivo negativo puede deslizarse a lo largo del eje óptico, se describe, por ejemplo, en el documento JP 11271625 A. El acoplamiento de la luz de iluminación se realiza en la disposición descrita en JP11271625A por debajo del elemento negativo mediante un espejo deflector.

20 **[0003]** En US 2009/0296206 A1 2009/0296206 A1 se describe un sistema óptico para la generación de una imagen estereoscópica cuya lente está formada por un grupo anterior que actúa como lente negativa y un grupo posterior móvil que actúa como elemento positivo. Las superficies de las lentes del grupo anterior y del grupo posterior que están enfrentadas entre sí, tienen radios de curvatura de 309 mm y 173 mm, respectivamente. La superficie de la lente del grupo anterior orientada hacia el objeto tiene un radio de curvatura de 47,7 mm.

25 **[0004]** Si en un sistema óptico de varioscopio se desea acoplar el haz de iluminación a la trayectoria óptica del microscopio, por encima del elemento positivo, las lentes o grupos de lentes del sistema óptico de varioscopio estarán cortadas para el haz de iluminación, de modo que eviten el reflejo de la iluminación en la pupila del observador del microscopio. No obstante, las lentes o grupos de lentes procesadas son relativamente caras y por lo general solo permiten iluminación con un ángulo relativamente grande. En Los documentos de patente US 2004/0057108 A1 y DE 195 23 712 A1 se describen objetivos con los que es posible modificar la distancia de trabajo de un microscopio y cuyas lentes están procesadas para el haz de iluminación.

[0005] Por tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un microscopio conveniente.

35 **[0006]** Este objeto se consigue mediante un microscopio conforme a la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes contienen realizaciones convenientes para la invención.

40 **[0007]** Según la invención, se proporciona un microscopio con un sistema óptico de varioscopio y con un haz de iluminación que pasa a través del elemento positivo y del elemento negativo del sistema óptico de varioscopio. El microscopio puede ser estereoscópico, y en particular un microscopio quirúrgico. El sistema óptico de varioscopio incluye un elemento positivo formado por una lente o un grupo de lentes con poder refractivo positivo, así como un elemento negativo formado por una lente o un grupo de lentes con poder refractivo negativo. El elemento positivo y el elemento negativo están colocados a lo largo de un eje óptico de manera que el elemento negativo está colocado a continuación del elemento positivo, siguiendo la dirección de observación. En otras palabras, el elemento positivo está orientado hacia la imagen, mientras que el elemento negativo está orientado hacia el objeto. Al menos uno de los elementos, el positivo o bien el negativo está colocado de forma que pueda deslizarse a lo largo del eje óptico, de modo que es posible variar la distancia focal posterior desplazando el elemento positivo o el elemento negativo. A fin de facilitar una forma de realización compacta del sistema óptico de varioscopio es conveniente que el recorrido del elemento positivo o del elemento negativo tenga una longitud máxima de 15 mm, preferentemente de 12 mm. Normalmente solo es deslizable o bien el elemento positivo o bien el negativo, aunque en principio existe la posibilidad de realizar tanto el elemento positivo como el elemento negativo de forma deslizable.

55 **[0008]** El elemento positivo está dotado de una primera superficie final de la lente que cierra el elemento positivo en dirección contraria a la de observación, así como una segunda superficie final de la lente que cierra el elemento positivo hacia la dirección de observación. Asimismo, el elemento negativo está dotado de una primera superficie final de la lente que cierra el elemento positivo en dirección contraria a la de observación, y una segunda superficie final de la lente que cierra el elemento positivo hacia la dirección de observación. La segunda superficie final de la lente del elemento positivo y la primera superficie final de la lente del elemento negativo están realizadas de forma cóncava, vistas en la dirección de observación, mientras que la segunda superficie de la lente del elemento negativo está realizada de forma convexa, vista en la dirección de observación.

60 **[0009]** En el sistema óptico de varioscopio, la segunda superficie final de la lente del elemento positivo y la superficie final de la lente del elemento negativo tienen ambas un radio máximo de curvatura de 500 mm. La segunda superficie final de la lente del elemento negativo tiene un radio máximo de curvatura de 70 mm.

65 **[0010]** Un sistema óptico de varioscopio de este tipo permite dirigir la iluminación a través del sistema óptico de varioscopio en un microscopio equipado con él, sin que sea necesario para ello un procesamiento de las lentes o

grupos de lentes del sistema óptico de varioscopio. Con los radios de curvatura especificados se logra desviar de las pupilas del observador la reflexión de retorno de la iluminación en las superficies de las lentes del sistema óptico de varioscopio. Dado que no es necesario procesar las lentes del sistema óptico de varioscopio, es posible situar el haz de iluminación más cercano al eje óptico, lo que permite una iluminación en ángulos más pequeños. Los ángulos de iluminación pequeños son especialmente convenientes en microscopios quirúrgicos cuando van a utilizarse en intervenciones quirúrgicas que implican la creación de canales profundos. Pero también es conveniente la iluminación con ángulos pequeños en otros tipos de microscopios que se utilizan para observar canales profundos en un objeto de observación.

[0011] Para facilitar la corrección de aberraciones cromáticas, el elemento negativo es una lente compuesta por una primera lente parcial y una segunda lente parcial. La primera y la segunda lente parcial están colocadas a lo largo del eje óptico, de tal modo que la segunda lente parcial sigue a la primera, en la dirección de observación. La primera superficie final de la lente del elemento negativo está formada en la primera lente parcial. Las lentes parciales están compuestas por materiales diferentes, siendo la primera lente parcial de un material con un índice máximo de refracción de 1,6. Esta forma de realización permite corregir aberraciones cromáticas sin que las reflexiones de retorno de la iluminación, que puedan producirse p.ej. en la interfase de ambas lentes parciales, se dirijan a las pupilas del observador. La segunda superficie final de la lente del elemento negativo está formada en la segunda lente parcial.

[0012] Otra ventaja para evitar el acoplamiento de reflexiones de retorno en las pupilas del observador es que la primera superficie final de la lente del elemento positivo tiene curvatura convexa en la dirección de observación con un radio máximo de 130 mm.

[0013] El elemento positivo incluye una primera lente convexa y una segunda lente convexa dispuestas a lo largo del eje óptico de tal modo que la segunda lente convexa sigue a la primera en la dirección de observación. La segunda superficie final de la lente del elemento positivo está, por tanto, formada en la segunda lente convexa. Además, la primera superficie final de la lente del elemento positivo está formada en la primera lente convexa. No obstante, en principio puede haber más lentes entre las lentes convexas. En términos de un diseño compacto del sistema óptico de varioscopio es, sin embargo, conveniente que el elemento positivo de la forma de realización descrita esté compuesto exclusivamente por la primera lente convexa y la segunda lente convexa.

[0014] La segunda lente convexa está dotada de una superficie que termina en sentido contrario a la dirección de observación y que muestra una curvatura convexa en la dirección de observación con un radio máximo de 120 mm. Además, la primera lente convexa presenta una superficie que termina en dirección de observación y que muestra una curvatura cóncava en dirección de observación siendo el radio máximo de curvatura cóncava de 450 mm.

[0015] La primera o la segunda lente convexa del elemento positivo pueden estar compuestas por una primera lente convexa parcial o por una segunda lente convexa parcial, estando colocadas la primera lente convexa parcial y la segunda lente convexa parcial a lo largo del eje óptico, de tal modo que la segunda lente convexa parcial está a continuación de la primera lente parcial en la dirección de observación. Ambas lentes convexas parciales están confeccionadas con diferentes materiales en esta forma de realización. El uso de diferentes materiales permite reducir la aberración cromática del sistema óptico.

[0016] En el microscopio basado en esta invención, gracias a la utilización del sistema óptico de varioscopio, es posible suprimir las reflexiones de retorno del haz de iluminación que pasa a través del elemento positivo y del elemento negativo hacia las pupilas del observador, sin que para ello sea necesario el procesamiento de lentes o grupos de lentes. El paso del haz de iluminación a través de las lentes o grupos de lentes del sistema óptico de varioscopio sin el procesamiento de las lentes o grupos de lentes, permite además conducir el haz de iluminación más próximo al eje óptico, de modo que, comparado con los sistemas ópticos de varioscopio con procesamiento de lentes, es posible lograr ángulos de iluminación más pequeños.

[0017] Además, el paso del haz de iluminación a través de un sistema óptico de varioscopio sin procesamiento de las lentes o grupos de lentes también tiene la ventaja de que en caso de modificar la distancia de trabajo, se mantiene centrado el campo de iluminación con respecto al campo visual, sin que sea necesario corregir la unidad óptica de los grupos de iluminación. Además resulta más sencillo mantener la unidad óptica del grupo de iluminación, ya que el sistema óptico de varioscopio puede formar parte de la unidad óptica de iluminación. Por tanto los elementos ópticos propios en la unidad óptica de iluminación que sirven para corregir la distancia de trabajo para la iluminación, podrán suprimirse en caso de utilizar el sistema óptico de varioscopio en la óptica de iluminación. En particular, es posible utilizar dispositivos de iluminación como por ejemplo los que suelen utilizarse en objetivos con una distancia focal fija. La supresión de elementos ópticos propios para poder variar la distancia de trabajo en el dispositivo de iluminación permite además un diseño compacto de la unidad óptica de iluminación y con ello también del microscopio basado en la presente invención.

[0018] Se reducen, por tanto, los costes totales de fabricación, tanto del sistema óptico de varioscopio como del sistema de iluminación —y con ello los costes de fabricación del microscopio— frente a microscopios con sistemas ópticos de varioscopio conforme al estado actual de la técnica.

[0019] Aunque en el microscopio basado en la presente invención, debido a la utilización del sistema óptico de varioscopio, es posible reducir a un mínimo las reflexiones de retorno del haz de iluminación a las pupilas del observador, es también posible suprimir eventuales reflexiones de retorno remanentes mediante la colocación de un diafragma de reflexión en el haz de iluminación. En este caso sería conveniente situar el diafragma entre una de las fuentes de iluminación y una primera lente colocada a continuación de la fuente de iluminación. Es particularmente conveniente si el diafragma de reflexión está colocado a una distancia máxima de 5 mm de la fuente de luz. En caso de utilizar una iluminación tipo Kohler como unidad óptica de iluminación, la lente que sigue a la fuente de iluminación es el colector de la iluminación tipo Kohler. El diafragma de reflexión también puede estar situado inmediatamente delante o detrás de un elemento de desviación para el desvío del haz de iluminación.

[0020] Pueden ser fuentes de iluminación adecuadas las auto-luminosas como, por ejemplo, bombillas, lámparas de arco, sistemas luminiscentes, etc., o fuentes de iluminación no luminosas como, por ejemplo, la imagen real de una fuente de iluminación auto-luminosa o la salida de una fibra óptica.

[0021] Si el microscopio está configurado como un estereomicroscopio, este presenta al menos dos pupilas del observador dispuestas con simetría especular con respecto a un eje de simetría. Especialmente en este caso, el diafragma de reflexión puede presentar una abertura y un saliente que sobresale hacia la abertura del diafragma estando el saliente situado con simetría especular con respecto al eje de simetría del diafragma. Una proyección del eje de simetría del diafragma al haz de iluminación discurre con un ángulo de $\pm 3^\circ$ como máximo, preferentemente $\pm 1^\circ$ como máximo, con respecto al eje de simetría de las pupilas de observador. También es conveniente que el diafragma de reflexión esté colocado de forma giratoria alrededor del eje óptico del haz de iluminación de manera que sea posible variar la orientación del eje de simetría del diafragma en el rango angular anteriormente especificado, es decir, $\pm 3^\circ$ o bien $\pm 1^\circ$. Como resultado, es posible adaptar la orientación del diafragma de reflexión de forma óptima a posibles reflexiones residuales que puedan aparecer.

[0022] En general, el diafragma de reflexión detiene como máximo un 20 % de la superficie del haz de iluminación.

[0023] Otras características, propiedades y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción de las formas de realización con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra un detalle de un microscopio quirúrgico con un sistema óptico de varioscopio, basado en la presente invención.

La figura 2 muestra una forma de realización específica para un sistema óptico de varioscopio.

La figura 3 muestra una tabla con los parámetros de diseño de la forma de realización específica de la fig. 2

La figura 4 muestra una forma de realización específica alternativa para un sistema óptico de varioscopio.

La figura 5 muestra una tabla con los parámetros de diseño de la forma de realización específica de la fig. 4

La figura 6 muestra un diafragma de reflexión para su colocación en la trayectoria del haz de iluminación de un microscopio.

La figura 7 muestra una forma de realización alternativa para el diafragma de reflexión.

La figura 8 muestra otra forma de realización alternativa para el diafragma de reflexión.

[0024] A continuación se describe un microscopio conforme a la presente invención, con referencia a la figura 1 que muestra mediante una ilustración esquemática un detalle de un microscopio quirúrgico. El detalle representado muestra el sistema óptico de varioscopio 1 del microscopio quirúrgico, la unidad óptica de iluminación 3 del microscopio quirúrgico, la trayectoria del haz de iluminación 5 que conduce hacia el objeto de observación 2, así como el canal de observación 7 que conduce del objeto de observación 2 al observador (no se muestra). El canal de observación 7 discurre paralelo al eje óptico EO e incluye dos canales parciales estereoscópicos que en la representación mostrada en la figura 1 se sitúan en la línea visual del eje óptico, de modo que, en la presente representación, no es posible diferenciar las correspondientes trayectorias parciales del haz de forma individual.

[0025] En el canal de observación, al sistema óptico de varioscopio le sigue, en dirección al observador (no ilustrado), un cambiador de aumentos que puede configurarse como sistema de zoom o como cambiador tipo Galileo. Mientras que en un sistema de zoom hay al menos tres lentes dispuestas a lo largo del eje óptico, una detrás de la otra, siendo dos de ellas deslizables a lo largo del eje óptico, a fin de realizar un ajuste continuo del factor de aumento, en el cambiador tipo Galileo hay al menos dos combinaciones de lentes fijas que podrán introducirse alternativamente en el cambio del factor de aumento, a fin de realizar un cambio de aumentos gradual. La combinación de lentes introducida en cada caso determina el factor de aumento.

[0026] Al cambiador de aumentos le sigue un tubo binocular hacia el observador (tampoco se muestra); este puede

estar dotado con oculares ópticos para la observación directa o bien con oculares electrónicos para la observación indirecta, por ejemplo, mediante unas gafas para 3D.

[0027] El microscopio quirúrgico además puede mostrar interfaces para el acoplamiento o desacoplamiento de fascículos de rayos del haz de observación. Tales interfaces están configuradas típicamente como elementos que dejan pasar parcialmente la luz, como un prisma divisor de haz. En las interfaces pueden conectarse, por ejemplo, cámaras o elementos de inserción para insertar imágenes o datos en la trayectoria del haz de iluminación.

[0028] El sistema óptico de varioscopio 1 del microscopio quirúrgico representado en la fig.1 incluye un elemento positivo, es decir, un elemento óptico con poder refractivo positivo, que se representa en la fig.1 de forma esquemática como lente convexa 9. Por otra parte, el sistema óptico de varioscopio 1 incluye un elemento negativo, es decir, un elemento óptico con poder refractivo negativo, que se representa en la fig.1 de forma esquemática como lente cóncava 11. El elemento negativo 11, visto en la dirección de observación, está dispuesto a continuación del elemento positivo 9, es decir, está situado entre el elemento positivo y el objeto de observación 2. A continuación se indica toda la información acerca del orden en la disposición de los elementos ópticos con respecto a la dirección de observación B, es decir, los elementos ópticos se indican siempre en la dirección del observador hacia el objeto observado. Lo mismo se aplica cuando la superficie de una lente está descrita como cóncava o convexa. Una superficie de lente convexa tiene en relación con la dirección de observación B un radio de curvatura positivo, es decir, la superficie correspondiente se arquea hacia el observador. Una superficie de lente cóncava tiene en relación con la dirección de observación B un radio de curvatura negativo, de modo que la superficie correspondiente se arquea hacia el objeto de observación 2.

[0029] En la forma de realización descrita, el elemento negativo 11 está fijo, mientras que el elemento positivo 9 está colocado de forma deslizable a lo largo del eje óptico EO. Al desplazar el elemento positivo 9 es posible variar la distancia focal posterior de las ópticas de zoom, como se muestra en la fig. 1 con línea discontinua. En el lado derecho del sistema óptico de varioscopio se muestra el cambio del recorrido del haz de rayos de observación, en el lado izquierdo el cambio del recorrido del haz de rayos de iluminación. Si se desplaza el elemento positivo 9 hacia la posición representada con línea discontinua en la fig. 1, se alarga la distancia focal posterior, de modo que se modifica la distancia de trabajo del microscopio al objeto de observación 2.

[0030] Aunque en la fig. 1 el elemento positivo 9 está configurado de forma deslizable, también existe la posibilidad de colocar el elemento negativo 11 a lo largo del eje óptico de forma deslizable, en lugar del elemento positivo 9. El elemento negativo 11, sin embargo, constituye a menudo la lente final del objetivo del microscopio. Un elemento negativo fijo, por tanto, presenta la ventaja de que resulta más fácil sellar el interior del microscopio quirúrgico contra las influencias externas. También debe tenerse en cuenta que, aunque el elemento positivo 9 y el elemento negativo 11 están representados como lentes individuales, también es posible realizar cada uno de estos elementos en forma de un grupo de lentes, en lugar de una lente individual. Esto resulta evidente en el marco de la descripción de formas de realización específicas para el sistema óptico de varioscopio.

[0031] La unidad óptica de iluminación 3 del microscopio quirúrgico está desarrollada en la presente forma de realización como sistema óptico tipo Kohler. Este incluye un colector 13 representado en la presente forma de realización como lente individual, pero que también puede estar configurado como una combinación de lentes, así como también un condensador 15, también representado como lente individual, pero que también puede estar configurado como una combinación de lentes. En lugar de una iluminación tipo Kohler, también pueden utilizarse otros tipos de iluminación.

[0032] La unidad óptica de iluminación 3 también incluye un diafragma de reflexión 17, cuyo significado se explicará más adelante.

[0033] En la presente forma de realización, la fuente de iluminación es la salida de una fibra óptica 19. En lugar de la salida de una fibra óptica, es decir, una fuente de iluminación no luminosa, también puede haber una fuente de luz auto-luminosa, por ejemplo, una bombilla, una lámpara de descarga gaseosa o sistemas luminiscentes, particularmente una lámpara electroluminiscente como una LED. La salida de una fibra óptica sin embargo presenta la ventaja de que generalmente la fuente de luz auto-luminosa, que debe enfriarse, puede tener que estar situada a distancia con respecto al cuerpo principal del microscopio quirúrgico, de manera que sea posible desacoplar del microscopio quirúrgico las vibraciones causadas por los ventiladores para el enfriamiento de la fuente de luz auto-luminosa.

[0034] Mediante un elemento de desviación 21 que, por ejemplo, puede estar configurado como espejo de desviación o prisma de desviación en el microscopio basado en la presente invención, se conduce el haz de iluminación 5 a través del sistema óptico de varioscopio 1. Para ello se eligen los parámetros del sistema óptico de varioscopio de tal manera que las reflexiones de retorno en las superficies de las lentes del sistema óptico de varioscopio no puedan llegar a las pupilas del observador en la trayectoria del haz de iluminación.

[0035] En el contexto de la siguiente descripción de los parámetros del sistema óptico de varioscopio se utilizan las siguientes definiciones:

Se considera como la primera superficie final de la lente 23 del elemento positivo, la superficie de la lente que cierra el elemento positivo 9 en sentido contrario a la dirección de observación B, es decir, la superficie de la lente 23 del elemento positivo que está de cara al observador.

[0036] Se considera como la segunda superficie final de la lente del elemento positivo 9, la superficie de la lente 25 que cierra el elemento positivo 9 en la dirección de observación B, es decir, la superficie de la lente que está de cara al objeto de observación 2.

[0037] Se considera como la primera superficie final de la lente del elemento negativo 11, la superficie de la lente 27 que cierra el elemento negativo 11 en sentido contrario a la dirección de observación B, es decir, la superficie de la lente que está de cara al observador.

[0038] Se considera como la segunda superficie final de lente 29 del elemento negativo 11, la superficie de la lente 29 que cierra el elemento negativo 11 en dirección de observación B, es decir, la superficie de la lente que está de cara al objeto de observación 2.

[0039] Si bien en la fig. 1 están representadas la primera superficie final de la lente y la segunda superficie final de la lente del correspondiente elemento como si pertenecieran a la misma lente, estas superficies también pueden pertenecer a varias lentes de un grupo de lentes perteneciente al correspondiente elemento.

[0040] A fin de evitar las reflexiones de retorno a las pupilas de observación del haz de iluminación, la segunda superficie final de la lente 25 del elemento positivo 9 y la primera superficie final de la lente 27 del elemento negativo 11, ambas configuradas de forma cóncava en dirección de observación, tienen ambas un radio máximo de curvatura de 500 mm. Generalmente, el radio de curvatura de las superficies finales de esas lentes es de al menos 300 mm, aunque puede ser inferior. La segunda superficie final de la lente 29 del elemento negativo 11 que tiene una curvatura convexa en dirección de observación, tiene un radio de curvatura de 70 mm como máximo. Normalmente el radio de curvatura será inferior a 50 mm, aunque puede ser aún menor.

[0041] Si el elemento negativo 11 está configurado como un elemento de unión compuesto por dos lentes parciales y las lentes parciales están compuestas por materiales diferentes, particularmente por vidrios diferentes, es conveniente, en relación con la prevención de las reflexiones de retorno a las pupilas del observador del haz de iluminación, que la primera lente parcial esté formada por un material con un índice de refracción de 1,6 como máximo. En este caso se considera como primera lente parcial la lente que está de cara al observador, y como segunda lente parcial, la que sigue a la primera lente parcial en la dirección de observación, es decir, la lente parcial que está de cara al objeto de observación 2.

[0042] En la presente forma de realización resulta conveniente, a fin de evitar las reflexiones de retorno, que la primera superficie final de la lente 23 del elemento positivo 9 con curvatura convexa en dirección de observación tenga un radio de curvatura de 130 mm como máximo. Sin embargo, esta limitación no es obligatoria, es solamente una opción conveniente.

[0043] A continuación, se describen ejemplos de diseño específicos para el sistema óptico de varioscopio, con referencia a las figuras 2 y 3.

[0044] La fig. 2 muestra un primer ejemplo de diseño para el sistema óptico de varioscopio. En este ejemplo de diseño, el elemento positivo 9 está formado como grupo de lentes con una primera lente convexa 31 y una segunda lente convexa 33. La primera lente convexa 31 está formada como elemento de unión compuesto entre una primera lente convexa parcial 35 y una segunda lente convexa parcial 37. La segunda lente convexa parcial 37 sigue a la primera lente convexa parcial 35 en la dirección de observación. El término lente convexa parcial en este caso no significa que cada una de las dos lentes parciales que forman la primera lente convexa parcial 31 estén configuradas como lentes convexas, sino meramente que la correspondiente lente parcial es parte de una lente convexa. De hecho, la segunda lente convexa parcial 37 en la presente forma de realización 37 está formada como una lente difusora y, por tanto, una lente cóncava.

[0045] En el grupo de lentes que forman el elemento positivo 9, la primera superficie final de la lente 23 del elemento positivo 9 es una superficie de la primera lente convexa parcial 35 de la primera lente convexa 31. La segunda superficie final de la lente 25 del elemento positivo 9 es una superficie de lente de la segunda lente convexa 33.

[0046] El elemento negativo 11 está configurado como elemento de unión formado por una de las primeras lentes parciales 39 y una segunda lente parcial 41 que sigue a la primera lente parcial en la dirección de observación B. La primera superficie final de la lente 27 del elemento negativo 11, por tanto, es una superficie de lente de la primera lente parcial 39, la segunda superficie final de la lente 29 del elemento negativo 11 es una superficie de lente de la segunda lente parcial 41. Los parámetros de las lentes individuales, y de las superficies de lentes F1 a F8 están recogidas en la tabla de la figura 3:

En el ejemplo de diseño que se muestra en la figura 2, tanto el elemento positivo 9 como el elemento negativo 11 puede tener una configuración deslizable a lo largo del eje óptico EO. En principio también es posible realizar ambos elementos deslizables a lo largo del eje óptico EO. En este caso, el desplazamiento de ambos elementos también tiene que dar lugar a un desplazamiento relativo entre ellos. Sin embargo es suficiente y más sencillo desde el punto de vista del diseño, si solo uno de los dos elementos está colocado de forma deslizable.

[0047] En la fig. 4 se muestra un segundo ejemplo de diseño del sistema óptico de varioscopio. El elemento negativo 11 no difiere del elemento negativo del ejemplo de diseño que se muestra en la figura 2. La diferencia entre el ejemplo de diseño representado en la figura 4 y el ejemplo de diseño representado en la fig. 2 reside en el elemento positivo 9. Igual que en el primer ejemplo de diseño, también en el segundo ejemplo de diseño, el elemento positivo 9 está configurado como un grupo de lentes con una primera lente convexa 131 y una segunda lente convexa 133 estando la segunda lente convexa 133 colocada a continuación de la primera lente convexa 131 en la dirección de observación B. La primera lente convexa 133 está formada como elemento de unión compuesto por una primera lente convexa parcial 135 y una segunda lente convexa parcial 37. La primera superficie final de la lente 23 es una superficie de lente de la primera lente convexa 133, la segunda superficie final de la lente 25 una superficie de lente de la segunda lente convexa parcial 137 en la segunda lente convexa 133. Los parámetros de diseño de las lentes o bien superficies de lentes F1 a F8 del segundo ejemplo de diseño están resumidos en la tabla procedente de la figura 5.

[0048] Igual que en el primer ejemplo de diseño, también en el segundo ejemplo de diseño, el elemento positivo 9 o el elemento negativo 11 está colocado de forma deslizable a lo largo del eje óptico EO. También en este caso, en principio, es posible colocar ambos elementos a lo largo del eje óptico de forma deslizable, de manera que el desplazamiento de ambos elementos dé lugar a un desplazamiento relativo entre ellos.

[0049] Si en un sistema óptico de varioscopio el elemento positivo 9 está formado por un grupo de lentes con una primera lente convexa 31, 131 y una segunda lente convexa 33, 133, como en los ejemplos de diseño que se han descrito, es conveniente, a fin de evitar las reflexiones de retorno a las pupilas del observador del haz de iluminación, que la segunda lente convexa 33, 133 tenga una superficie de lente que cierre en sentido contrario a la dirección de observación, dotada con una curvatura cóncava hacia la dirección de observación con un radio de curvatura máximo de 120 mm. En el primer ejemplo de diseño sería la superficie F4, en el segundo ejemplo de diseño la superficie F3. La característica descrita sólo es opcional y no es obligatoria para la realización de la invención.

[0050] Además es conveniente que, en un elemento positivo 9 que consta de un grupo de lentes con dos lentes convexas, la primera lente convexa 31, 131 tenga una superficie de lente que cierre en la dirección de observación y que esté dotada de una curvatura cóncava hacia la dirección de observación con un radio de curvatura de 450 mm como máximo. En el ejemplo de diseño 1 sería la superficie F3, en el ejemplo de diseño 2 la superficie F2. También en este caso, esto es simplemente una forma de realización opcional que no es indispensable para la realización de la presente invención.

[0051] Aunque que con el sistema óptico de varioscopio se consigue reducir en gran parte las reflexiones de retorno al haz de iluminación que llegan a las pupilas de observación, particularmente si también se realizan las características de diseño opcionales, sin embargo puede seguir habiendo reflexiones de retorno insignificantes en las pupilas del observador, por ejemplo, en el caso de posiciones extremas del elemento deslizable del sistema óptico de varioscopio, si no se han tomado medidas adicionales. En muchos casos pueden tolerarse estas reflexiones de retorno, particularmente cuando no se espera que el elemento deslizable vaya a adoptar una posición extrema. No obstante, a fin de suprimir también estas reflexiones de retorno, en la presente forma de realización de un microscopio basado en la invención, se coloca un diafragma de reflexión 17 en la trayectoria del haz de iluminación 3 (véase fig. 1). Este diafragma de reflexión está dispuesto en la trayectoria del haz de iluminación de tal manera, que la iluminación del objeto no se ve afectada de manera significativa.

[0052] La figura 6 muestra un ejemplo para una forma de realización del diafragma de reflexión.

[0053] El diafragma de reflexión 17 está configurado como un anillo circular 42 con una escotadura central 43, sobresaliendo dos proyecciones poligonales 45A, 45B en una zona de la escotadura central 43. Los salientes están dispuestos de forma simétrica con respecto a un eje de simetría S (en lo sucesivo denominado como eje de simetría del diafragma) que está dentro del plano del diafragma. La proyección del eje de simetría del diafragma S al haz de iluminación que se indica en la fig. 6 a través de ambas pupilas del observador 47, 49, transcurre de forma superponible al eje de simetría, con respecto al cual las pupilas del observador 47, 49 están dispuestas con simetría especular. A fin de suprimir de forma óptima posibles reflexiones remanentes, no obstante, puede ser razonable que la proyección del eje de simetría del diafragma forme un ángulo con el eje de simetría de las pupilas del observador. Este ángulo es de $\pm 3^\circ$ como máximo, normalmente $\pm 1^\circ$ como máximo. Es particularmente conveniente, que se pueda girar el diafragma de reflexión $\pm 3^\circ$ o bien $\pm 1^\circ$ alrededor del eje del haz de iluminación para ajustar ese ángulo. Lo que se ha dicho en relación con la orientación de la proyección del eje de simetría del diafragma S sobre la forma de realización del diafragma de reflexión representada en la fig. 6, será también aplicable, por analogía, a las formas de realización para el diafragma de reflexión que se describen a continuación haciendo referencia a las figuras 7 y 8.

[0054] El diafragma de reflexión puede estar colocado preferentemente entre la fuente de iluminación y la primera lente de la unidad óptica de iluminación 3 en la presente forma de realización, es decir, entre la salida de una fibra óptica 19 y el colector 13. Preferentemente estará a una distancia no superior de 5 mm de la salida de una fibra óptica o bien de la fuente de luz correspondiente. Las posiciones alternativas del diafragma de reflexión se ubican inmediatamente antes o después del elemento de desviación 21, tal y como se indica mediante líneas discontinuas en la fig. 1.

[0055] El diámetro de la escotadura central 43 circundada por el anillo circular 42 se elige de modo que se corresponda con el del haz de rayos de iluminación.

[0056] En las figuras 7 y 8 se muestran formas de realización alternativas para el diafragma de reflexión. El diafragma de reflexión 117 de la fig. 7 se diferencia del diafragma 17 de la fig. 6 en que los salientes 145a, 145B que proceden de su anillo circular 142 no están configurados como superficies poligonales, sino como semicírculos o elipses parciales.

[0057] En la forma de realización del diafragma de reflexión 217 representada en la fig. 8 se sustituyen los salientes procedentes del anillo circular con una superficie 245 que está delimitada por una recta secante 247 del anillo circular 245.

[0058] En todos los diafragmas de reflexión se ha elegido el sector que se extiende hacia la abertura central para amortiguar el haz de iluminación de tal manera que en el campo de iluminación no se sombree más del 20 % de la superficie del haz de rayos de iluminación. Además está configurado con simetría especular con respecto al eje de simetría del diafragma S.

[0059] El microscopio descrito mediante formas de realización o bien el sistema óptico de varioscopio descrito mediante formas de realización permiten conducir el haz de iluminación a través del sistema óptico de varioscopio, sin que para ello sea necesario el procesamiento de las lentes. Las reflexiones de retorno a las pupilas del observador se evitan mediante la elección de parámetros ópticos del sistema óptico de varioscopio. Las reflexiones de retorno a las pupilas del observador que eventualmente puedan permanecer, pueden eliminarse mediante un diafragma de reflexión.

[0060] Aunque la invención está descrita mediante ejemplos específicos de formas de realización, será posible realizar variaciones de las formas de realización descritas meramente con fines ilustrativos. Por ejemplo, no es necesaria la integración de un sistema óptico de varioscopio en un microscopio. Por el contrario, puede estar configurado como unidad independiente que pueda, por ejemplo, intercambiarse por una lente principal de distancia focal fija de un microscopio. Por consiguiente, la invención no debe estar limitada por las formas de realización específicas, sino únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

Lista de signos de referencia

[0061]

1	sistema óptico de varioscopio
2	objeto de observación
3	unidad óptica de iluminación
5	haz de iluminación
7	haz de observación
9	elemento positivo
11	elemento negativo
13	colector
15	condensador
17	diafragma de reflexión
19	salida de fibra óptica
21	elemento de desviación
23	primera superficie final de la lente del elemento positivo
25	segunda superficie final de la lente del elemento positivo
27	primera superficie final de la lente del elemento negativo
29	segunda superficie final de la lente del elemento negativo
31	lente convexa
33	lente convexa
35	lente convexa parcial
37	lente convexa parcial
39	lente parcial
41	lente parcial
43	escotadura central
45a,b	saliente
47, 49	pupila del observador

	117	diafragma de reflexión
	131	lente convexa
	133	lente convexa
	135	lente convexa parcial
5	137	lente convexa parcial
	143	escotadura central
	145a,b	saliente
	217	diafragma de reflexión
	243	escotadura central
10	245a	Saliente
	247	recta secante

REIVINDICACIONES

1. Microscopio con un sistema óptico de varioscopio con un elemento positivo (9) formado por una lente o un grupo de lentes con poder refractivo positivo y un elemento negativo (11) formado por una lente o un grupo de lentes con poder refractivo negativo, en el cual
 - el elemento positivo (9) y el elemento negativo (11) están colocados a lo largo de un eje óptico (EO) de modo que el elemento negativo (11) está colocado a continuación del elemento positivo (9), visto en una dirección de observación,
 - al menos el elemento positivo (9) o el elemento negativo (11) está situado a lo largo del eje óptico de forma deslizable,
 - el elemento positivo (9) está dotado de una primera superficie final de lente (23) que cierra el elemento positivo en la dirección de observación (B) y una segunda superficie final de lente (25) que cierra el elemento positivo (9) en la dirección de observación, y el elemento positivo (9) incluye una primera lente convexa (31, 131) y una segunda lente convexa (33, 133), teniendo la segunda lente convexa (33, 133) una superficie de lente que termina en sentido contrario a la dirección de observación, y estando la primera lente convexa (31, 131) y la segunda lente convexa (33, 133) colocadas a lo largo del eje óptico (EO) de manera que la segunda lente convexa (33, 133) siga a la primera lente convexa (31, 131) en dirección de observación (B) y que la superficie final de la segunda lente (25) del elemento positivo (9) esté formada en la segunda lente convexa (33, 133) y que la primera superficie de lente final (23) del elemento positivo (9) esté formada en la primera lente convexa (31, 131), y
 - el elemento negativo (11) está dotado de una primera superficie final de lente (27) que cierra el elemento negativo en sentido contrario de la dirección de observación (B) y una segunda superficie final de lente (29) que cierra el elemento negativo (11) en dirección de observación, y el elemento negativo (11) es una lente compuesta por una primera lente parcial (39) y una segunda lente parcial (41), estando la primera lente parcial (39) y la segunda lente parcial (41) colocadas a lo largo del eje óptico de manera que la segunda lente parcial (41) siga a la primera lente parcial (41) en la dirección de observación (B) y que la superficie final de la primera lente (27) del elemento negativo (11) esté formada en la primera lente parcial (39) y la segunda superficie final de lente (29) del elemento negativo (11) esté formada en la segunda lente parcial (41), y donde
 - la segunda superficie final de la lente (25) del elemento positivo (9) y la primera superficie final de la lente (27) del elemento negativo (11), visto en dirección de observación (B) estén configuradas de forma cóncava, y la segunda superficie final de la lente (29) del elemento negativo (11), visto en dirección de observación (B), esté configurada de forma convexa,y donde esté presente una fuente de iluminación (19) y un haz de iluminación (5) que conduzca al objeto de observación (2),
caracterizado porque
 - el haz de iluminación (5) pasa a través del elemento positivo (9) y el elemento negativo (11) del sistema óptico de varioscopio al objeto de observación (2),
 - la segunda superficie final de la lente (25) del elemento positivo (9) y la primera superficie final de la lente (27) del elemento negativo (11) tienen respectivamente un radio de curvatura máximo de 500 mm,
 - la segunda superficie final de la lente (29) del elemento negativo (11) tiene un radio de curvatura de 70 mm como máximo,
 - la primera superficie final de la lente (23) del elemento positivo (9) tiene en dirección de observación (B) una curvatura convexa con un radio de curvatura de 130 mm como máximo,
 - la primera lente convexa (31, 131) del elemento positivo (9) tiene una superficie de lente que la cierra (B) en dirección de observación (B) que, visto en la dirección de observación, tiene una curvatura cóncava con un radio de curvatura de 450 mm como máximo,
 - la segunda lente convexa (33, 133) del elemento positivo (9) tiene una superficie de lente que la cierra en sentido contrario a la dirección de observación (B) que muestra, visto en la dirección de observación (B), una curvatura convexa con un radio de curvatura de 120 mm como máximo y
 - las lentes parciales (39, 41) del elemento negativo (11) están compuestas por materiales diferentes, estando la primera lente parcial formada por un material con un índice de refracción de 1,6 como máximo.
2. Microscopio según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera o la segunda lente convexa está compuesta por una primera lente convexa parcial (35, 135) y una segunda lente convexa parcial (37, 137), estando colocadas la primera lente convexa parcial (35, 135) y la segunda lente convexa parcial (37, 137) a lo largo del eje óptico (EO) de manera que la segunda lente convexa parcial (37, 137) sigue a la primera lente parcial (35, 135) en la dirección de observación B, estando las lentes parciales formadas por materiales diferentes.
3. Microscopio según la reivindicación 1 o reivindicación 2, **caracterizado porque** un diafragma de reflexión (17, 117, 217) está colocado en la trayectoria del haz de iluminación (5).
4. Microscopio según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el diafragma de reflexión (17, 117, 217) está situado entre una fuente de iluminación (19) y una primera lente (13) en posición posterior con respecto a la fuente de iluminación (19).
5. Microscopio según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el diafragma de reflexión (17, 117, 127) está colocado a una distancia máxima de 5 mm de la fuente de iluminación.

6. Microscopio según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el diafragma de reflexión (17, 117, 127) está situado inmediatamente delante o detrás de un elemento de desviación (21) para la desviación del haz de iluminación (5).
- 5 7. Microscopio según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** está realizado como microscopio estereoscópico con dos pupilas del observador situadas con respecto a un eje de simetría con simetría especular y el diafragma de reflexión (17, 117, 217) está dotado de una abertura (43, 143, 243), un eje de simetría del diafragma (S), y al menos un saliente (45a, 45b, 145a, 145b, 245) situado con simetría especular con respecto al
- 10 eje de simetría del diafragma que sobresale hacia la abertura (43, 143, 243).
8. Microscopio según la reivindicación 7, **caracterizado porque** el diafragma de reflexión puede girarse dentro de un plano perpendicular al eje óptico del haz de iluminación (5) hasta ± 3 grados sobre el eje óptico del haz de iluminación (5).
- 15 9. Microscopio según las reivindicaciones 1 a 8 **caracterizado porque** el diafragma de reflexión (17, 117, 127) solo constituye como máximo el 20% del fascículo de los rayos de iluminación.

FIG 1

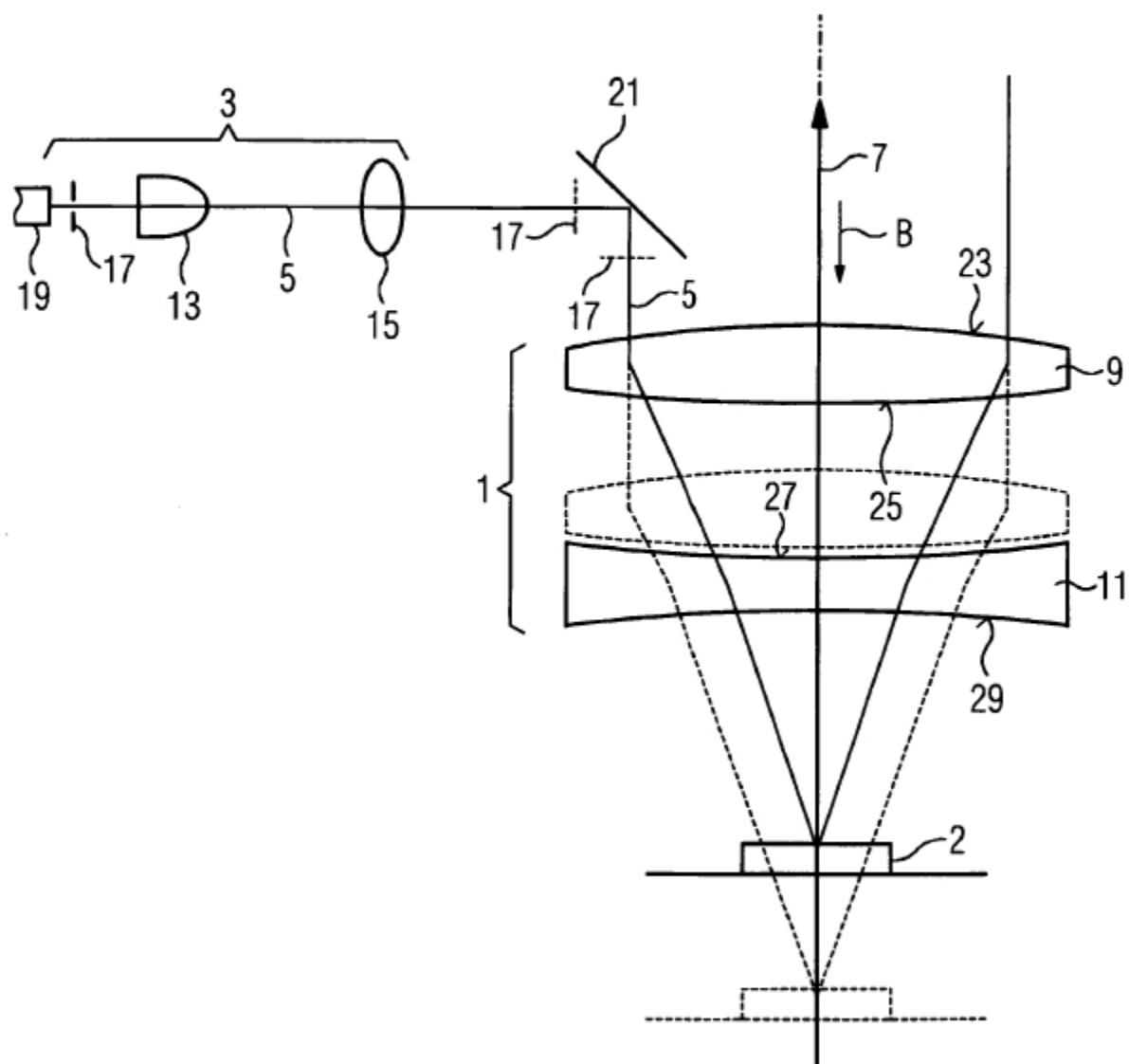


FIG 2

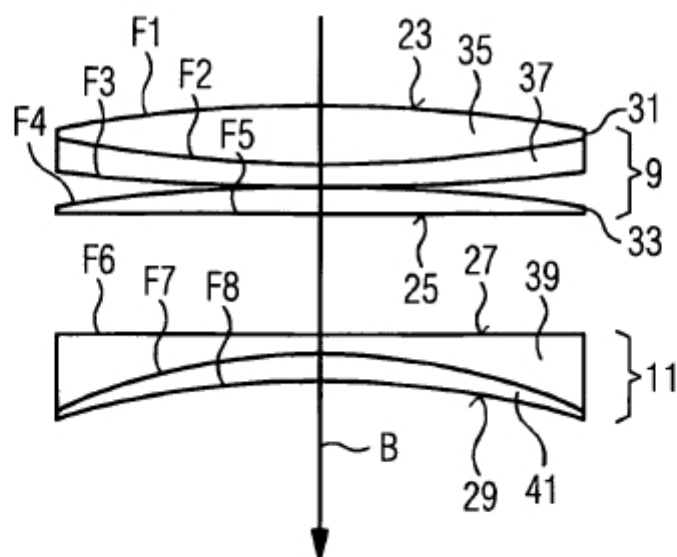


FIG 3

Nº	Radio [mm]	Espesor1 [mm]	Espesor2 [mm]	Diámetro [mm]	Medio	Índice de refracción a 546 nm	Número de Abbe
F1	79.80	6.60		40.00	CAF2	1.4349	94.46
F2	-64.00	2.00		40.00	KZFS8	1.7254	34.39
F3	-133.00	0.20		40.00	AIR		
F4	120.00	3.00		40.00	CAF2	1.4349	94.46
F5	-470.00	13.00	2.00	40.00	AIR		
F6	-470.00	2.00		40.00	BK3	1.5001	64.90
F7	37.00	2.80		40.00	LAF9	1.8017	28.19
F8	49.60	199.09	316.77	40.00	AIR		

FIG 4

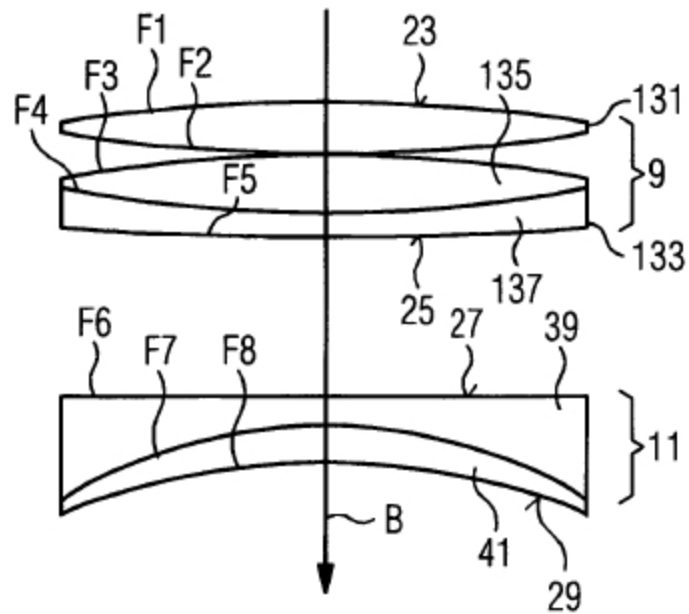


FIG 5

Nº	Radio [mm]	Espesor1 [mm]	Espesor2 [mm]	Diámetro [mm]	Medio	Índice de refracción a 546 nm	Número de Abbe
F1	87.50	4.00		40.00	CAF2	1.4349	94.46
F2	-215.00	0.20		40.00	AIR		
F3	90.50	4.50		40.00	CAF2	1.4349	94.46
F4	-128.00	2.00		40.00	LAF9	1.8017	28.19
F5	-470.00	13.00	2.00	40.00	AIR		
F6	-470.00	2.00		40.00	BK3	1.5001	64.90
F7	37.00	2.80		40.00	LAF9	1.8017	28.19
F8	49.60	199.20	316.09	40.00	AIR		

FIG 6

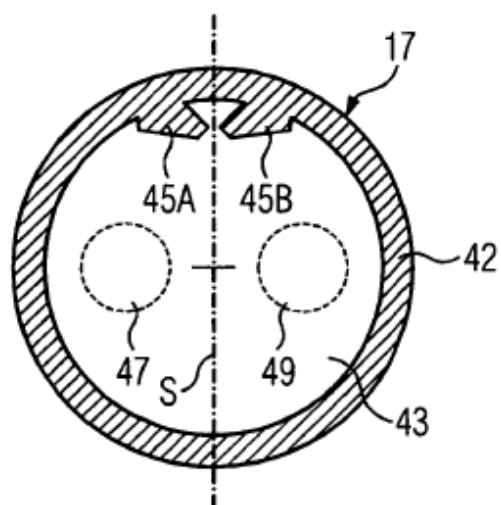


FIG 7

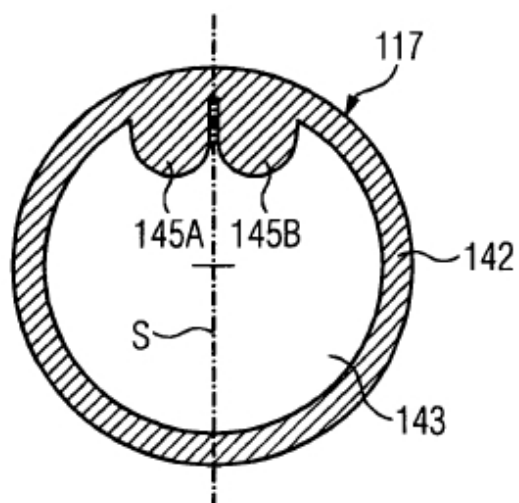


FIG 8

