

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 215**

51 Int. Cl.:

G02B 9/62 (2006.01)

G02B 9/64 (2006.01)

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 13/06 (2006.01)

G02B 23/24 (2006.01)

A61B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2019** **E 19187218 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2024** **EP 3767363**

54 Título: **Amplio campo de visión de lente objetivo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.09.2024

73 Titular/es:

HOYA CORPORATION (100.0%)
6-10-1 Nishi-Shinjuku Shinjuku-ku
Tokyo 160-8347, JP

72 Inventor/es:

ZISCHKE, HOLGER

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 980 215 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

Amplio campo de visión de lente objetivo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una lente objetivo con un amplio campo de visión. En particular, se refiere a una lente objetivo con un amplio campo de visión que puede utilizarse en un endoscopio.

Antecedentes de la invención

Los endoscopios con una lente objetivo que tiene un campo de visión (FOV) de más de 180° son conocidos en la técnica. Sin embargo, estos endoscopios suelen tener un campo de visión de poco más de 180°. Se desea disponer de un endoscopio con un campo de visión aún mayor.

10 Las lentes objetivo con un campo de visión relativamente amplio se desvelan en los documentos US 2017/146778 A1, JP 2008 058387 A, TW M 357 610 U, US 2018/024331 A1, US 2019/079267 A1, JP 2011 107425 A, US 2017/242220 A1, EP 3 415 968 A1, US 2018/203211 A1 y US 2019/187442 A1.

Sumario de la invención

15 La presente invención tiene por objeto mejorar la técnica anterior. Una lente objetivo de acuerdo con la invención se define en la reivindicación independiente 1. Además, algunos aspectos de la invención proporcionan un sistema sensor que comprende la lente objetivo de acuerdo con los aspectos anteriores y un endoscopio que comprende el sistema sensor. Para más detalles, véanse las respectivas reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, puede lograrse al menos una de las siguientes ventajas:

- la lente objetivo tiene un amplio campo de visión de más de 225°.
- 20 — el ángulo máximo del rayo principal en un círculo de imagen es inferior a 30°, de modo que pueden emplearse sensores de imagen semiconductores convencionales (como CMOS o CCD).
- la imagen tiene pequeñas distorsiones, en particular una pequeña distorsión f/θ .
- incluso en una versión a pequeña escala adecuada para un endoscopio, las lentes pueden fabricarse sin dificultad.

25 Otras ventajas se desprenden de la siguiente descripción detallada.

Debe entenderse que cualquiera de las modificaciones anteriores y los ejemplos descritos a continuación pueden aplicarse por separado o en combinación a los aspectos respectivos a los que se refieren, a menos que se indiquen explícitamente como alternativas excluyentes.

Breve descripción de los dibujos

30 Otros detalles, características, objetos y ventajas se desprenden de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, que debe tomarse junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 representa la configuración general de la lente objetivo de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

La Fig. 2 muestra la configuración general del sistema de sensores de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

35 La Fig. 3 muestra una realización 1 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención;

La Fig. 4 muestra una realización 2 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención;

La Fig. 5 muestra una realización 3 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención;

La Fig. 6 muestra una realización 4 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención;

La Fig. 7 muestra una realización 5 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención;

40 La Fig. 8 muestra una realización 6 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención;

La Fig. 9 muestra una realización 7 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención; y

La Fig. 10 muestra una realización 8 de un sistema de sensores de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de algunas realizaciones

A continuación, se describen en detalle ciertas realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que las características de las realizaciones pueden combinarse libremente entre sí a menos que se describa lo contrario. Sin embargo, debe entenderse expresamente que la descripción de ciertas realizaciones se da sólo a modo de ejemplo, y que de ninguna manera se pretende que se entienda como una limitación de la invención a los detalles desvelados.

La Fig. 1 muestra la configuración general de una lente objetivo de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. A saber, la lente objetivo consta, en orden de un lado del objeto a un lado de la imagen: dos lentes de menisco (una primera lente de menisco 1 y una segunda lente de menisco 2), cada una con un lado convexo hacia el lado del objeto; una primera unidad condensadora 3 que condensa la luz de la segunda lente de menisco 2; un tope de apertura 4; una segunda unidad condensadora 5 que condensa la luz del tope de apertura 4. Cada una de las primeras y segundas unidades de condensación 3, 5 puede comprender una o más lentes y el número total de lentes en las dos unidades de condensación 3, 5 no es inferior a cuatro ni superior a seis. Un vértice de la segunda lente de menisco 2 está separado de la superficie de la lente en el lado de la imagen de la primera lente de menisco 1.

El radio de la primera lente de menisco 1 en el lado de la imagen (r_2), el radio de la segunda lente de menisco 2 en el lado del objeto (r_3) y el radio de la segunda lente de menisco 2 en el lado de la imagen (r_4) cumplen las tres condiciones siguientes:

$$r_2/r_4 \geq 1.40 \quad (1);$$

$$r_4/r_3 \geq 0.111 \quad (2);$$

y

$$r_2/r_3 \geq 0.16 \quad (3).$$

El significado de estas condiciones es el siguiente:

De acuerdo con la condición (1), las curvaturas en el lado de la imagen de las lentes de menisco primera y segunda 1, 2 son sustancialmente iguales, o la curvatura en el lado de la imagen de la lente de menisco segunda 2 es más fuerte que la de la lente de menisco primera 1. En la técnica anterior, este cociente es típicamente más pequeño que 1, lo que significa que la curvatura del lado de la imagen de la primera lente de menisco es más fuerte que la de la segunda lente de menisco. Si no se cumple la condición (1), aumenta la distorsión f/θ . Además, la $MTF@150lp/mm$ con un ángulo de visión de 115° disminuye si no se cumple la condición (1) (por ejemplo, debido a una disminución de r_2 mientras se mantienen r_3 y r_4).

La segunda condición (2) define que la curvatura en el lado objeto de la segunda lente de menisco 2 es mucho menor que en el lado imagen de la segunda lente de menisco 2. Sin embargo, también define que la curvatura en el lado del objeto de la segunda lente de menisco 2 no es despreciable en comparación con la del lado de la imagen.

En la técnica anterior, la segunda lente de un objetivo de este tipo con un amplio campo de visión (un objetivo de ojo de pez) es sustancialmente plano-convexa y, en algunos casos, puede ser incluso una lente bicóncava. En contraste con la técnica anterior, de acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la segunda lente de menisco 2 es una "verdadera" lente de menisco y no sustancialmente una lente plano-cóncava o una lente bicóncava.

Si no se cumple la condición (2), la $MTF@150lp/mm$ a un ángulo de visión de 115° disminuye (por ejemplo, debido a un aumento de r_3 mientras se mantienen r_2 y r_4). Además, el FoV puede disminuir.

La tercera condición (3) define que la curvatura en el lado de la imagen de la primera lente de menisco 1 es más fuerte que en el lado del objeto de la segunda lente de menisco 2. Esta es la razón por la que el vértice de la segunda lente de menisco 2 está separado de la primera lente de menisco 1. La condición (3) también define que la curvatura en el lado del objeto de la segunda lente de menisco 2 no es despreciable en comparación con la curvatura en el lado de la imagen de la primera lente de menisco 1. Como se ha comentado con la condición (2), en la técnica anterior, la superficie en el lado del objeto de la segunda lente es típicamente sustancialmente plana (una lente plano-cóncava o incluso una lente bicóncava). En algunas realizaciones de la invención, la curvatura en el lado del objeto de la segunda lente de menisco 2 no debe considerarse sustancialmente plana. Por lo tanto, la superficie del lado de la imagen de la primera lente de menisco 1 y la superficie del lado del objeto de la segunda lente de menisco 2 forman una especie de lente de aire de menisco.

Si no se cumple la condición (3), la $MTF@150lp/mm$ en un ángulo de visión de 115° disminuye (por ejemplo, debido a una disminución de r_2 mientras se mantienen r_3 y r_4 , o debido a un aumento de r_3 mientras se mantienen r_2 y r_4). Además, el FoV puede disminuir.

ES 2 980 215 T3

Preferentemente, se cumple al menos una de las siguientes condiciones (1') y (3'):

$$r_2/r_4 \geq 1.55 \quad (1');$$

5 y

$$r_2/r_3 \geq 0.20 \quad (3').$$

La segunda lente de menisco 2 cumple la siguiente condición (2''):

$$10 \quad r_4/r_3 \geq 0.111 \quad (2'').$$

Más preferentemente, se cumple al menos una de las siguientes condiciones (1''), (2'') y (3''):

$$r_2/r_4 \geq 1.64 \quad (1'');$$

$$r_4/r_3 \geq 0.152 \quad (2'');$$

$$15 \quad r_2/r_3 \geq 0.24 \quad (3'').$$

Aún más preferentemente, se cumple al menos una de las siguientes condiciones (1'''), (2''') y (3'''):

$$20 \quad r_2/r_4 \geq 1.64 \quad (1''');$$

$$r_4/r_3 \geq 0.19 \quad (2''');$$

25 y

$$r_2/r_3 \geq 0.35 \quad (3''');$$

Se cumplen además las siguientes condiciones:

$$30 \quad 1.98 \geq r_2/r_4 \quad (4);$$

$$0.35 \geq r_4/r_3 \quad (5);$$

y

$$35 \quad 0.65 \geq r_2/r_3 \quad (6).$$

Si se cumple al menos una de las condiciones (4) a (6), se garantiza que la lente respectiva pueda fabricarse fácilmente. Es decir, en estos casos, no se requiere que la superficie respectiva sea una semiesfera. Además, la MTF@150lp/mm con un ángulo de visión de 115° disminuye si no se cumplen las condiciones (5) y (6) (por ejemplo, debido a un mayor r3 con r4 y r2 constantes). Además, si no se cumplen las condiciones (4) y (6) (por ejemplo, debido a un r2 mayor con r4 y r3 constantes), la MTF@150lp/mm con un ángulo de visión de 115° disminuye y el FoV disminuye debido al viñeteado.

Más preferentemente, se cumple adicionalmente al menos una de las siguientes condiciones:

$$1.94 \geq r_2/r_4 \quad (4');$$

5

$$0.32 \geq r_4/r_3 \quad (5');$$

y

$$0.61 \geq r_2/r_3 \quad (6').$$

10 Aún más preferentemente, se cumple adicionalmente al menos una de las siguientes condiciones:

$$r_2/r_4 \geq 1.90 \quad (1''');$$

15

$$0.24 \geq r_4/r_3 \quad (5'');$$

y

$$0.40 \geq r_2/r_3 \quad (6'').$$

20 La lente objetivo tiene un campo de visión no inferior a 225°. Preferentemente, el campo de visión no es inferior a 230°, o incluso no es inferior a 234°. Por otra parte, para facilitar la fabricación de la lente objetivo, el campo de visión puede ser inferior o igual a 240°, preferentemente inferior o igual a 236°.

25 Cabe destacar que el campo de visión se define de tal manera que el círculo de imagen de una esfera que tiene una distancia de 8 mm desde el vértice de la primera lente de menisco tiene un diámetro de 2,08 mm a 2,18 mm, y un ángulo de rayo principal no es mayor de 28° en cada posición en el círculo de imagen. Por lo tanto, se puede utilizar un detector de imágenes semiconductor convencional, como el Omnivision OV5670, para capturar la imagen sin viñeteado.

Si el radio de la primera lente de menisco 1 en el lado del objeto se denomina r_1 , se cumple la siguiente condición (7):

$$4.0 \leq r_1/r_4 \leq 7.6 \quad (7).$$

30 Más preferentemente, se cumple una de las siguientes condiciones (7') y (7''):

$$4.0 \leq r_1/r_4 \leq 6.0 \quad (7');$$

$$4.5 \leq r_1/r_4 \leq 5.5 \quad (7'').$$

35 El diámetro de la primera lente de menisco 1 puede no ser superior a 7 mm para poder incluir fácilmente la lente objetivo en un endoscopio. Sin embargo, por lo general, el diámetro de la primera lente de menisco 1 no está limitado, por ejemplo, si la lente objetivo se aplica de forma diferente a la de un endoscopio.

40 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la suma de los índices de refracción de la primeras y segundas lentes de menisco 1, 2 no es inferior a 3,56, y/o una suma de los números de Abbe de las primeras y segundas lentes de menisco no es inferior a 58. Los índices de refracción se determinan a una longitud de onda de 587,6 nm. El número de Abbe se define como $vd = (n_d - 1)/(n_F - n_C)$, siendo n_d , n_F y n_C los índices de refracción del material a las longitudes de onda de las líneas espectrales Fraunhofer d-, F- y C- (587,6 nm, 486,1 nm y 656,3 nm, respectivamente). Preferentemente, la suma de los índices de refracción no es inferior a 3,8 o incluso no inferior a 4. En consecuencia, la suma de los números de Abbe es preferentemente no inferior a 60 y aún más preferentemente no inferior a 70.

45 De acuerdo con algunas realizaciones, la primera unidad de condensación 3 consiste en una, dos o tres lentes. Por ejemplo, la primera unidad de condensación 3 puede consistir en una única lente biconvexa. Como otro ejemplo, la primera unidad de condensación 3 puede consistir en una lente biconvexa y una lente de menisco que tenga un lado cóncavo hacia el lado del objeto. Estas lentes pueden estar cementadas. Como opción adicional, la primera unidad de condensación 3 puede consistir en una lente de menisco con un lado cóncavo hacia el lado del objeto y una lente plano-convexa. Como ejemplo con tres lentes, la primera unidad de condensación 3 puede constar de una lente

bicóncava y dos lentes planoconvexas, en las que la lente bicóncava y la primera de las dos lentes planoconvexas pueden estar cementadas. Como otra opción, la primera unidad de condensación 3 puede consistir en una lente plano-cóncava y una lente plano-convexa, en la que las dos superficies planas pueden estar cementadas, y una lente plano-convexa. Estos ejemplos no son limitativos.

5 En consecuencia, la segunda unidad de condensación 5 puede constar de dos, tres o cuatro lentes. Por ejemplo, la segunda unidad de condensación 5 puede consistir en una única unidad (lentes cementadas) compuesta por dos o tres lentes, que pueden estar cementadas. Esta unidad también puede ser útil para corregir la aberración cromática y garantizar que el ángulo del rayo principal no sea superior a un valor predeterminado, como 30° o, preferentemente, 28°.

10 Además, la segunda unidad de condensación 5 puede comprender una unidad adicional consistente en una sola lente o un doblote, en el que la unidad adicional está más cerca del tope de apertura que la unidad anterior. Estos ejemplos no son limitantes.

15 De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, la lente objetivo tiene pequeñas distorsiones. Por ejemplo, la función de transferencia de modulación (MTF) a 300 pares de líneas por mm (MTF@300lp/mm) es superior al 13% (preferentemente superior al 15%) en un ángulo de visión de 0°, la MTF@150lp/mm es superior al 22% (preferentemente superior al 25%) en un ángulo de visión de 115°, y la MTF@100lp/mm es superior al 45% (preferentemente superior al 50%) en todos los ángulos de visión.

20 Un sistema sensor de acuerdo con algunas realizaciones de la invención comprende la lente objetivo como se ha descrito anteriormente y un dispositivo sensor para convertir una imagen que se forma por la lente objetivo en un área del sensor (área sensible a la luz) 7 en una señal eléctrica. Por ejemplo, el dispositivo sensor puede ser un dispositivo CCD o un dispositivo CMOS que comprenda una gran cantidad de píxeles dispuestos en una matriz. El paso de píxel puede ser de 0,9 µm a 1,4 µm, y en particular de 1,12 µm.

25 Típicamente, el dispositivo sensor está revestido por un revestimiento de cristal 6 que reviste el área del sensor 7. En este caso, el revestimiento de cristal 6 está situada entre la segunda unidad de condensación 5 y la zona del sensor 7.

30 Una longitud a través de la lente desde un vértice de la primera lente de menisco 1 hasta la zona del sensor 7 no puede ser superior a 10 mm. De este modo, el sistema de sensores es especialmente adecuado para un endoscopio. El sistema de sensores puede optimizarse para obtener imágenes de una esfera situada 8 mm por delante del vértice de la primera lente de menisco 1. En este caso, el círculo de la imagen debe ajustarse al área del sensor 7 del dispositivo sensor. Es decir, el círculo de imagen está incluido en el área del sensor 7. En un ejemplo, el círculo de imagen puede tener un diámetro no inferior a 2,08 mm ni superior a 2,20 mm.

35 Sin embargo, en algunas realizaciones, el círculo de imagen incluye el área del sensor 7, o una parte importante del área del sensor 7 y el círculo de imagen se solapan (por ejemplo, más del 70%, más preferentemente más del 80%, o más preferentemente más del 90%). En algunas realizaciones, si el diámetro del círculo de imagen se denota d_i , el campo de visión de la lente objetivo se denota FOV, un diámetro de la primera lente de menisco 1 se denota d_1 , y un número F de la lente objetivo se denota F, puede cumplirse la siguiente condición (8):

$$55 \leq (d_i * FOV) / (d_1 * F) \quad (8).$$

40 Además, puede cumplirse la siguiente condición (9):

$$(d_i * FOV) / (d_1 * F) \leq 140 \quad (9).$$

45 En algunas realizaciones, el límite inferior de acuerdo con la condición (8) puede ser preferentemente 60 o 64. En algunas realizaciones, el límite superior de acuerdo con la condición (9) puede ser preferentemente 135 o 131.

De acuerdo con la condición (8), el espacio se utiliza de forma especialmente eficaz.

Como ya se ha mencionado en diversas oportunidades, la lente objetivo y el dispositivo sensor pueden utilizarse en un endoscopio compuesto por un tubo y un cabezal. El cabezal está dispuesta en un extremo distal del tubo. El cabezal puede incluir el sistema de sensores definido anteriormente.

50 En el contexto de la presente solicitud, el término lente define un cuerpo transparente que tiene una superficie frontal y una superficie posterior y un medio con un índice efectivo mayor que 1. El índice de refracción es (sustancialmente) homogéneo en toda la lente. Normalmente, las superficies de las lentes son esféricas. Sin embargo, la superficie de la lente puede ser asférica, a condición de que se desvíe de una superficie esférica en no más del 10%

ES 2 980 215 T3

(preferentemente el 5%, más preferentemente el 2%) del radio respectivo. Normalmente, el material de las lentes es el vidrio. Sin embargo, en algunas realizaciones, una o más de las lentes pueden estar fabricadas con plástico.

La lente frontal (primera lente de menisco) debe tener preferentemente una alta resistencia contra ácidos y/o bases. Es preferente que la lente frontal sea muy resistente a los rayones.

- 5 Una o más de las lentes pueden tener un revestimiento antirreflectante o un revestimiento para mejorar la resistencia contra ácidos y/o bases y/o para mejorar la resistencia al rayado. A condición de que este revestimiento no tenga un espesor superior al 10% (preferentemente el 5%, más preferentemente el 1%) del espesor máximo de la lente, estos revestimientos se incluyen en la definición de la lente, aunque estos revestimientos suelen tener un índice de refracción diferente al del resto de la lente.
- 10 En las Figuras 3 a 10 y las Tablas 1 a 8 correspondientes, las realizaciones 1 a 8 de la invención se especifican con mayor detalle. Cada una de estas figuras muestra una vista en sección transversal a través de un sistema sensor que comprende una lente objetivo de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. Además, se muestran una trayectoria de luz central y una trayectoria de luz en un FOV extremo. En las tablas se indican los parámetros respectivos de las lentes. Los radios, espesores y diámetros claros se indican en mm. La tabla 9 resume algunos de los parámetros relevantes de la invención para las realizaciones 1 a 8. La Tabla 10 indica los índices de refracción y los números de Abbe de los cristales utilizados para las realizaciones 1 a 8 de la invención. Sin embargo, la invención no se limita a estos cristales.

TABLA 1: Datos de la lente de la realización 1

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	4,55868	0,45	N-LASF31A	6,997118
	2	2,025763	0,83		3,897222
	3	3.325	0,2	N-LASF31A	3,924294
	4	1,05	1,019041		2,095081
	5	-14,08837	0,199991	N-ZK7	2,092911
	6	2,237832	2,050761	S-LAH88	1,824766
	7	-12,34576	0,01991829		2
STO		Infinito	0,0197823		0,508221
	9	2,659707	1,1507	N-LAK34	2
	10	-1,874717	0,01963665		2
	11	2,117432	0,7167899	S-LAH97	1,588087
	12	-1,054733	0,4242363	S-NPH3	1,591373
	13	-5,81968	0,1999944	S-NPH2	1,756799
	14	8,599747	0.196		1,828844
	15	Infinito	0,4	N-ZK7	2,4
	16	Infinito	0,04		2,4
IMA		Infinito			2,127379

TABLA 2: Datos de la lente de la realización 2

ES 2 980 215 T3

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	4,1	0,45	N-LASF31A	5,8
	2	1,78	0,65		3,3
	3	3,164661	0,2	N-LASF31A	3,3
	4	0.985	0,78		1.854
	5	-3,73	0,23	N-BAK4	1.854
	6	3,690252	0,67	S-LAH79	2,2
	7	-20,7	0,02008416		2,2
	8	1.685	0,79	S-LAH59	1,8
	9	Infinito	0,01991532		1,2488
STO		Infinito	0,1198657		0,4533332
	11	-7,76	0,6196602	S-LAL19	1,2488
	12	-1,26	0,01985869		1,8
	13	2,175186	0,7	S-LAH59	1,48
	14	-0,91	0,48	S-NPH3	1,48
	15	13,1	0.165		1,8
	16	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	17	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,088328

ES 2 980 215 T3

TABLA 3: Datos de la lente de la realización 3

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	4	0,79	N-LASF31A	6,37094
	2	1,55	0,8		2,945
	3	4	0,2	S-LAH88	2,945
	4	0,8	0,48		1,52
	5	4	1,78	S-LAH55	2
	6	-2	0,02		2
STO		Infinito	0,01975939		0,3647792
	8	10,75	0,99	S-LAL7	2
	9	-1,2	0,125		2
	10	3,5	0,6450499	S-LAH59	1,4
	11	-0,8	0,1998505	S-NPH3	1,4
	12	16,42	0,396		2
	13	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	14	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,102247

ES 2 980 215 T3

TABLA 4: Datos de la lente de la realización 4

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	4	0,59	N-LASF31A	5,738571
	2	1,55	0.705		2,8675
	3	4	0,1998624	S-LAH98	2,8675
	4	0.944	0.495		1,74
	5	4	1,95	S-LAH79	1,74
	6	-4	0,02		1,74
STO		Infinito	0,02		0,3347869
	8	Infinito	1.065	N-LAK33B	1,74
	9	-1.122	0,02		1,74
	10	2.925	0.745	S-LAH59	1,44
	11	-0,8	0,27	S-NPH2	1,44
	12	6,0525	0,3938605		1,74
	13	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	14	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,113744

ES 2 980 215 T3

TABLA 5: Datos de la lente de la realización 5

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	4,470595	0,64	N-LASF31A	6,559377
	2	1,75	0,8989142		3,295538
	3	5,033335	0,25	S-LAH98	3,295538
	4	1,0292	0,7127569		1,908204
	5	-7,05	1,318777	N-SF5	1,904173
	6	-10,46952	0,01993368		1,904173
	7	2,44618	1,005609	S-TIH57	1,340317
	8	-5,766399	0,2006649		1,340317
STO		Infinito	0,1880398		0,3875774
	10	2,461588	0,1998451	N-SF66	1,2
	11	0,9250964	0,6519993	S-FPM2	1,2
	12	-1,436212	0,01971113		1,2
	13	4,717489	0,1996736	SF57HTUL-TRA	1,7
	14	0,9249851	0,8086821	N-LASF41	1,7
	15	6,792067	0,325		1,66361
	16	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	17	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,133736

ES 2 980 215 T3

TABLA 6: Datos de la lente de la realización 6

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	3,457952	0.465	N-LASF31A	5,267703
	2	1,433196	0,8250966		2,731529
	3	5,172053	0.205	N-LASF31A	2,731529
	4	0,851609	0.305		1,575477
	5	1,352223	0,264521	L-LAH91	1,550358
	6	0,7774331	0,16		1,220027
	7	1,420964	0,5499949	S-LAH93	1,220027
	8	-2,37154	0.025		1,220027
	9	-1,973259	0,4522523	N-LAK7	1,220027
	10	-1,241067	0,03150913		1,220027
STO		Infinito	0,2157904		0,4668453
	12	-4,307316	0,3943424	S-LAH65V	1,220027
	13	-1,300063	0,02		1,220027
	14	3,031296	0,7344458	N-LAK33B	1,22755
	15	0,7485767	0,4092024	S-NPH3	1,303808
	16	-6,679741	0.223		1,684501
	17	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	18	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,133043

ES 2 980 215 T3

TABLA 7: Datos de la lente de la realización 7

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	5,111192	1,3	S-NBH55	7,762728
	2	1.337	0,7524318		2,529821
	3	5,351464	0,2	S-NBH55	2,529821
	4	0,8152746	0,3556025		1,466356
	5	2,527006	1,164849	N-SF66	1,460702
	6	-4,35126	0,06336355		1,460702
STO		Infinito	0,01969143		0,2854687
	8	-36,85842	0,7725588	S-LAH97	1,460702
	9	-0,9044592	0,01950727		1,460702
	10	3,323635	0,7508668	S-LAH64	1,205833
	11	-0,7232511	0,2031823	S-NPH3	1,290018
	12	-9,779682	0.324		1,579365
	13	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	14	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,148502

ES 2 980 215 T3

TABLA 8: Datos de la lente de la realización 8

Sup.		Radio	Espesor	Cristal	Diam transparente
OBJ		10	8		0
	1	6,19235	1,182976	N-BK7	8,692166
	2	1.337	0,633347		2,52571
	3	3,182967	0,2	LASF35	2,52571
	4	0,8152746	0,3666209		1,494221
	5	2,237081	1,224584	N-SF66	1,487515
	6	-7,384379	0,02		1,487515
STO		-7,384379	0,03342331		0,2814958
	8	-8,916423	0,6581249	S-LAH65VS	1,487515
	9	-0,9127536	0,01998613		1,487515
	10	3,656165	0,9232674	N-LASF31A	1,230488
	11	-0,7223008	0,3520501	S-NPH3	1,358825
	12	-29,90218	0,22		1,724946
	13	Infinito	0,4	N-ZK7	2,8
	14	Infinito	0,04		2,8
IMA		Infinito			2,179126

ES 2 980 215 T3

TABLA 9: Datos varios de las realizaciones 1 a 8

Realización #	Figura	F-Núm.	f [mm]	TTL [mm]	FOV[°]	∅ lente frontal/r4	r2/r4	r4/r3	r2/r3	r1/r4
1	Fig. 3	2,8	0,54	7.937	235	6,66667	1,92952	0,31579	0,60932	4,34190
2	Fig. 4	4	0.535	6.354	230	5,88832	1,80711	0,31122	0,56240	4,16244
3	Fig. 5	4	0.526	6.886	230	7,96375	1,93750	0,20000	0,38750	5,00000
4	Fig. 6	4	0.528	6.914	230	6,07945	1,64195	0,23600	0,38750	4,23729
5	Fig. 7	4	0.517	8.228	235	6,08649	1,70068	0,20872	0,35497	4,17881
6	Fig. 8	2,8	0.524	5,72	235	6,19036	1,68390	0,16454	0,27707	4,06345
7	Fig. 9	4	0,5225	6.366	235	9,52165	1,63989	0,15236	0,24986	6,26886
8	Fig. 10	4	0,5524	6.274	240	10,66111	1,63989	0,25614	0,42004	7,59475

ES 2 980 215 T3

TABLA 10

	Índice de refracción nd	Número de Abbe vd
Cristal		
N-LASF31A	1.883	40,76
S-NBH55	1,8	29,84
N-BK7	1,5168	64,17
LASF35	2,02204	29,06
S-LAH98	1,95375	32,32
S-LAH88	1,9165	31,6
L-LAH91	1,7645	49,09
S-LAH93	1,90525	35,04
S-LAH55	1,83481	42,7
N-SF5	1,67271	32,25
N-LAK7	1,6516	58,52
N-LAK33B	1.755	52,3
N-LAK34	1,72916	54,5
N-BAK4	1,56883	55,98
S-TIH57	1.963	24,11
N-SF66	1,92286	20,88
S-FPM2	1,59522	67,74
S-LAH79	2,0033	28,3
S-LAH59	1.816	46,6
S-LAH64	1.788	47,4
S-LAH65V	1.804	46,6
S-LAH65VS	1.804	46,53
S-LAH97	1.755	52,32
S-LAL19	1,72916	54,09
S-LAL7	1,6516	58,55
N-SF57HULTRA	1,84666	23,78

ES 2 980 215 T3

	Índice de refracción nd	
Cristal		Número de Abbe vd
N-LASF41	1,83501	43,13
S-NPH3	1,95906	17,47
S-NPH2	1,92286	18,9
N-ZK7	1,50847	61,19

REIVINDICACIONES

1. Lente objetivo, que consiste en, en orden, de un lado del objeto a un lado de imagen:

una primera lente de menisco (1) que tiene un lado convexo hacia el lado del objeto;

una segunda lente de menisco (2) que tiene un lado convexo hacia el lado del objeto;

5 una primera unidad de condensación (3) configurada para condensar la luz procedente de la segunda lente de menisco;

un tope de apertura (4);

una segunda unidad de condensación (5) configurada para condensar la luz procedente del tope de apertura; en el que

10 un ápice de la segunda lente de menisco está separado de la primera lente de menisco;

un número total de lentes en la primera y segunda unidades de condensación no es inferior a 4 ni superior a 6;

15 si un radio de la primera lente de menisco en el lado del objeto se denota r_1 , un radio de la primera lente de menisco en el lado de la imagen se denota r_2 , un radio de la segunda lente de menisco en el lado del objeto se denota r_3 , y un radio de la segunda lente de menisco en el lado de la imagen se denota r_4 , se cumplen las cuatro condiciones siguientes:

$$1.98 \geq r_2/r_4 \geq 1.40;$$

20 $0.35 \geq r_4/r_3 \geq 0.111;$

$$0.65 \geq r_2/r_3 \geq 0.16;$$

25 y

$$4.0 \leq r_1/r_4 \leq 7.6,$$

caracterizado por que

un campo de visión de la lente objetivo no es inferior a 225°.

2. La lente objetivo de acuerdo con la reivindicación 1, en la que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

30 $r_2/r_4 \geq 1.64;$

$$r_4/r_3 \geq 0.19;$$

35 $r_4/r_3 \geq 0.152;$

y

40 $r_2/r_3 \geq 0.35.$

3. La lente objetivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en la que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

45 la primera unidad de condensación consiste en una lente, dos lentes o tres lentes; y

la segunda unidad de condensación consiste en tres o cuatro lentes.

4. La lente objetivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

una suma de un índice de refracción de la primera lente de menisco y un índice de refracción de la segunda lente de menisco no es inferior a 3,56; y

5 una suma de un número de Abbe de la primera lente de menisco y un número de Abbe de la segunda lente de menisco no es inferior a 58, en la que

los índices de refracción se determinan a una longitud de onda de 587,6 nm.

5. La lente objetivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que un diámetro de la primera lente de menisco no es superior a 7 mm.

10 6. Un sistema de sensores que comprende

una lente objetivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5;

un dispositivo sensor configurado para convertir fotoeléctricamente una imagen formada por la lente objetivo en una zona del sensor en una señal eléctrica; y

15 un revestimiento de cristal que reviste la zona del sensor, en el que el revestimiento de cristal está situado entre la segunda unidad de condensación y el área del sensor.

7. El sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 6, en el que se incluye en el área del sensor un círculo de imagen de una esfera situada 8 mm por delante de un vértice de la primera lente de menisco en el área del sensor.

8. El sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 7, en el que una longitud óptica desde un vértice de la primera lente de menisco hasta la zona del sensor no es superior a 10 mm.

20 9. El sistema sensor de acuerdo con la reivindicación 8, en el que un ángulo de rayo principal en cada ubicación del círculo de imagen no es mayor de 30°.

10. El sistema sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en el que, si el diámetro del círculo de imagen se denota d_i , un campo de visión de la lente objetivo se denota FOV, un diámetro de la primera lente de menisco se denota d_1 , y un número f de la lente objetivo se denota F , se cumple la siguiente condición:

25
$$64 \leq (d_i * FOV) / (d_1 * F).$$

11. Un endoscopio que comprende un tubo y un cabezal en un extremo distal del tubo, en el que el cabezal comprende un sistema de sensores de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10.

30

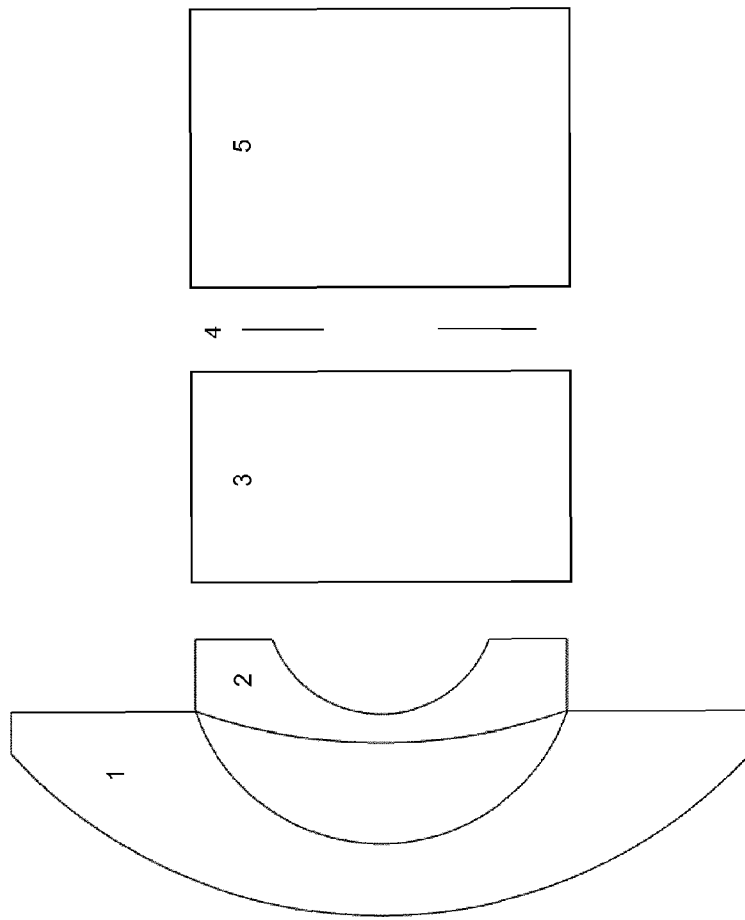


Fig. 1

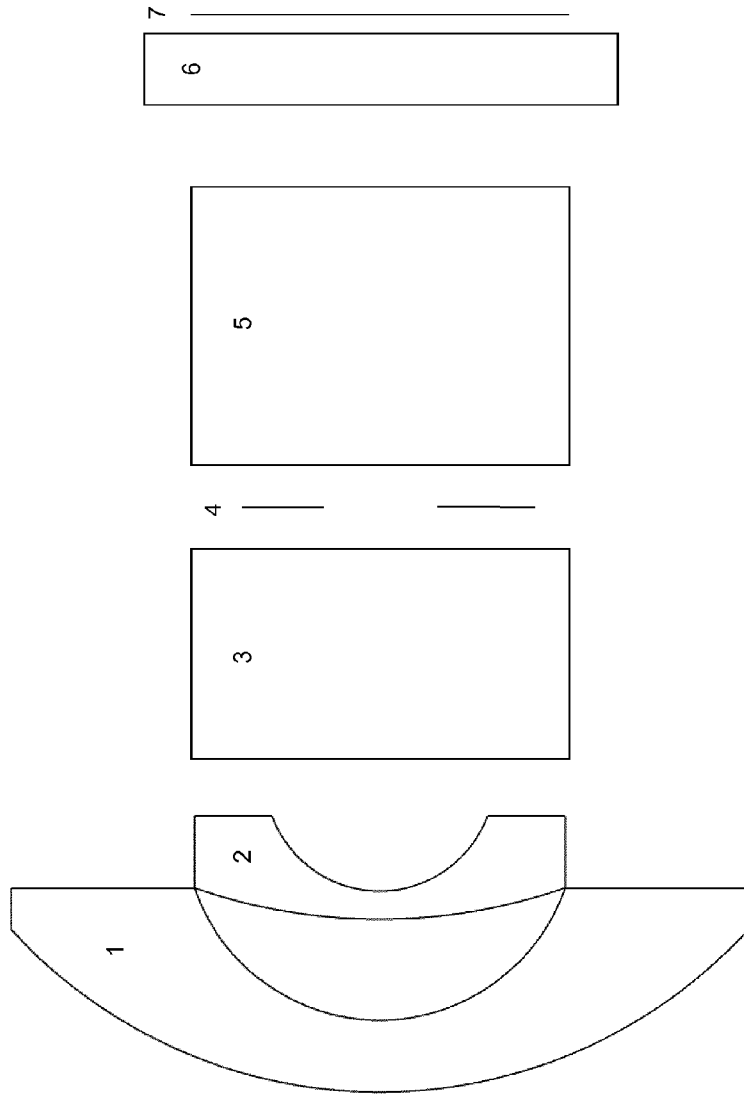
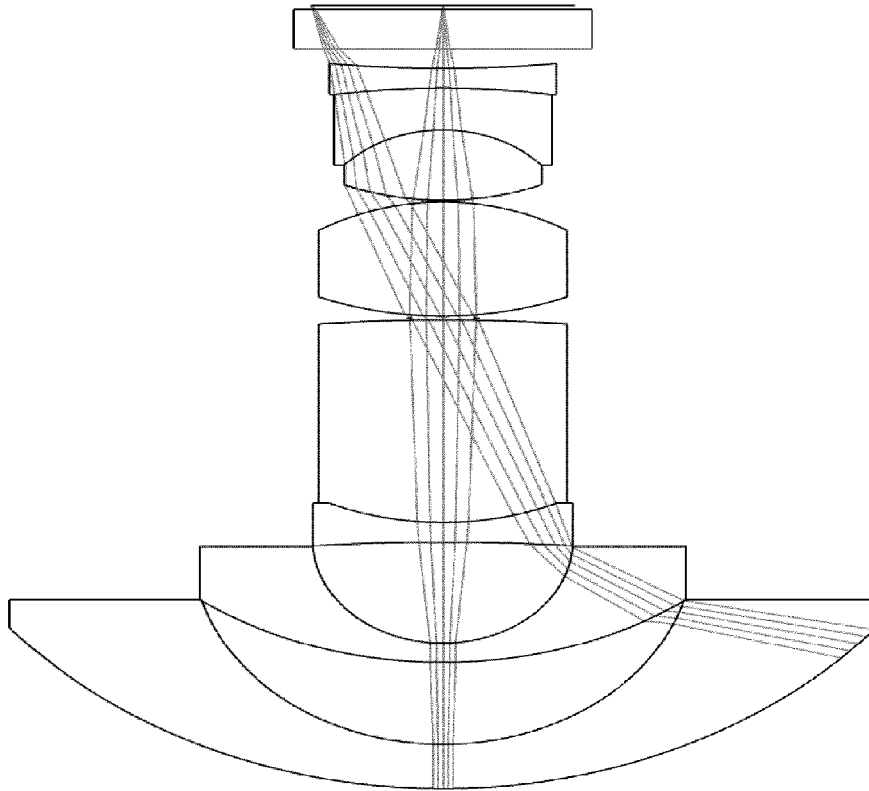


Fig. 2

Fig. 3



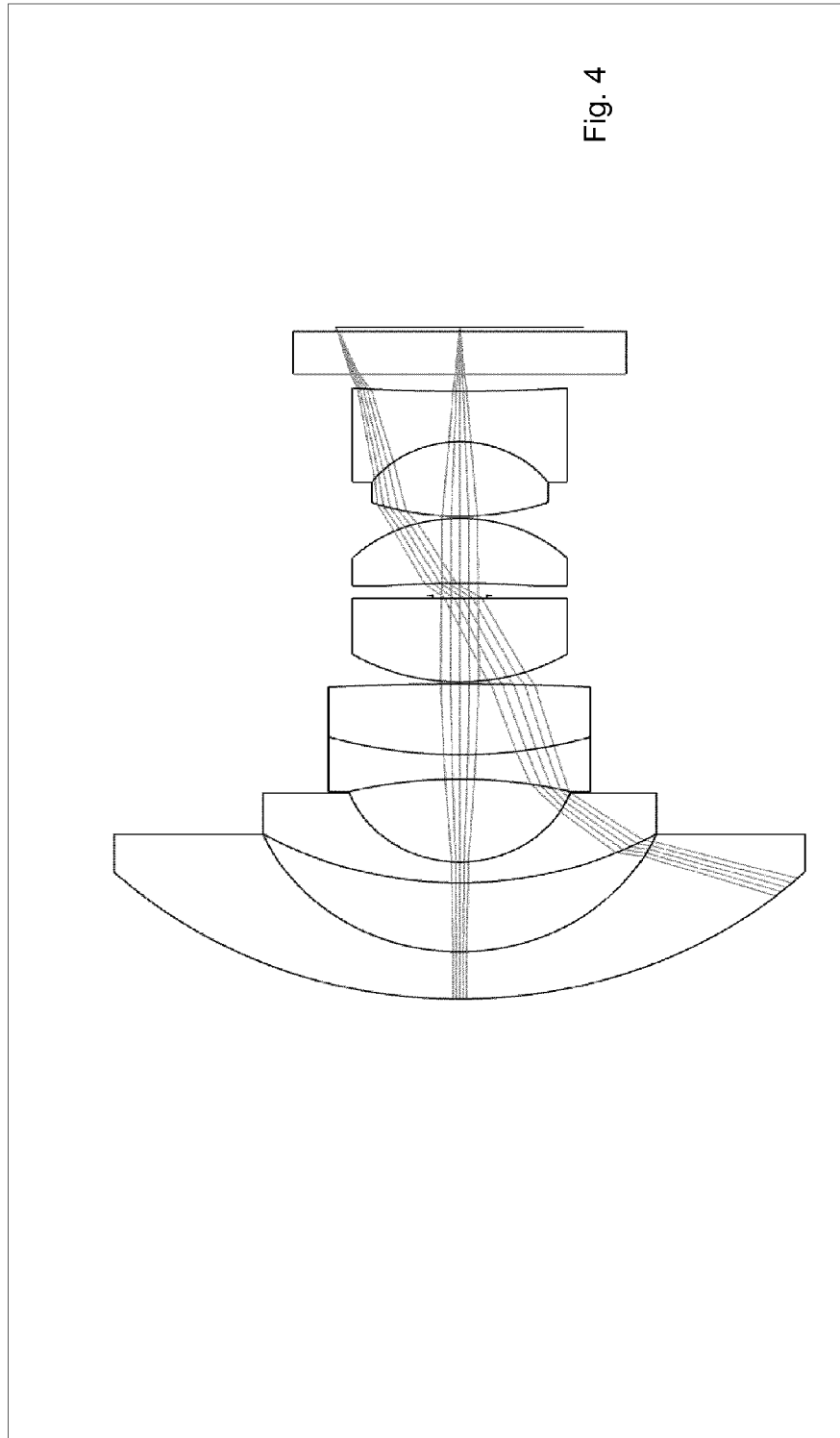
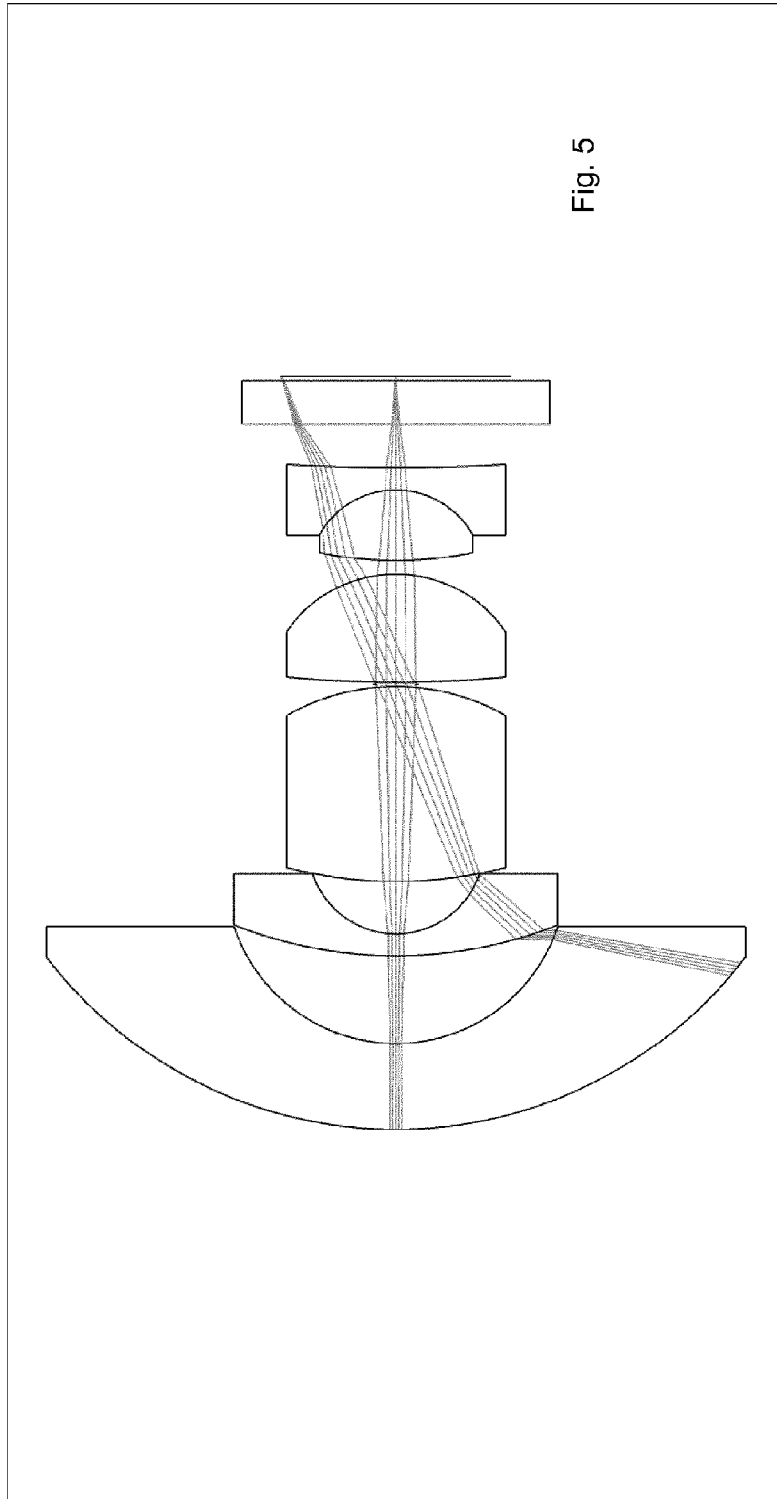


Fig. 4



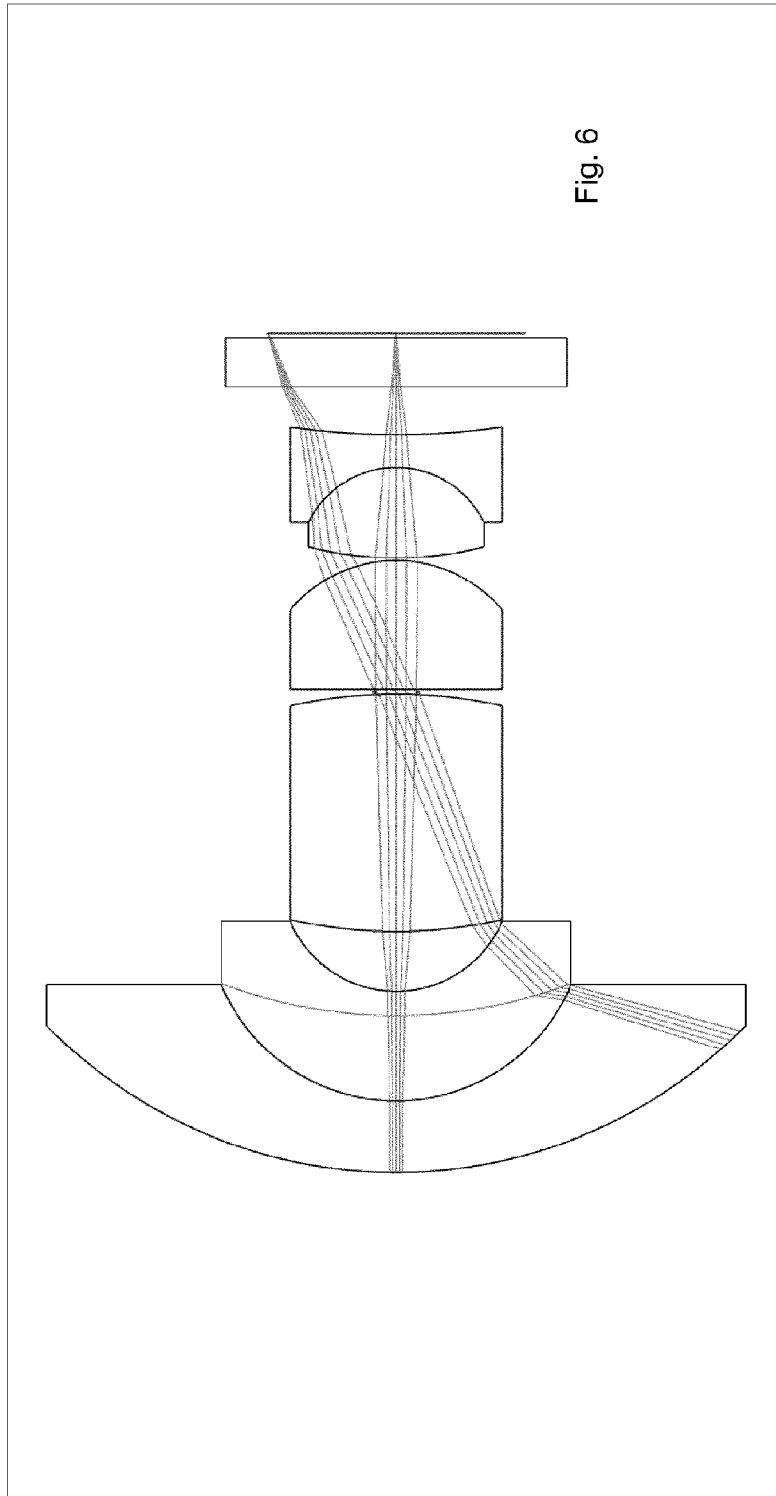


Fig. 6

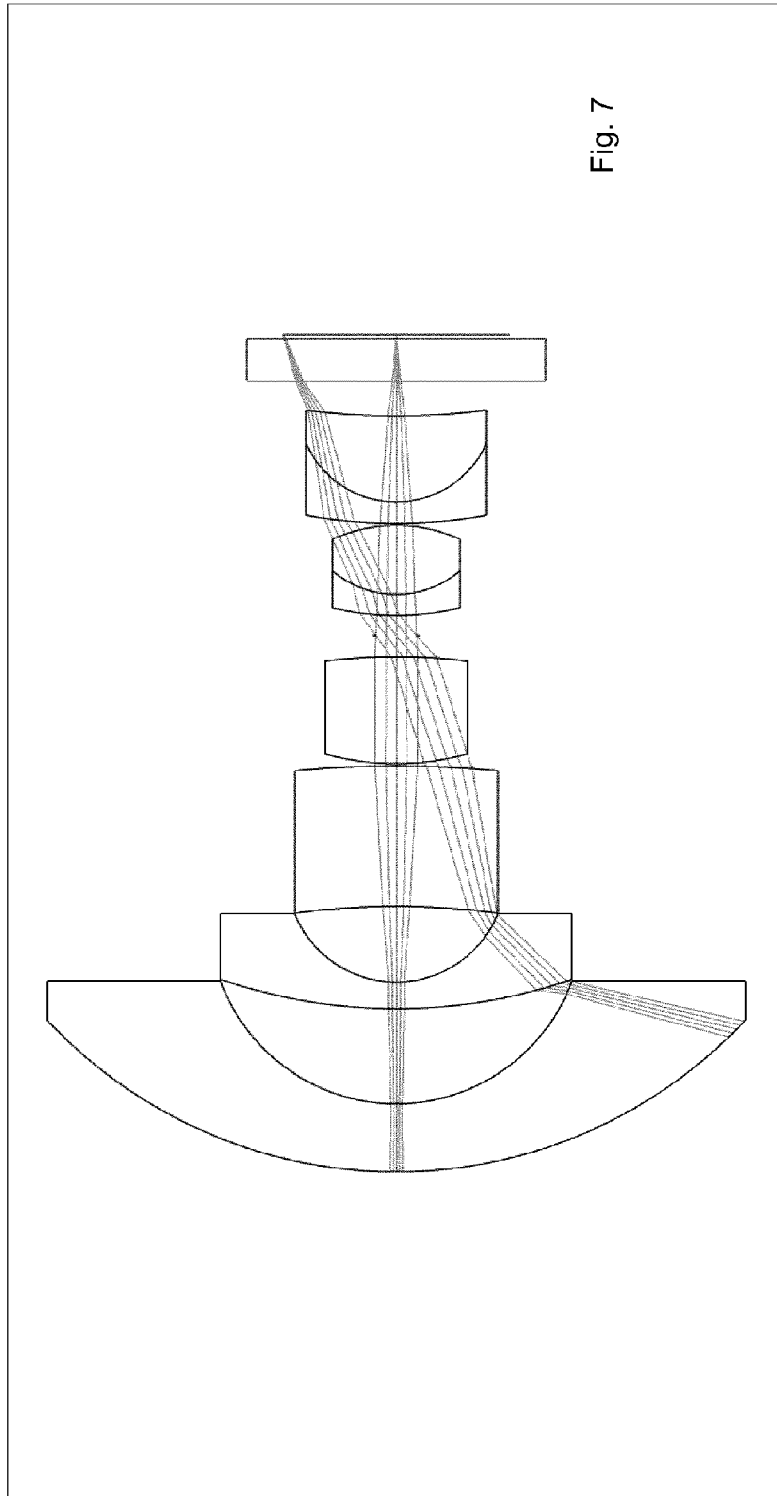


Fig. 7

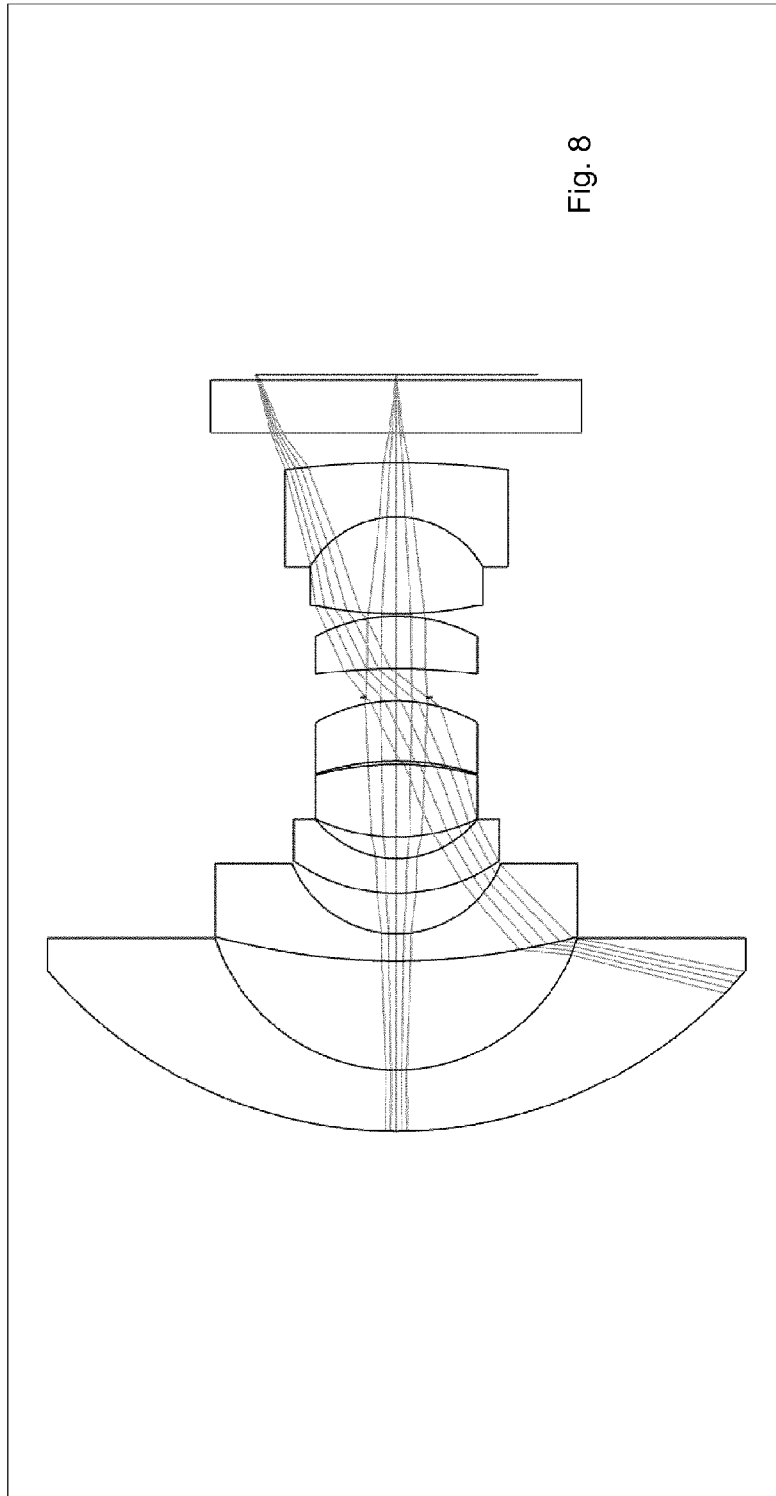


Fig. 8

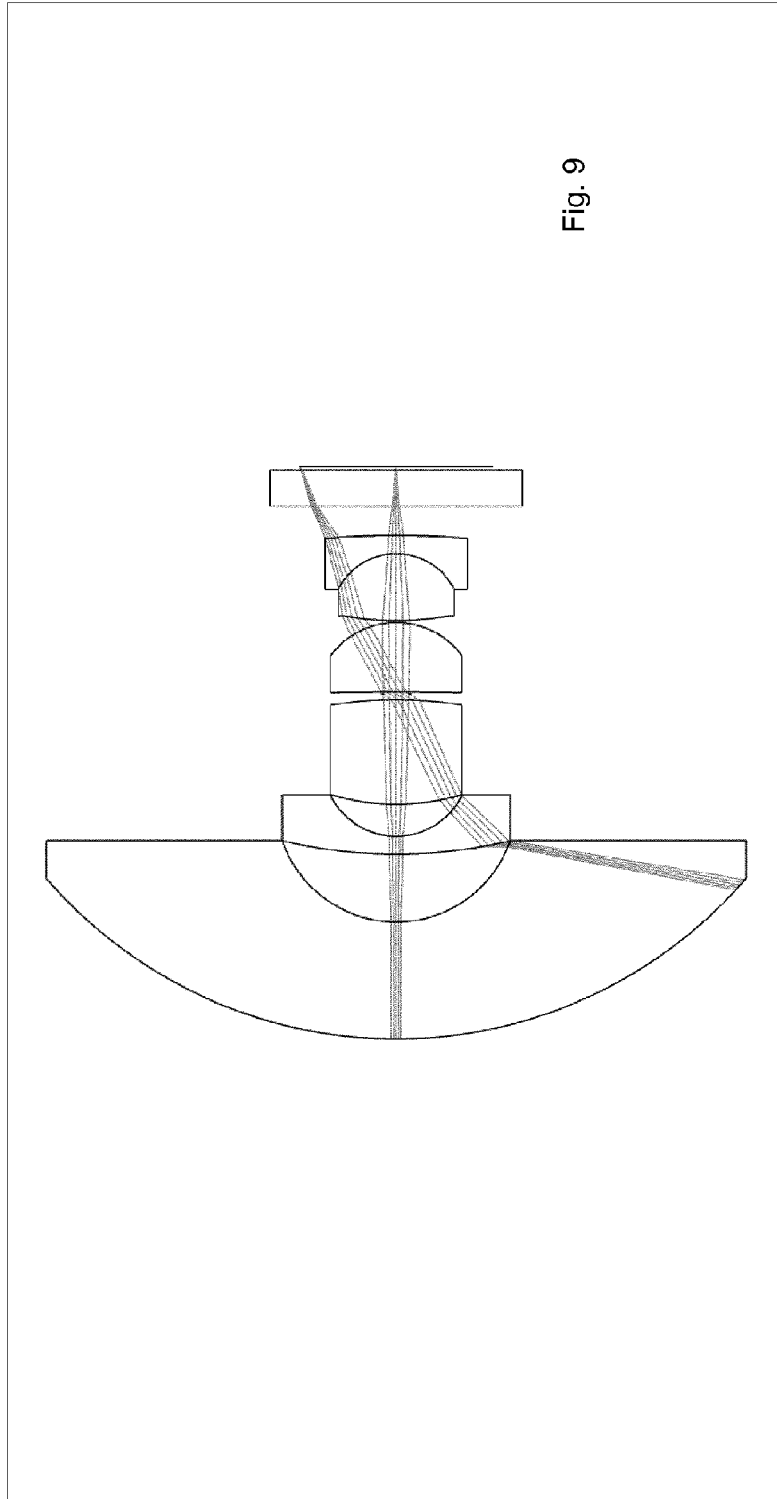


Fig. 9

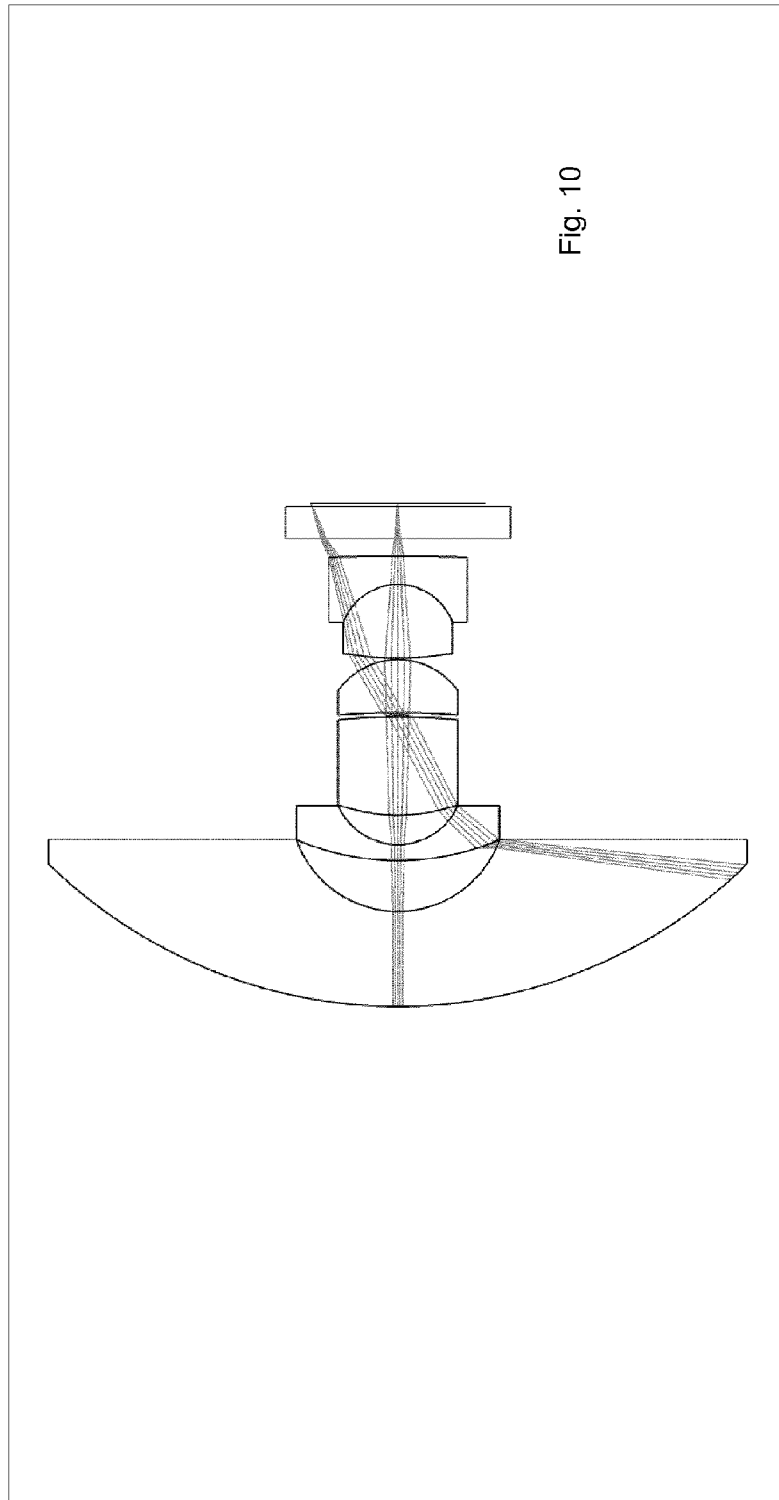


Fig. 10