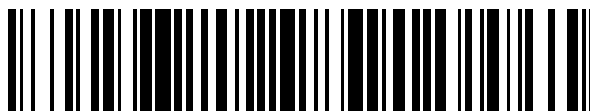


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 091**

51 Int. Cl.:

G02B 13/00 (2006.01)
G02B 13/22 (2006.01)
G02B 9/34 (2006.01)
G02B 13/16 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01)
G06F 3/03 (2006.01)
G06F 3/0488 (2013.01)
G06K 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2015 PCT/CN2015/072050**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016 WO16011801**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2015 E 15766037 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3026477**

54 Título: **Lente de proyección**

30 Prioridad:

22.07.2014 CN 201410349750
22.07.2014 CN 201420406023 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2018

73 Titular/es:

ZHEJIANG SUNNY OPTICS CO., LTD. (100.0%)
66-68 Shunyu Road
Yuyao, Zhejiang 315400, CN

72 Inventor/es:

HUANG, LIN y
DAI, FUJIAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 689 091 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

Lente de proyección

5 Campo

La presente divulgación se refiere a un sistema de proyección óptico, y más particularmente a una lente de proyección.

10 Antecedentes

En los últimos años, con el desarrollo de la tecnología de formación de imágenes, una lente de proyección para proyectar tiene un intervalo de aplicación cada vez más amplio; y los dispositivos de proyección interactivos se han impuesto gradualmente. Con el fin de ser adecuada para la miniaturización de un dispositivo electrónico y cumplir los requisitos interactivos, se requiere asegurar la miniaturización de la lente de proyección y un ángulo de visión suficiente, así como alta calidad de imagen y ser capaz de adquirir información. Una lente de proyección convencional para proyectar, que se usa generalmente para dispositivos de formación de imágenes, puede incluir cualquier lente que elimine diversas aberraciones, mejorando la resolución pero dando como resultado una longitud creciente de la lente de proyección, que es adverso para la miniaturización. Además, una lente de proyección para proyectar que tiene un gran ángulo de visión tiene generalmente una distorsión importante y una baja calidad de imagen.

El dispositivo interactivo consigue una función interactiva tal como tacto de múltiples puntos y reconocimiento gestual basándose principalmente en un proceso que incluye: generar una señal a través de una lente de proyección para proyectar; capturar una imagen mediante una lente de formación de imágenes; y extraer información con el software de procesamiento de imágenes. Por lo tanto, la calidad de la señal analógica generada por la lente de proyección para proyectar desempeña un papel crítico en una extracción de información con alta precisión. Es más fácil extraer información en el espectro infrarrojo debido a sus características inherentes, pudiéndose evitar efectos adversos por filtración de la luz visible.

Por lo tanto, la presente divulgación proporciona realizaciones de una lente de proyección, que se puede usar en el dispositivo interactivo y aplicar en el espectro infrarrojo.

35 Sumario

Las realizaciones de la presente divulgación buscan solucionar al menos uno de los problemas existentes en la técnica relacionada.

La lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación incluye sucesivamente una primera lente, un dispositivo óptico reflectante, una segunda lente, una tercera lente y una cuarta lente de un lado de imagen de la lente de proyección a un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad, un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad; el dispositivo óptico reflectante permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente es de una potencia focal positiva, un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad; la tercera lente es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad, un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad; y la cuarta lente es de una potencia focal positiva, en la que se dispone un diafragma entre la primera lente y la segunda lente, la lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$0,25 < \text{Im}gH/D < 0,55$$

en la que ImgH es igual a la longitud media de una diagonal de objeto, y D representa la altura vertical desde el lado de imagen de la primera lente al eje central perpendicular a un objeto.

En algunas realizaciones, cada una de la segunda lente y la cuarta lente está hecha de un material de vidrio.

En algunas realizaciones, la lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

60
$$-3 < f1/f < -1,$$

en la que f1 representa la longitud focal de la primera lente, y f representa la longitud focal de la lente de proyección.

65

En algunas realizaciones, la lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$2 < f_2/f < 4,$$

5 en la que f_2 representa la longitud focal de la segunda lente.

En algunas realizaciones, la lente de proyección satisface las siguientes fórmulas:

$$3 < f_4/f < 12;$$

10 y

$$-22 < (R_5 + R_6)/(R_5 - R_6) < -5,$$

15 en las que f_4 representa la longitud focal de la cuarta lente, R_5 representa el radio de curvatura de un lado de imagen de la tercera lente, y R_6 representa el radio de curvatura del lado de objeto de la tercera lente.

En algunas realizaciones, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad.

20 En algunas realizaciones, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad.

En algunas realizaciones, un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad.

25 En algunas realizaciones, el dispositivo óptico reflectante que permite que se curve la ruta de luz es un prisma de reflexión o un espejo plano de reflexión.

La lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación tiene un gran ángulo de campo y una gran apertura, y miniaturización.

30 Se darán aspectos y ventajas adicionales de las realizaciones de la presente divulgación en parte en las siguientes descripciones, se harán evidentes en parte a partir de las siguientes descripciones, o se aprenderán de la práctica de las realizaciones de la presente divulgación.

Breve descripción de las figuras

35 Estos y otros aspectos y ventajas de las realizaciones de la presente divulgación se harán evidentes y se entenderán con mayor facilidad a partir de las siguientes descripciones hechas por referencia a las figuras, en las que:

40 la Figura 1 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 1 de la presente divulgación;

la Figura 2 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 1;

la Figura 3 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 1;

45 la Figura 4 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 1;

la Figura 5 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 1;

50 la Figura 6 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 2 de la presente divulgación;

la Figura 7 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 2;

la Figura 8 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 2;

55 la Figura 9 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 2;

la Figura 10 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 2;

60 la Figura 11 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 3 de la presente divulgación;

la Figura 12 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 3;

la Figura 13 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 3;

65 la Figura 14 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 3;

la Figura 15 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 3;
 la Figura 16 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 4 de la presente divulgación;
 5 la Figura 17 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 4;
 la Figura 18 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 4;
 10 la Figura 19 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 4;
 la Figura 20 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 4;
 la Figura 21 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 5 de la presente divulgación;
 15 la Figura 22 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 5;
 la Figura 23 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 5;
 20 la Figura 24 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 5;
 la Figura 25 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 6;
 la Figura 26 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 6 de la presente divulgación;
 25 la Figura 27 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 6;
 la Figura 28 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 6;
 30 la Figura 29 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 6;
 la Figura 30 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 6;
 la Figura 31 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 7 de la presente divulgación;
 35 la Figura 32 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 7;
 la Figura 33 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 7;
 40 la Figura 34 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 7;
 la Figura 35 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 7;
 la Figura 36 es una vista esquemática que muestra una estructura principal de la lente de proyección de acuerdo con la Realización 8 de la presente divulgación;
 45 la Figura 37 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 8;
 la Figura 38 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 8;
 50 la Figura 39 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 8; y
 la Figura 40 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 8.

Descripción detallada

55 Las realizaciones de la presente divulgación se describirán con detalle y los ejemplos de las realizaciones se ilustrarán en las figuras, donde se usan numerales de referencia iguales o similares para indicar miembros iguales o similares o miembros con funciones iguales o similares. Las realizaciones que se describen en el presente documento por referencia a las figuras son explicativas, que se usan para ilustrar la presente divulgación, pero no se pretende que limiten la presente divulgación.
 60

En la descripción de la presente divulgación, se ha de entender que términos tales como "primero" y "segundo" se usan en el presente documento con fines de descripción y no se pretende que indiquen o impliquen la importancia relativa o que impliquen el número de características técnicas indicadas. De ese modo, las características que se definen con "primero" y "segundo" pueden incluir explícita o implícitamente una o más de estas características.
 65

Además, en la descripción de la presente divulgación, "una pluralidad de" significa dos o más de dos, a menos que se especifique de otro modo.

5 En la descripción de la presente divulgación, se ha de entender que, a menos que se especifique o se limite de otro modo, los términos tales como "montado", "conectado" y "acoplado" se deberían entender de forma amplia y pueden ser, por ejemplo, conexiones fijas, conexiones desmontables, o conexiones integrales; o pueden ser conexiones mecánicas, conexiones eléctricas, o comunicación mutua; o pueden ser conexiones directas, conexiones indirectas a través de estructuras intermedias, conexiones del interior de dos elementos, o una relación de interacción entre dos elementos, que pueden entender los expertos en la materia de acuerdo con las situaciones específicas.

10 La siguiente descripción proporciona una pluralidad de realizaciones o ejemplos configurados para conseguir diferentes estructuras de la presente invención. Con el fin de simplificar la publicación de la presente divulgación, los componentes y las disposiciones de la realización particular que se describen en lo sucesivo son únicamente explicativos y no pretenden limitar la presente divulgación. Además, la presente divulgación puede repetir el número 15 y/o letra de referencia en diferentes realizaciones con el fin de simplicidad y claridad, y la repetición no indica la relación de la pluralidad de realizaciones y/o disposiciones. Además, se proporcionan ejemplos de diferentes procesos y materiales en la presente divulgación. Sin embargo, los expertos en la materia deberían entender que también se pueden aplicar otros procesos y/o materiales.

20 La lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación incluye sucesivamente una primera lente, un dispositivo óptico reflectante, una segunda lente, una tercera lente y una cuarta lente desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección en la que la primera lente es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad, un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad; 25 el dispositivo óptico reflectante permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente es de una potencia focal positiva, un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad; la tercera lente es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad, un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad; y la cuarta lente es de una potencia focal positiva.

30 En la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, se dispone un diafragma entre la primera lente y la segunda lente. Cada una de la segunda lente y la cuarta lente está hecha de un material de vidrio. Una estructura de lentes de plástico insertada con una lente de vidrio, que se diseña en una forma razonable, puede eliminar de forma eficaz la influencia adversa en la lente introducida por una diferencia térmica.

35 En la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, l_{mgH} es igual a la longitud media de una diagonal de objeto, D representa la altura vertical desde el lado de imagen de la primera lente hasta el eje central perpendicular a un objeto. La lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$40 \quad 0,25 < l_{mgH}/D < 0,55.$$

La lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación se miniaturiza mediante el cumplimiento de la fórmula anterior, de un modo tal que se puede usar en un producto portátil.

45 En la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, f_1 representa la longitud focal de la primera lente, y f representa la longitud focal de la lente de proyección. La lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$50 \quad -3 < f_1/f < -1.$$

La primera lente satisface la fórmula anterior, lo que puede asegurar un ángulo amplio en la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación.

55 En la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, f_2 representa la longitud focal de la segunda lente, y f representa la longitud focal de la lente de proyección. La lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$2 < f_2/f < 4.$$

60 La segunda lente hecha de un material de vidrio y que satisface la fórmula anterior puede eliminar de forma eficaz la influencia adversa en la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación introducida por la diferencia térmica y conseguir una calidad de imagen más fiable y estable.

65 En la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, f_4 representa la longitud focal de la cuarta lente, R_5 representa el radio de curvatura del lado de imagen de la tercera lente, R_6 representa el radio de curvatura del lado de objeto de la tercera lente, y la lente de proyección satisface las siguientes fórmulas:

$$3 < f4/f < 12;$$

y

5

$$-22 < (R5 + R6)/(R5 - R6) < -5.$$

10 Tanto a tercera lente como la cuarta lente satisfacen las fórmulas anteriores, lo que consigue la característica telecéntrica de la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación, permitiendo que la luz se mantenga de forma uniforme sin ninguna degradación en los bordes, y corrige la distorsión.

Alternativamente, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad.

15 Alternativamente, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad, y un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad.

Alternativamente, el dispositivo óptico reflectante que permite que la ruta de luz se curve es un prisma reflectante o un espejo plano reflectante.

20 La lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación usa cuatro lentes, de un modo tal que se obtenga un gran ángulo de campo y una gran apertura, y se consiga su miniaturización. La lente de proyección es de una estructura que combina lentes de plástico y una lente de vidrio, todas las cuales están distribuidas con diferentes potencias focales y radios de curvatura, de un modo tal que se reduzca el coste de producción, se elimine la influencia adversa en el sistema introducida por la diferencia térmica, y se consiga la característica telecéntrica.

25

La forma superficial de la forma asférica se define mediante la fórmula que sigue a continuación:

$$x = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2h^2}} + \sum Aih^i .$$

30

en la que h es la altura desde cualquier punto de la forma asférica hasta un eje óptico, c es una curvatura de vértice, k es un coeficiente cónico, Ai es un coeficiente para el iésimo orden del asférico.

35 Por referencia a la Figura 1, en la Realización 1, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

50 Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

55 En la Realización 1, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 11,51; f1 = -2,99; f2 = 4,14; f3 = 17,65; f4 = 6,47; f = 1,56;

$$\text{Im}gH/D = 0,53;$$

60

$$f1/f = -1,92;$$

$$f2/f = 2,66;$$

ES 2 689 091 T3

$$f4/f = 4,15;$$

$$(R5 + R6)/(R5 - R6) = -21,59;$$

5 Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 1

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	forma esférica	infinito	467,0000		
1	forma esférica	4,4952	0,3487	1,5351/55,7797	3,4407
2	forma esférica	1,1364	0,8515		-0,8550
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	forma esférica	infinito	2,5000	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	forma esférica	infinito	0,1000		
parada	forma esférica	infinito	1,2492		
4	forma esférica	13,9318	1,5994	1,6385/55,4496	
5	forma esférica	-3,0606	0,0497		
6	forma esférica	2,1970	1,0309	1,5351/55,7797	-0,0806
7	forma esférica	2,4105	1,0575		-0,6120
8	forma esférica	6,7171	1,3752	1,5168/64,1673	
9	forma esférica	-6,0355	1,3493		
IMG	forma esférica	infinito			

10 La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas esféricas de la lente esférica.

Tabla 2

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	4,7703E-02	-3,8494E-02	1,1454E-02	-6,0228E-04	-1,0426E-03	3,9107E-04	-4,7346E-05
2	9,7004E-02	-2,4361E-03	-2,9879E-02	1,1509E-02	3,6189E-03	-3,1923E-03	3,2410E-04
6	2,3928E-02	-1,4236E-02	2,2410E-03	3,8340E-03	-3,0555E-03	8,4169E-04	-8,1523E-05
7	7,5428E-02	-2,7705E-02	7,7842E-03	9,9937E-03	-1,0943E-02	3,6994E-03	-4,0264E-04

15 Por referencia a la Figura 6, en la Realización 2, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una concavidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

ES 2 689 091 T3

Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

En la Realización 2, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 11,28; $f_1 = -2,71$; $f_2 = 4,4$; $f_3 = 13,7$; $f_4 = 5,3$; $f = 1,47$;

$$\text{Im}gH/D = 0,44;$$

$$f_1/f = -1,85;$$

$$f_2/f = 3,0;$$

$$f_4/f = 3,61;$$

$$(R_5 + R_6)/(R_5 - R_6) = -12,6;$$

Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 3

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coficiente cónico
obj	esférica	infinito	467,0000		
1	asférica	4,7321	0,4966	1,5351/55,7797	3,6498
2	asférica	1,0587	0,8601		-0,6885
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	2,6515	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	0,0997		
parada	esférica	infinito	0,8263		
4	esférica	-100,0015	1,3349	1,6385/55,4496	
5	esférica	-2,7077	0,0544		
6	asférica	2,1045	1,0310	1,5351/55,7797	-0,1226
7	asférica	2,4674	1,0119		-1,1281
8	esférica	5,7617	1,4809	1,5168/64,1673	
9	esférica	-4,6472	1,4348		
IMG	esférica	infinito			

La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas asféricas de la lente asférica.

Tabla 4

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	5,1376E-02	-3,8304E-02	1,1385E-02	-6,3632E-04	-1,0501E-03	3,9137E-04	-4,5567E-05
2	1,2198E-01	-1,2478E-02	-3,0575E-02	1,2148E-02	4,0673E-03	-2,9965E-03	-2,3055E-04
6	2,0663E-02	-1,4332E-02	2,3591E-03	3,8884E-03	-3,0476E-03	8,3333E-04	-8,1523E-05
7	7,0217E-02	-2,7027E-02	8,0610E-03	1,0050E-02	-1,0893E-02	3,6994E-03	-4,0264E-04

Por referencia a la Figura 11, en la Realización 3, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un

ES 2 689 091 T3

5 lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una concavidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

15 Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

20 En la Realización 3, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 11,75; f1 = -3,01; f2 = 4,08; f3 = 16,01; f4 = 7,32; f = 1,63;

$$\text{Im}gH/D = 0,48;$$

25 $f1/f = -1,84;$

$$f2/f = 2,5;$$

30 $f4/f = 4,48;$

$$(R5 + R6)/(R5 - R6) = -17,55;$$

Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

35 Tabla 5

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	esférica	infinito	467,0000		
1	asférica	4,4911	0,3348	1,5351/55,7797	3,3494
2	asférica	1,1416	1,0011		-0,8161
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	2,7720	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	0,1252		
parada	esférica	infinito	1,1869		
4	esférica	12,1532	1,3018	1,6385/55,4496	
5	esférica	-3,1215	0,0237		
6	asférica	2,1605	1,0396	1,5351/55,7797	-0,1075
7	asférica	2,4215	1,1146		-0,5974
8	esférica	-50,1328	1,4393	1,5168/64,1673	
9	esférica	-3,5075	1,4098		
IMG	esférica	infinito			

La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas asféricas de la lente asférica.

Tabla 6

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	4,6763E-02	-3,8598E-02	1,1440E-02	-6,0508E-04	-1,0425E-03	3,9185E-04	-4,6665E-05
2	1,0242E-01	-3,3459E-03	-3,0038E-02	1,1601E-02	3,9476E-03	-3,2380E-03	3,9325E-04
6	2,3035E-02	-1,4447E-02	2,1962E-03	3,8470E-03	-3,0504E-03	8,4259E-04	-8,2118E-05
7	7,5688E-02	-2,7237E-02	7,7212E-03	9,9378E-03	-1,0988E-02	3,7487E-03	-4,1309E-04

5 Por referencia a la Figura 16, en la Realización 4, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

20 Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

25 En la Realización 4, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 11,59; f1 = -3,05; f2 = 4,12; f3 = 15,47; f4 = 17,01; f = 1,51;

$$\text{Im}gH/D = 0,47;$$

$$f1/f = -2,02;$$

$$f2/f = 2,73;$$

$$f4/f = 11,26;$$

$$(R5 + R6)/(R5 - R6) = -14,96;$$

Parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 7

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	esférica	infinito	467,0000		
1	asférica	4,4350	0,3573	1,5351/55,7797	3,4574
2	asférica	1,1462	0,9313		-0,8741
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	2,5366	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	0,1817		
parada	esférica	infinito	1,4606		
4	esférica	9,0228	1,7150	1,6385/55,4496	

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
5	esférica	-3,3686	0,0497		
6	asférica	2,1832	1,0300	1,5351/55,7797	-0,0726
7	asférica	2,4960	0,7739		-0,6516
8	esférica	3,0696	1,2827	1,5168/64,1673	
9	esférica	4,0813	1,2682		
IMG	esférica	infinito			

La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas asféricas de la lente asférica.

5

Tabla 8

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	4,7844E-02	-3,8563E-02	1,1292E-02	-6,5300E-04	-1,0520E-03	3,9033E-04	-4,6718E-05
2	9,4852E-02	-3,0494E-03	-2,9527E-02	1,2498E-02	3,8033E-03	-3,5788E-03	-2,8646E-04
6	2,4121E-02	-1,3933E-02	2,2262E-03	3,8150E-03	-3,0606E-03	8,4023E-04	-8,2096E-05
7	7,4960E-02	-2,8518E-02	7,5314E-03	9,9572E-03	-1,0962E-02	3,6880E-03	-4,0784E-04

10

15

20

Por referencia a la Figura 21, en la Realización 5, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una concavidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una concavidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

25

Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

30

En la Realización 5, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 12,02; f1 = -2,89; f2 = 4,36; f3 = 12,24; f4 = 8,28; f = 1,6;

35

$$\text{ImgH/D} = 0,46;$$

$$f1/f = -1,81;$$

$$f2/f = 2,72;$$

$$f4/f = 5,17;$$

40

$$(R5 + R6)/(R5 - R6) = - 9,9;$$

Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 9

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	esférica	infinito	467,0000		
1	asférica	4,7095	0,4765	1,5351/55,7797	3,5909
2	asférica	1,1118	0,9038		-0,7191
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	2,7789	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	0,1444		
parada	esférica	infinito	0,9488		
4	esférica	-100,0016	1,6068	1,6385/55,4496	
5	esférica	-2,6862	0,0544		
6	asférica	2,0930	1,0463	1,5351/55,7797	-0,1182
7	asférica	2,5633	1,0720		-1,1893
8	esférica	-998,3688	1,5278	1,5168/64,1673	
9	esférica	-4,2071	1,4648		
IMG	esférica	infinito			

La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas asféricas de la lente asférica.

5

Tabla 10

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	5,1242E-02	-3,8397E-02	1,1359E-02	-6,4187E-04	-1,0507E-03	3,9172E-04	-4,5383E-05
2	1,1222E-01	-1,3761E-02	-3,0310E-02	1,2576E-02	4,3396E-03	-2,9389E-03	-3,7232E-04
6	2,0781E-02	-1,4402E-02	2,3223E-03	3,8798E-03	-3,0480E-03	8,3476E-04	-8,1523E-05
7	6,9750E-02	-2,7075E-02	8,0198E-03	9,9983E-03	-1,0949E-02	3,6994E-03	-4,0264E-04

Por referencia a la Figura 26, en la Realización 6, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una concavidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

ES 2 689 091 T3

En la Realización 6, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 10,36; $f_1 = -2,72$; $f_2 = 4,06$; $f_3 = 9,08$; $f_4 = 8,52$; $f = 1,19$;

$$\text{Im}gH/D = 0,47;$$

$$f_1/f = -2,3;$$

$$f_2/f = 3,42;$$

$$f_4/f = 7,19;$$

$$(R_5 + R_6)/(R_5 - R_6) = -5,2;$$

Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 11

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	esférica	infinito	467,0015		
1	asférica	4,7491	0,4241	1,5351/55,7797	3,7756
2	asférica	1,0726	0,6477		-0,7280
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	1,9370	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	0,3056		
parada	esférica	infinito	1,0090		
4	esférica	-97,7371	2,1397	1,6385/55,4496	
5	esférica	-2,5105	0,0561		
6	asférica	2,1049	1,0358	1,5351/55,7797	-0,1043
7	asférica	3,1067	0,4351		-1,4966
8	esférica	2,9638	1,2340	1,5168/64,1673	
9	esférica	8,0044	1,1642		
IMG	esférica	infinito			

La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas asféricas de la lente asférica.

Tabla 12

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	4,9921E-02	-3,7406E-02	1,1059E-02	-5,4235E-04	-9,6391E-04	3,7656E-04	-4,6536E-05
2	1,1035E-01	-1,4711E-02	-3,0380E-02	1,6101E-02	5,8535E-03	-3,5411E-03	4,3505E-03
6	2,1025E-02	-1,3577E-02	2,5060E-03	3,7986E-03	-2,8792E-03	7,8696E-04	-7,6128E-05
7	6,7257E-02	-2,6710E-02	8,0420E-03	1,0064E-02	-1,0194E-02	3,4863E-03	-3,7600E-04

Por referencia a la Figura 31, en la Realización 7, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma asférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una

ES 2 689 091 T3

5 forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

10 Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

15 En la Realización 7, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 12,01; f1 = -2,54; f2 = 4,02; f3 = 10,66; f4 = 9,0; f = 1,06;

$$\text{Im}gH/D = 0,29;$$

20 $f1/f = -2,4;$

$$f2/f = 3,80;$$

$$f4/f = 8,5;$$

25 $(R5 + R6)/(R5 - R6) = - 7,66;$

Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 13

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	esférica	infinito	466,9994		
1	asférica	5,3676	0,3681	1,5351/55,7797	2,9912
2	asférica	1,0514	1,2586		-0,8884
Superficie del lado de imagen del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	2,5014	1,5168/64,1673	
Superficie del lado de objeto del dispositivo óptico reflectante	esférica	infinito	0,4027		
parada	esférica	infinito	1,4842		
4	esférica	11,1729	2,0165	1,6385/55,4496	
5	esférica	-3,0437	0,0546		
6	asférica	2,0424	1,0062	1,5351/55,7797	-0,2037
7	asférica	2,6554	0,6359		-1,5667
8	esférica	7,5580	1,0437	1,5168/64,1673	
9	esférica	-11,1347	1,2715		
IMG	esférica	infinito			

30 La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas asféricas de la lente asférica.

Tabla 14

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	4,2971E-02	-3,7894E-02	1,1116E-02	-5,6785E-04	-9,9022E-04	3,6903E-04	-4,3608E-05
2	9,2011E-02	-1,1618E-02	-3,4408E-02	8,9511E-03	2,8396E-03	-2,8569E-03	6,4046E-04
6	1,8178E-02	-1,3760E-02	2,1445E-03	3,5938E-03	-2,9641E-03	7,7424E-04	-7,8737E-05
7	6,6526E-02	-2,9654E-02	6,1613E-03	9,0305E-03	-1,0572E-02	3,4337E-03	-3,7877E-04

5 Por referencia a la Figura 36, en la Realización 8, la lente de proyección incluye sucesivamente una primera lente E1, un dispositivo óptico reflectante E2, una segunda lente E3, una tercera lente E4 y una cuarta lente E5 desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que la primera lente E1 es de una potencia focal negativa, un lado de imagen de la primera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la primera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; el dispositivo óptico reflectante E2 permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente E3 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la segunda lente es de una convexidad y un lado de objeto de la segunda lente es de una convexidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; la tercera lente E4 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la tercera lente es de una convexidad y un lado de objeto de la tercera lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica; y la cuarta lente E5 es de una potencia focal positiva, un lado de imagen de la cuarta lente es de una convexidad y un lado de objeto de la cuarta lente es de una concavidad, cada uno del lado de imagen y el lado de objeto de la misma está en una forma esférica. Un diafragma está dispuesto entre la primera lente E1 y la segunda lente E3. En la lente de proyección, cada una de la segunda lente E3 y la cuarta lente E5 está hecha de un material de vidrio.

20 Desde el lado de imagen de la lente de proyección hasta el lado de objeto de la lente de proyección, dos lados de la primera lente E1 son S1 y S2, respectivamente; el diafragma es S3; dos lados de la segunda lente E3 son S4 y S5, respectivamente; dos lados de la tercera lente E4 son S6 y S7, respectivamente; dos lados de la cuarta lente E5 son S8 y S9, respectivamente; y un lado del objeto es S10.

25 En la Realización 8, cada uno de los parámetros se describe como sigue a continuación: TTL = 10,45; f1 = -2,89; f2 = 3,97; f3 = 19,69; f4 = 6,34; f = 1,66;

$$\text{ImgH/D} = 0,45;$$

$$f1/f = -1,74;$$

$$f2/f = 2,39;$$

$$f4/f = 3,82;$$

$$(R5 + R6)/(R5 - R6) = -15,83;$$

Un parámetro del sistema: Fno. es 2,8.

Tabla 15

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
obj	esférica	infinito	467,0000		
1	asférica	6,1068	0,4173	1,5351/55,7797	6,9581
2	asférica	1,1911	2,2937		-0,5322
espejo	pausa coordinada		0,0000	-	
	esférica	infinito	0,0000		
	pausa coordinada		-1,2938	-	
parada	esférica	infinito	-0,5169		
4	esférica	-10,7516	-0,3820	1,6385/55,4496	
5	esférica	3,2030	-0,8897		

N.º de superficie	Tipo de superficie	Radio de curvatura	Espesor	Material	Coefficiente cónico
6	asférica	-2,4523	-0,9470	1,5351/55,7797	-0,3151
7	asférica	-2,7829	-0,9906		-3,2247
8	esférica	-5,0984	-1,3600	1,5168/64,1673	
9	esférica	8,0502	-1,3639		
IMG	esférica	infinito			

La siguiente tabla muestra los coeficientes de alto orden A4, A6, A8, A10 y A12 de las formas esféricas de la lente esférica.

5

Tabla 16

N.º de superficie	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
1	6,4210E-02	-3,8741E-02	1,1136E-02	-5,2625E-04	-1,0477E-03	3,8098E-04	-4,4826E-05
2	1,3056E-01	-1,9727E-02	-2,3982E-02	1,9306E-02	5,9508E-03	-3,4070E-03	-2,3570E-03
6	-1,7574E-02	1,1955E-02	-1,2737E-03	-3,5752E-03	3,1419E-03	-7,6487E-04	2,0769E-04
7	-6,4025E-02	2,3046E-02	-6,4058E-03	-6,7252E-03	1,0939E-02	-4,4603E-03	9,7272E-04

10

La Figura 2 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 1; la Figura 3 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 1; la Figura 4 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 1; y la Figura 5 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 1.

15

La Figura 7 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 2; la Figura 8 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 2; la Figura 9 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 2; y la Figura 10 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 2.

20

La Figura 12 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 3; la Figura 13 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 3; la Figura 14 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 3; y la Figura 15 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 3.

25

La Figura 17 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 4; la Figura 18 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 4; la Figura 19 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 4; y la Figura 20 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 4.

30

La Figura 22 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 5; la Figura 23 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 5; la Figura 24 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 5; y la Figura 25 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 5.

35

La Figura 27 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 6; la Figura 28 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 6; la Figura 29 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 6; y la Figura 30 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 6.

40

La Figura 32 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 7; la Figura 33 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 7; la Figura 34 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección

45

en la Realización 7; y la Figura 35 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 7.

5 La Figura 37 es un diagrama que muestra una curva de aberración longitudinal (mm) de la lente de proyección en la Realización 8; la Figura 38 es un diagrama que muestra una curva de astigmatismo (mm) de la lente de proyección en la Realización 8; la Figura 39 es un diagrama que muestra una curva de distorsión (%) de la lente de proyección en la Realización 8; y la Figura 40 es un diagrama que muestra una curva de color lateral (μm) de la lente de proyección en la Realización 8.

10 En los diagramas anteriores que muestran la curva de aberración longitudinal, la curva de astigmatismo, la curva de distorsión y la curva de color lateral de la lente de proyección en cada Realización, respectivamente, se puede observar que la lente de proyección de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación tiene excelentes propiedades ópticas.

15 Aunque se han descrito realizaciones explicativas y el principio de la presente divulgación para la lente de proyección, con la enseñanza que se ha descrito anteriormente de la presente divulgación, los expertos en la materia pueden realizar diversas enmiendas y modificaciones basándose en las realizaciones que se han descrito anteriormente, dentro del ámbito de la divulgación. Los expertos en la materia deberían entender que la descripción detallada anterior es únicamente con fines ilustrativos de la presente divulgación y no se pretende que limite la
20 presente divulgación. El ámbito de la presente divulgación se define mediante las reivindicaciones y similares.

REIVINDICACIONES

1. Lente de proyección, que consiste sucesivamente en una primera lente (E1), un dispositivo óptico reflectante (E2), una segunda lente (E3), una tercera lente (E4) y una cuarta lente (E5) desde un lado de imagen de la lente de proyección hasta un lado de objeto de la lente de proyección, en la que
 5 la primera lente (E1) es de una potencia focal negativa, un lado de imagen (S1) de la primera lente es de una convexidad, un lado de objeto (S2) de la primera lente (E1) es de una concavidad; el dispositivo óptico reflectante (E2) permite que se curve una ruta de luz; la segunda lente (E3) es de una potencia focal positiva, un lado de objeto (S5) de la segunda lente (E3) es de una
 10 convexidad; la tercera lente (E4) es de una potencia focal positiva, un lado de imagen (S6) de la tercera lente (E4) es de una convexidad, un lado de objeto (S7) de la tercera lente (E4) es de una concavidad; y la cuarta lente (E5) es de una potencia focal positiva, en la que está dispuesto un diafragma (S3) entre la primera lente (E1) y la segunda lente (E3),
 15 la lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$0,25 < \text{Im}gH/D < 0,55,$$

en la que ImgH es igual a la longitud media de una diagonal de objeto, y
 20 D representa una altura vertical desde el lado de imagen (S1) de la primera lente (E1) hasta un eje central perpendicular a un objeto.

2. La lente de proyección de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada una de la segunda lente (E3) y la cuarta lente (E5) está hecha de un material de vidrio.

3. La lente de proyección de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$-3 < f1/f < -1,$$

en la que f1 representa la longitud focal de la primera lente (E1), y f representan la longitud focal de la lente de proyección.

4. La lente de proyección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la lente de proyección satisface la siguiente fórmula:

$$2 < f2/f < 4,$$

en la que f2 representa la longitud focal de la segunda lente (E3).

5. La lente de proyección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la lente de proyección satisface las siguientes fórmulas:

$$3 < f4/f < 12;$$

y

$$-22 < (R5 + R6)/(R5 - R6) < -5,$$

en la que f4 representa la longitud focal de la cuarta lente (E5), R5 representa el radio de curvatura del lado de imagen (S6) de la tercera lente (E4), y R6 representa el radio de curvatura del lado de objeto (S7) de la tercera lente (E4).

6. La lente de proyección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que un lado de imagen (S4) de la segunda lente (E3) es de una convexidad.

7. La lente de proyección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que un lado de imagen (S8) de la cuarta lente (E5) es de una convexidad.

8. La lente de proyección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que un lado de objeto (S9) de la cuarta lente (E5) es de una convexidad.

9. La lente de proyección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el dispositivo óptico reflectante (E2) que permite que se curve la ruta de luz es un prisma reflectante o un espejo plano reflectante.

65

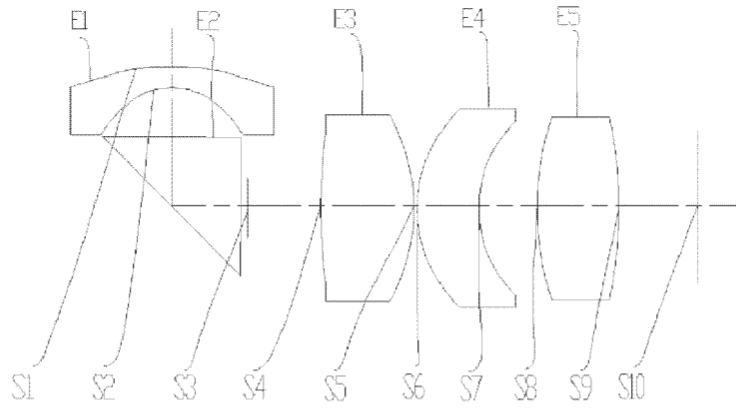


Fig.1

Curva de aberración longitudinal

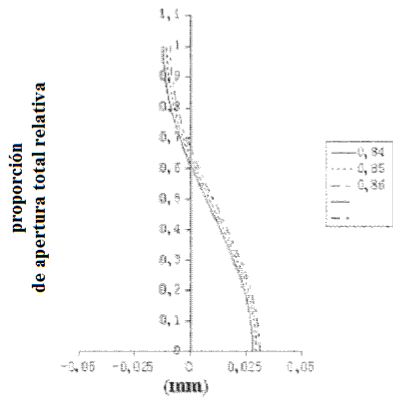


Fig.2

Curva de astigmatismo

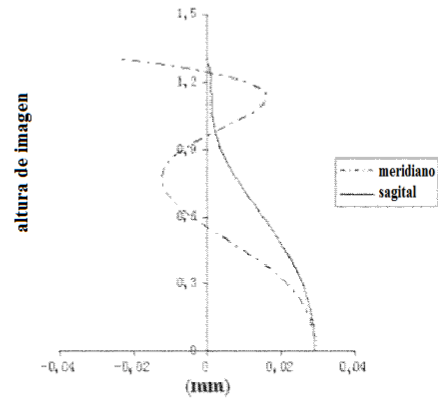


Fig.3

Distorsión

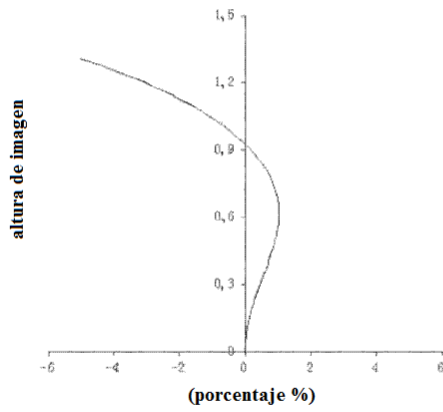


Fig.4

Curva de color lateral

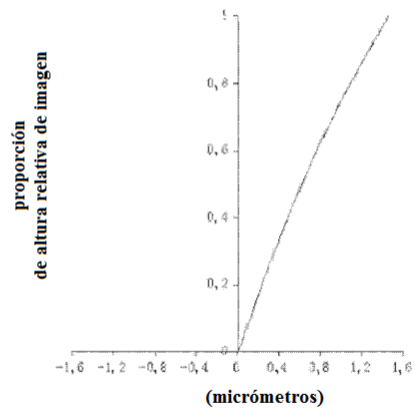


Fig.5

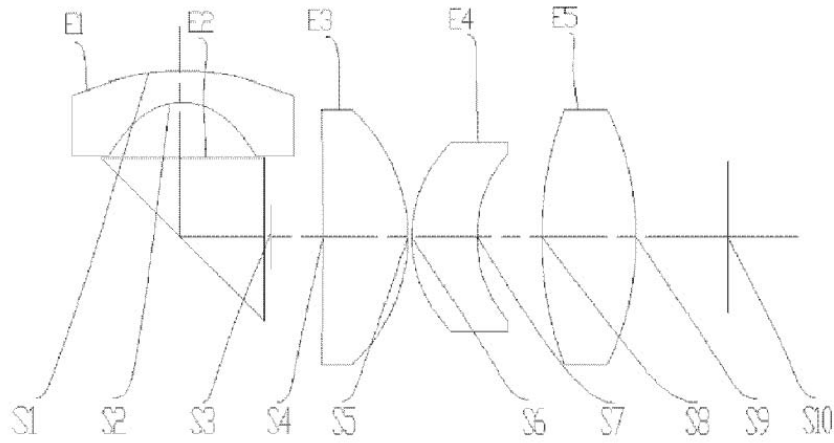


Fig.6

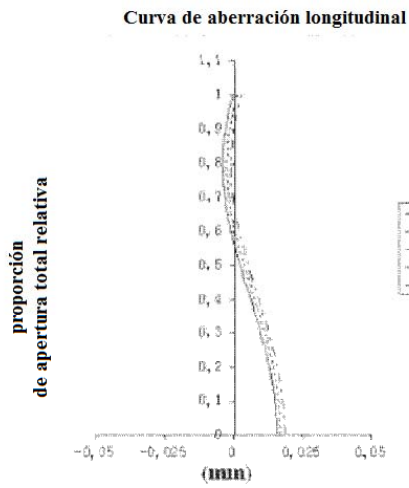


Fig.7

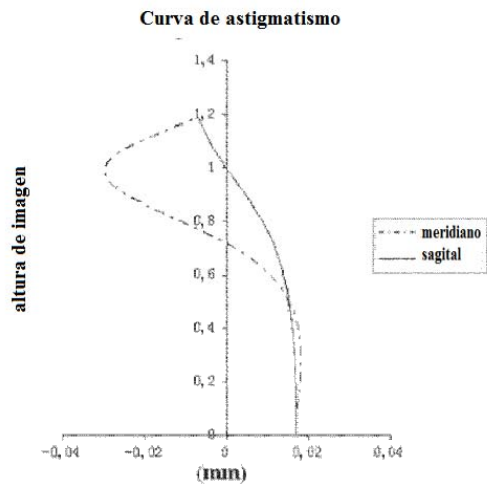


Fig.8

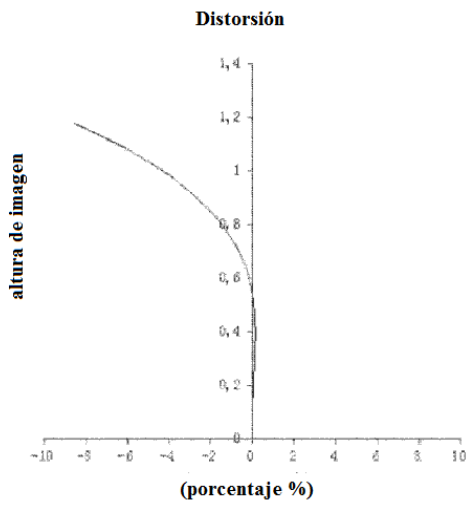


Fig.9

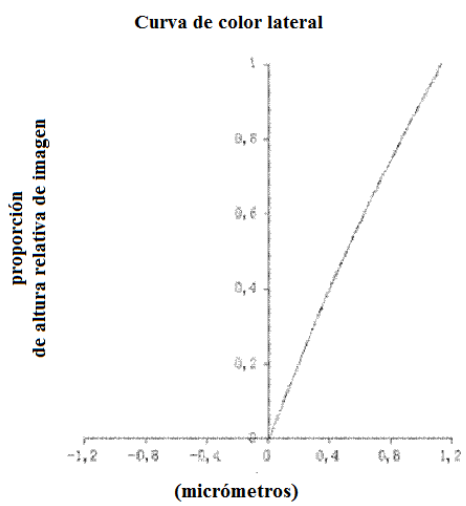


Fig.10

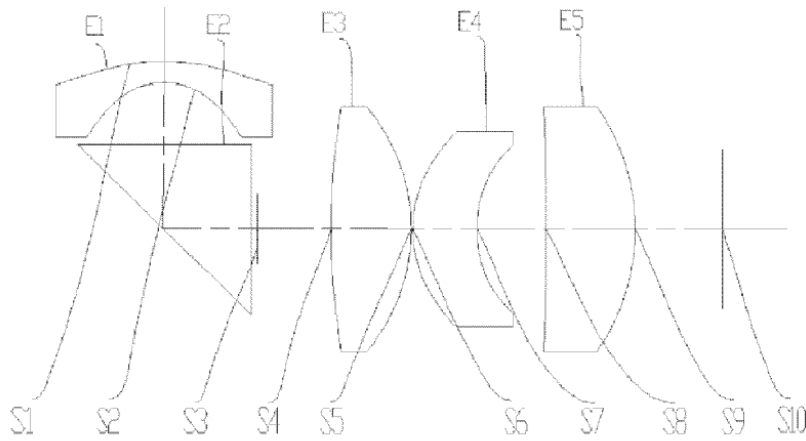


Fig.11

Curva de aberración longitudinal

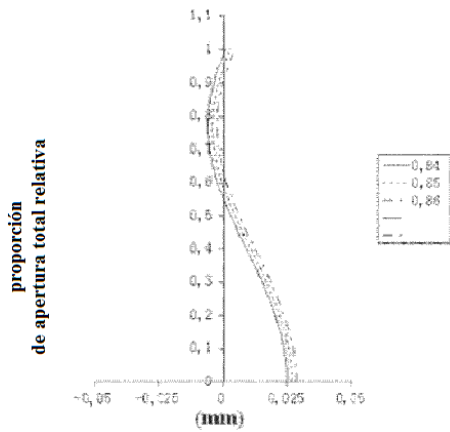


Fig.12

Curva de astigmatismo

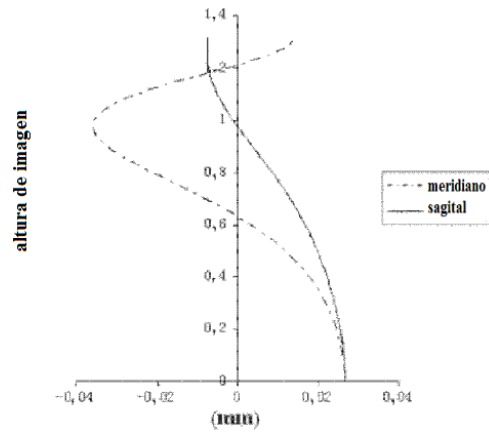


Fig.13

Distorsión

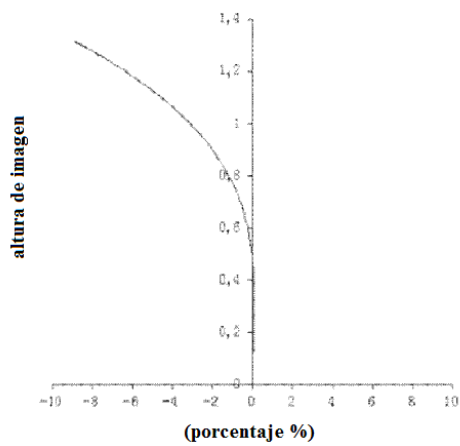


Fig.14

Curva de color lateral

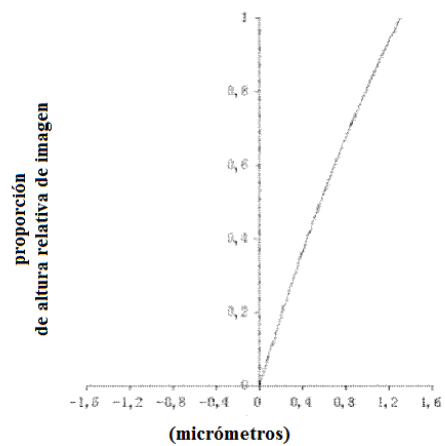


Fig.15

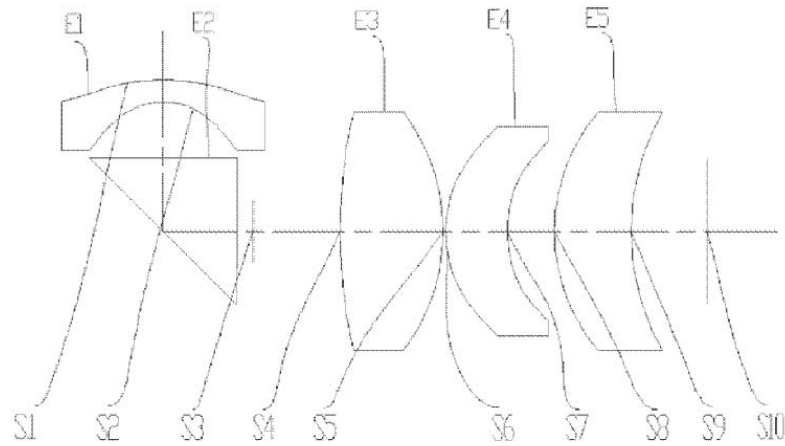


Fig.16

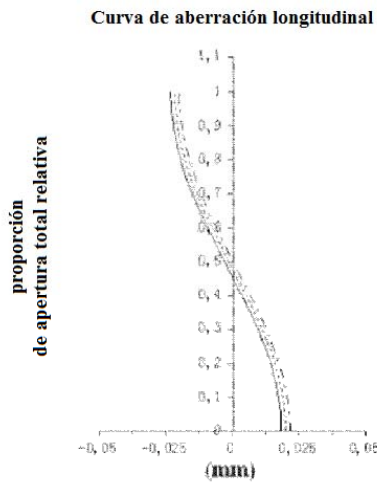


Fig.17

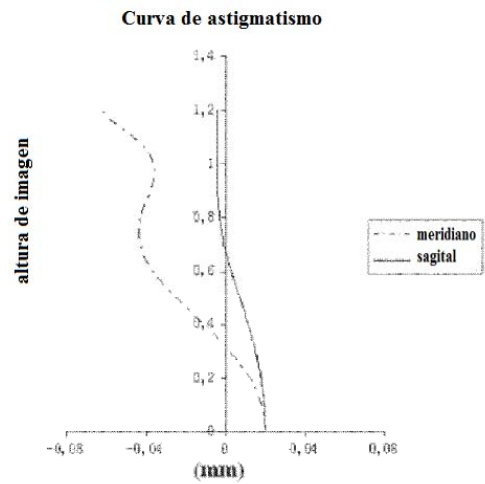


Fig.18

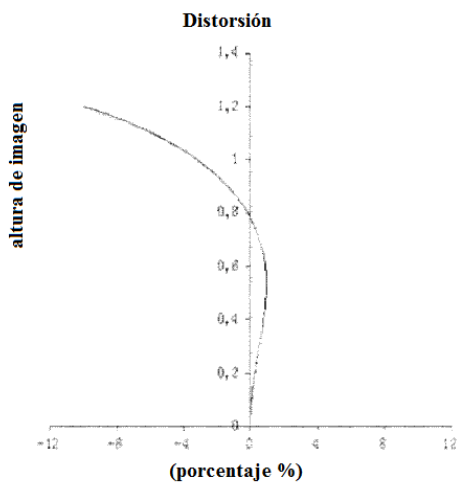


Fig.19

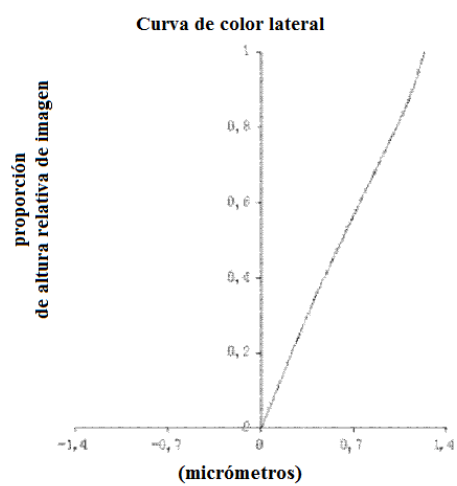


Fig.20

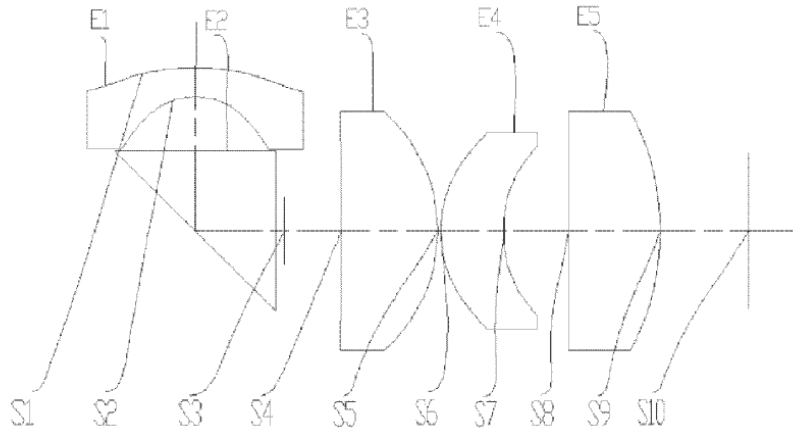


Fig.21

Curva de aberración longitudinal

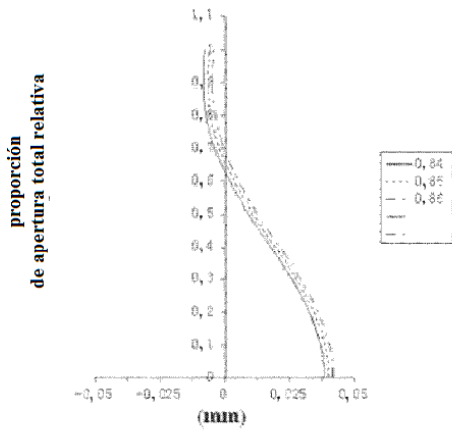


Fig.22

Curva de astigmatismo

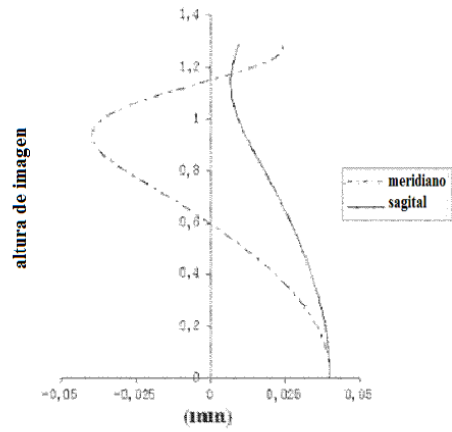


Fig.23

Distorsión

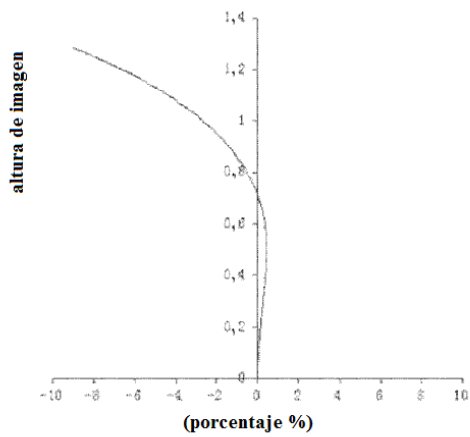


Fig.24

Curva de color lateral

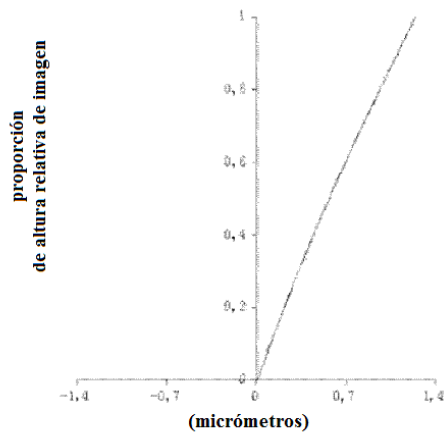


Fig.25

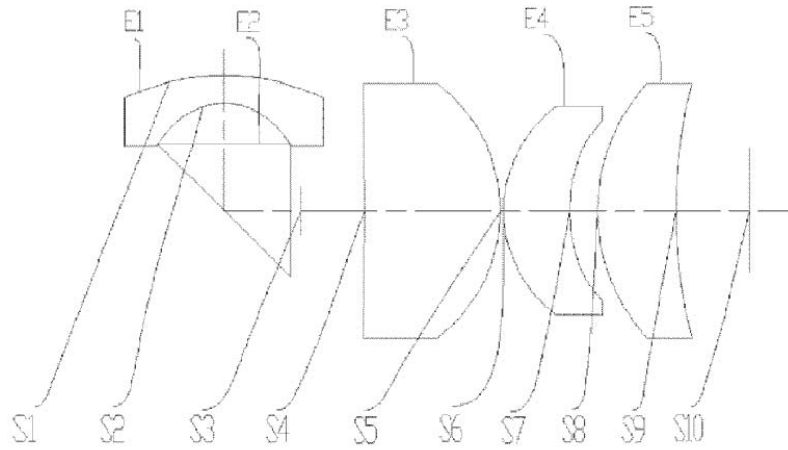


Fig.26

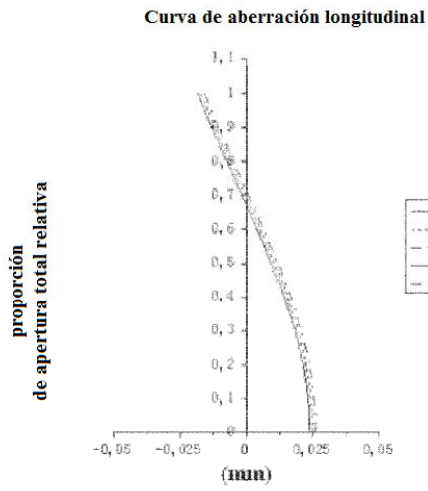


Fig.27

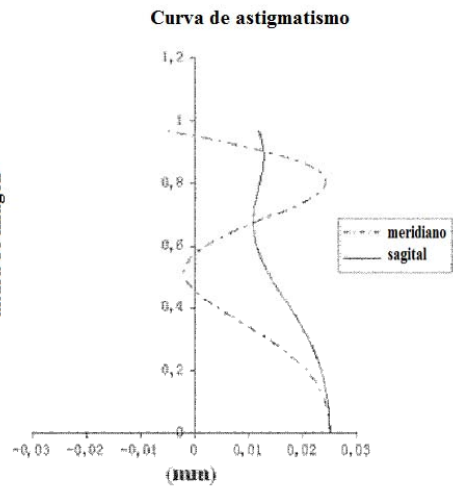


Fig.28

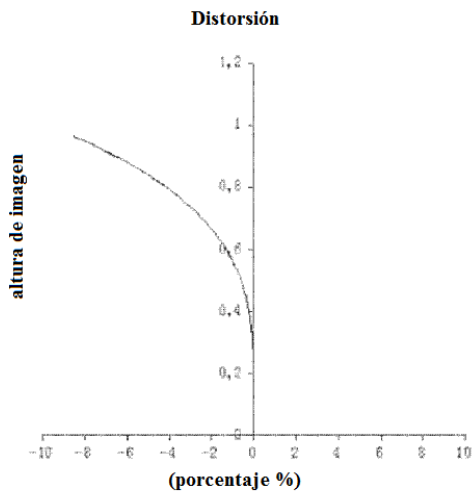


Fig.29

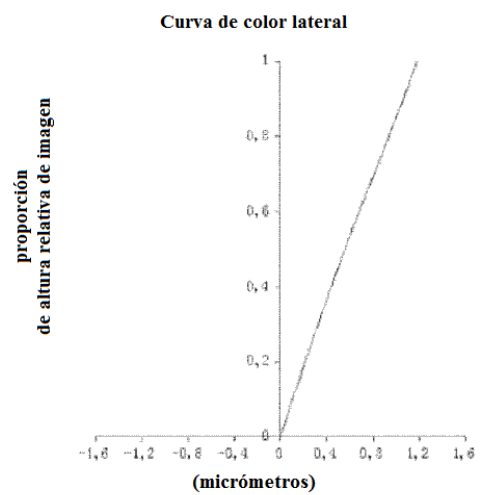


Fig.30

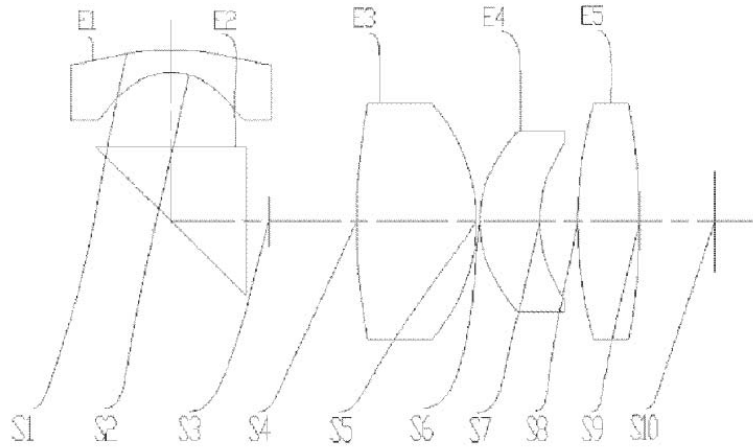


Fig.31

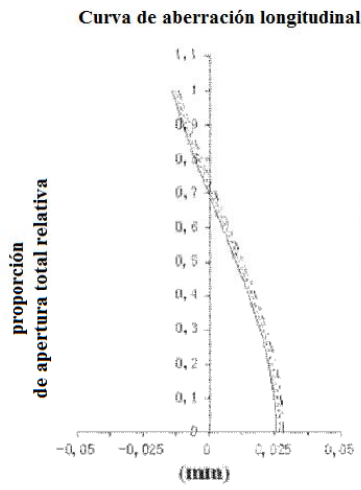


Fig.32

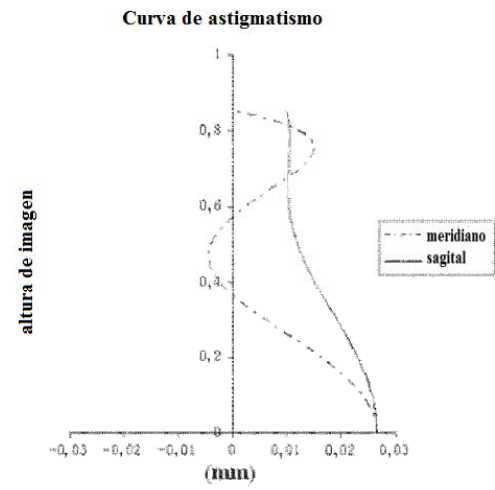


Fig.33

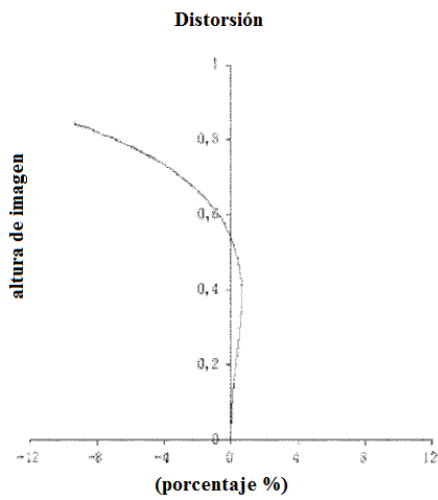


Fig.34

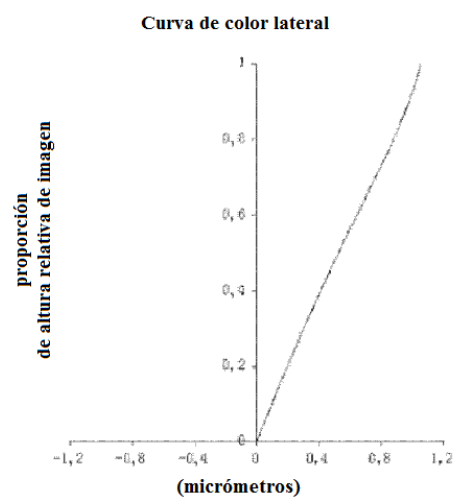


Fig.35

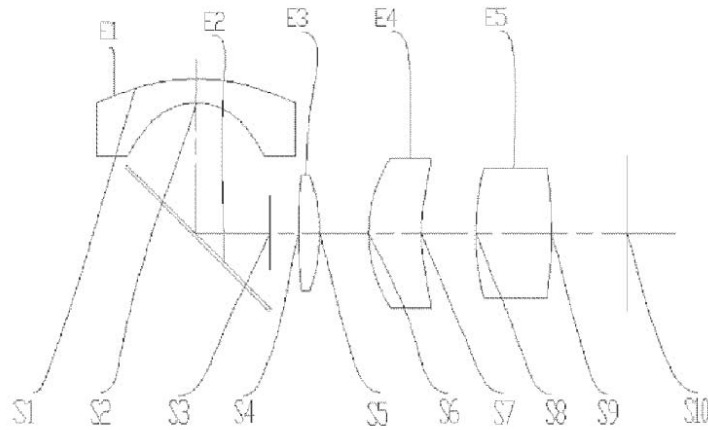


Fig.36

Curva de aberración longitudinal

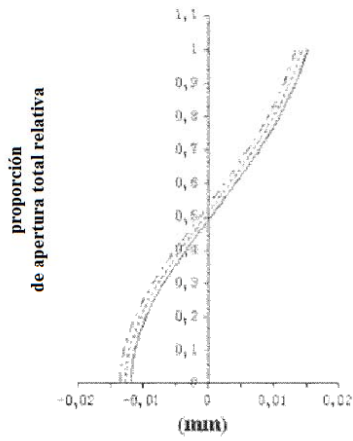


Fig.37

Curva de astigmatismo

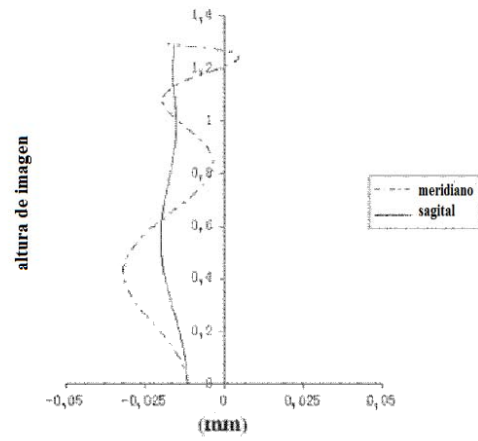


Fig.38

Distorsión

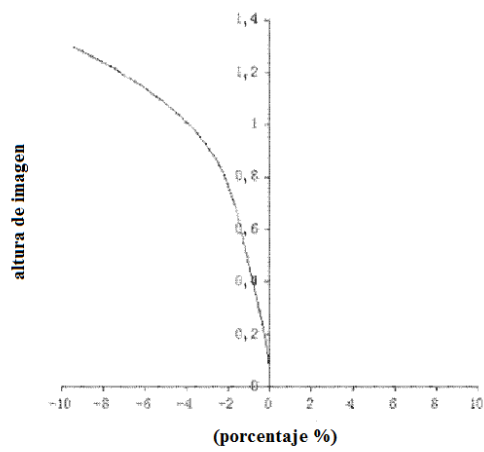


Fig.39

Curva de color lateral

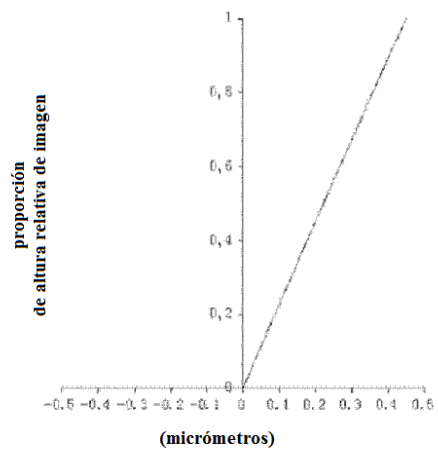


Fig.40