

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 711**

51 Int. Cl.:

**G02B 9/62** (2006.01)

**G02B 13/00** (2006.01)

**G02B 27/00** (2006.01)

**G02B 13/18** (2006.01)

**G02B 13/16** (2006.01)

**G02B 3/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2016** **E 16158823 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 3064976**

54 Título: **Sistema de lentes fotográficas y aparato fotográfico que tiene el mismo**

30 Prioridad:

**06.03.2015 KR 20150031965**

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

**09.02.2021**

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)  
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si  
Gyeonggi-do 16677, KR**

72 Inventor/es:

**SHIN, HYUN-JUN;  
KIM, HAN-EUNG y  
SHIN, JEONG-KIL**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 804 711 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de lentes fotográficas y aparato fotográfico que tiene el mismo

### REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

5 La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Coreana N.º 10-2015-0031965, presentada el 6 de marzo de 2015, en la Oficina Coreana de Propiedad Intelectual.

### Antecedentes

#### 1. Campo técnico

La presente divulgación generalmente se refiere a un pequeño sistema de lente fotográfica y a un aparato fotográfico que incluye el sistema de lente fotográfica.

#### 10 2. Descripción de la técnica relacionada

Las cámaras de dispositivos, tales como terminales portátiles, se han desarrollado para proporcionar múltiples funciones y servicios, como fotografía general, video y videollamadas.

Además, se han desarrollado sensores de imagen con píxeles más pequeños para realizar aparatos fotográficos de alta calidad, de alto rendimiento.

15 Las lentes fotográficas pequeñas, de alta resolución y de alto rendimiento facilitan la reducción del tamaño de los aparatos fotográficos. Sin embargo, es difícil realizar una alta funcionalidad y rendimiento utilizando pocas lentes fotográficas, por ejemplo, solo cuatro o cinco lentes fotográficas. Si se incluyen más lentes en un sistema de lentes fotográficas, se puede mejorar el rendimiento óptico del sistema de lente fotográfica. Sin embargo, es difícil reducir el tamaño del sistema de lentes fotográficas y al mismo tiempo aumentar el número de lentes fotográficas incluidas en el sistema. De este modo, es difícil proporcionar lentes fotográficas delgadas mientras se mejoran las características ópticas, tales como las características de aberración, de las lentes fotográficas.

20 El documento US 2012/0026608 A1 desvela una lente de formación de imágenes que incluye una primera lente que es una lente de menisco negativo que tiene una superficie cóncava que mira hacia el lado de la imagen de la lente de formación de imágenes, una segunda lente que es una lente positiva que tiene una superficie convexa orientada hacia el lado del objeto de la lente de formación de imágenes, una tercera lente que es una lente negativa que tiene una superficie cóncava hacia el lado de la imagen, una cuarta lente que es una lente doblemente convexa, una quinta lente que es una lente de menisco negativo que tiene una superficie cóncava hacia el lado del objeto, y una sexta lente que es una lente negativa, que se disponen en este orden desde el lado del objeto.

30 El documento US 2015/0212296 A1 desvela un conjunto de lente de captura de imagen que incluye, en orden de un lado del objeto a un lado de la imagen, un primer elemento de lente, un segundo elemento de lente, un tercer elemento de lente, un cuarto elemento de lente, un quinto elemento de lente y un sexto elemento de lente.

El documento US 2015/0124333 A1 desvela una lente de formación de imágenes que está constituida sustancialmente por seis lentes, en el que la lente de imagen satisface una fórmula condicional predeterminada.

### Sumario

35 En el presente documento se desvela un pequeño sistema de lentes fotográficas de alto rendimiento.

También se desvela en el presente documento un aparato fotográfico que incluye un pequeño sistema de lente fotográfica de alto rendimiento. La invención se define en el conjunto de reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato fotográfico que comprende: un sistema de lente fotográfica que consiste en: una primera lente que comprende una superficie del lado del objeto convexa hacia un lado del objeto, y una superficie del lado de la imagen cóncava hacia un lado de la imagen, teniendo la primera lente un poder refractivo negativo; comprendiendo una segunda lente una superficie del lado del objeto convexa hacia el lado del objeto y una superficie del lado de la imagen convexa hacia el lado de la imagen, teniendo la segunda lente un poder refractivo positivo; una tercera lente que comprende una superficie del lado de la imagen cóncava hacia el lado de la imagen, teniendo la tercera lente un poder refractivo negativo; comprendiendo una cuarta lente una superficie del lado de la imagen convexa hacia el lado de la imagen y una superficie del lado del objeto cóncava hacia el lado del objeto, teniendo la cuarta lente un poder de refracción negativo o positivo; teniendo una quinta lente un poder refractivo negativo; y una sexta lente que comprende una superficie del lado de la imagen cóncava hacia el lado de la imagen, teniendo la sexta lente un poder de refracción negativo o positivo, en el que las lentes primera a sexta están dispuestas secuencialmente en una dirección desde el lado del objeto hacia el lado de la imagen, y un sensor de imagen ubicado en el lado de la imagen del sistema de lente fotográfica y configurado para recibir una imagen formada por el sistema de lente fotográfica y convertir el imagen en una señal de imagen eléctrica; en el que el aparato fotográfico satisface al menos una de las siguientes expresiones:  $0,65 < TTL/DI < 0,8$  y  $1,2 < TTL/CT < 1,8$ , en el que TTL es una distancia desde la superficie del lado del objeto de la primera lente al

sensor de imagen, DI se refiere a una longitud diagonal del sensor de imagen, y CT se refiere a una suma de espesores centrales de las lentes primera a sexta medidas a lo largo de un eje óptico; y en el que el sistema de lente fotográfica comprende además un tope de apertura dispuesto entre la superficie del lado del objeto de la primera lente y la tercera lente.

- 5 También se desvela un sistema de lente fotográfica que puede incluir: una primera lente que tiene un poder de refracción negativo; una segunda lente que incluye una superficie del lado del objeto convexa hacia un lado del objeto, teniendo la segunda lente un poder refractivo positivo; una tercera lente que incluye una superficie del lado de la imagen cóncava hacia un lado de la imagen, teniendo la tercera lente un poder refractivo negativo; teniendo una cuarta lente un poder de refracción negativo o positivo; teniendo una quinta lente un poder refractivo negativo; y
- 10 una sexta lente que incluye una superficie del lado de la imagen cóncava hacia el lado de la imagen, teniendo la sexta lente un poder de refracción negativo o positivo, en el que las lentes primera a sexta están dispuestas secuencialmente en una dirección desde el lado del objeto al lado de la imagen.

El sistema de lente fotográfica puede satisfacer la siguiente expresión:

<Expresión>

15 
$$0,65 < TTL/DI < 0,8,$$

donde TTL se refiere a una distancia desde una superficie del lado del objeto de la primera lente a un sensor de imagen, y DI se refiere a una longitud diagonal del sensor de imagen.

El sistema de lente fotográfica puede satisfacer la siguiente expresión:

<Expresión>

20 
$$70^\circ < FOV < 80^\circ,$$

donde FOV se refiere a un campo de visión.

El sistema de lente fotográfica puede satisfacer la siguiente expresión:

<Expresión>

25 
$$1,2 < TTL/CT < 1,8,$$

donde TTL se refiere a una distancia desde una superficie lateral del objeto de la primera lente a un sensor de imagen, y CT se refiere a una suma de espesores centrales de las lentes primera a sexta medidas a lo largo de un eje óptico.

El sistema de lente fotográfica puede satisfacer la siguiente expresión:

<Expresión>

30 
$$1,4 < f/f2 < 1,8,$$

donde f denota una longitud focal del sistema de lente fotográfica, y f2 denota una longitud focal de la segunda lente.

El sistema de lente fotográfica puede satisfacer las siguientes expresiones:

<Expresiones>

$$Vd3 < 30;$$

35 
$$Vd4 < 30,$$

donde Vd3 se refiere a un número Abbe de la tercera lente, y Vd4 se refiere a un número Abbe de la cuarta lente.

El sistema de lente fotográfica incluye al menos un además un tope de apertura dispuesto entre la superficie del lado de un objeto de la primera lente y la tercera lente.

Cada una de las lentes primera a sexta puede incluir al menos una superficie esférica.

- 40 Cada una de las lentes primera a sexta puede incluir una lente de plástico.

La superficie del lado de la imagen de la sexta lente puede tener al menos un punto de inflexión.

La primera lente puede tener una forma de menisco convexa hacia el lado del objeto.

También se desvela un sistema de lente fotográfica que puede incluir: una primera lente que tiene un poder de

refracción negativo; teniendo una segunda lente un poder refractivo positivo; teniendo una tercera lente un poder refractivo negativo; teniendo una cuarta lente un poder de refracción negativo o positivo; teniendo una quinta lente un poder refractivo negativo; y teniendo una sexta lente un poder de refracción negativo o positivo, en el que las lentes primera a sexta están dispuestas secuencialmente en una dirección desde el lado de un objeto al lado de una imagen, y el sistema de lente fotográfica satisface la siguiente expresión:

<Expresión>

$$1,4 < f/f_2 < 1,8,$$

donde f denota una longitud focal del sistema de lente fotográfica, y f<sub>2</sub> denota una longitud focal de la segunda lente.

También se desvela un aparato fotográfico que puede incluir: un sistema de lente fotográfica; y un sensor de imagen configurado para recibir una imagen formada por el sistema de lente fotográfica y convertir la imagen en una señal de imagen eléctrica, en el que el sistema de lente fotográfica incluye: una primera lente que tiene un poder de refracción negativo; una segunda lente que incluye una superficie del lado del objeto convexa hacia un lado del objeto, teniendo la segunda lente un poder refractivo positivo; una tercera lente que incluye una superficie del lado de la imagen cóncava hacia un lado de la imagen, teniendo la tercera lente un poder refractivo negativo; teniendo una cuarta lente un poder de refracción negativo o positivo; teniendo una quinta lente un poder refractivo negativo; y una sexta lente que incluye una superficie del lado de la imagen cóncava hacia el lado de la imagen, teniendo la sexta lente un poder de refracción negativo o positivo, en el que las lentes primera a sexta están dispuestas secuencialmente en una dirección desde el lado del objeto al lado de la imagen.

Estos y otros aspectos de la presente divulgación se expondrán en parte en la descripción que sigue y, en parte, será evidente a partir de la descripción, o puede aprenderse mediante la práctica de las realizaciones presentadas.

### **Breve descripción de los dibujos**

Estos y/u otros aspectos serán evidentes y se apreciarán más fácilmente a partir de la siguiente descripción de realizaciones, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIG. 1 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una primera realización numérica;  
 la FIG. 2 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la primera realización numérica;  
 la FIG. 3 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una segunda realización numérica;  
 la FIG. 4 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la segunda realización numérica;  
 la FIG. 5 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una tercera realización numérica;  
 la FIG. 6 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la tercera realización numérica;  
 la FIG. 7 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una cuarta realización numérica;  
 la FIG. 8 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la cuarta realización numérica;  
 la FIG. 9 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una quinta realización numérica;  
 la FIG. 10 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la quinta realización numérica;  
 la FIG. 11 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una sexta realización numérica;  
 la FIG. 12 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la sexta realización numérica;  
 la FIG. 13 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una séptima realización numérica;  
 la FIG. 14 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la séptima realización numérica;  
 la FIG. 15 ilustra un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una octava realización numérica;  
 la FIG. 16 ilustra las aberraciones del sistema de lente fotográfica de acuerdo con la octava realización numérica;  
 y  
 la FIG. 17 es una vista en perspectiva de un aparato fotográfico que incluye un sistema de lente fotográfica de acuerdo con una realización.

### **Descripción detallada**

Ahora se hará referencia detallada a las realizaciones, ejemplos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que los números de referencia similares se refieren a elementos similares en todas partes. A este respecto, las realizaciones presentes pueden tener formas diferentes y no deben interpretarse como limitadas a las descripciones establecidas en el presente documento. Por consiguiente, las realizaciones se describen simplemente a continuación, haciendo referencia a las figuras, para explicar aspectos. Como se usa en el presente documento, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o varios de los asociados enumerados. Expresiones como "al menos uno de" cuando precede a una lista de elementos, modifican la lista completa de elementos y no modifican los elementos individuales de la lista.

Los sistemas de lentes fotográficas y los aparatos fotográficos que incluyen los sistemas de lentes fotográficas se describirán ahora de acuerdo con realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos.

La FIG. 1 ilustra un sistema de lente fotográfica L de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

El sistema de lente fotográfica L puede incluir una primera lente L1 que tiene un poder de refracción negativo, una segunda lente L2 que tiene un poder refractivo positivo, una tercera lente L3 que tiene un poder refractivo negativo, una cuarta lente L4 que tiene un poder de refracción negativo o positivo, una quinta lente L5 que tiene un poder de refracción negativo, y una sexta lente L6 que tiene un poder de refracción negativo o positivo. Las lentes primera a sexta L1 a L6 pueden estar dispuestas secuencialmente en una dirección desde un lado del objeto O al lado de la imagen I.

En la siguiente descripción, el término "lado de la imagen" puede referirse a un lado de un plano de imagen IMG en el que se formará una imagen, y el término "lado del objeto" puede referirse a un lado de un objeto a fotografiar. Por ejemplo, el plano de imagen IMG puede ser una superficie de un dispositivo de imagen o un sensor de imagen. Por ejemplo, el sensor de imagen puede incluir un semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS) o un dispositivo de carga acoplada (CCD). En la siguiente descripción, una superficie del lado del objeto de una lente se refiere a una superficie frente a un objeto a fotografiar, y una superficie del lado de la imagen de una lente se refiere a una superficie frente a un plano de imagen.

Por ejemplo, la primera lente L1 puede tener una superficie del lado del objeto convexa hacia el lado del objeto O. Por ejemplo, la primera lente L1 puede tener una forma de menisco convexa hacia el lado del objeto O. La segunda lente L2 puede tener una superficie del lado del objeto que sea convexa hacia el lado del objeto O. Por ejemplo, la segunda lente L2 puede ser una lente biconvexa.

La segunda lente L3 puede tener una superficie del lado de la imagen que es cóncava hacia el lado de la imagen I. Por ejemplo, la tercera lente L3 puede ser una lente bicóncava o una lente de menisco. La segunda lente L4 puede tener una superficie del lado de la imagen convexa hacia el lado de la imagen I. Por ejemplo, la cuarta lente L4 puede ser una lente de menisco. La quinta lente L5 puede tener una superficie del lado del objeto cóncava o convexa hacia el lado del objeto O. Por ejemplo, al menos una de la superficie del lado del objeto y una superficie del lado de la imagen de la quinta lente L5 puede tener al menos un punto de inflexión. En el presente documento, el término "punto de inflexión" puede referirse a un punto en el que el signo del radio de curvatura de la superficie de una lente cambia de positivo (+) a negativo (-), o de negativo (-) a positivo (+). Además, el término "punto de reflexión" puede referirse a un punto en el que la forma de la superficie de una lente cambia de convexa a cóncava, o de cóncava a convexa. Por ejemplo, la superficie del lado de la imagen de la quinta lente L5 puede ser cóncava o convexa hacia el lado de la imagen I en una región alrededor de un eje óptico del sistema de lente fotográfica L (en una región ubicada alrededor del eje óptico dentro de un radio predeterminado).

La segunda lente L6 tiene una superficie del lado de la imagen que es cóncava hacia el lado de la imagen I. Por ejemplo, al menos una de una superficie del lado del objeto y la superficie del lado de la imagen de la sexta lente L6 puede tener al menos un punto de inflexión. Por ejemplo, en una región alrededor del eje óptico, la superficie del lado del objeto de la sexta lente L6 es convexa hacia el lado del objeto O, y la superficie del lado de la imagen de la sexta lente L6 puede ser cóncava hacia el lado de la imagen I.

Una imagen de objeto puede pasar a través de la primera lente L1, la segunda lente L2, la tercera lente L3, la cuarta lente L4, la quinta lente L5 y la sexta lente L6, y luego pueden ser incidentes en el plano de imagen IMG. Al menos un filtro óptico OF puede estar dispuesto entre la sexta lente L6 y el plano de imagen IMG.

El filtro óptico OF puede incluir al menos uno de los filtros de paso bajo, filtros de infrarrojos (IR) y vidrio de cubierta. Por ejemplo, si el filtro óptico OF incluye un filtro de corte IR, los rayos de luz visible pueden pasar a través del filtro óptico OF, pero los rayos infrarrojos pueden no pasar a través del filtro óptico OF. De este modo, los rayos infrarrojos pueden no alcanzar el plano de imagen IMG. Sin embargo, el sistema de lente fotográfica L puede no incluir filtro óptico.

Además, el sistema de lente fotográfica L puede incluir al menos un tope de apertura ST. Por ejemplo, el tope de apertura ST puede estar dispuesto en al menos una posición entre la superficie del lado del objeto de la primera lente L1 y la tercera lente L3. Por ejemplo, el tope de apertura ST puede estar dispuesto entre la segunda lente L2 y la tercera lente L3.

Cada una de las lentes primera a sexta L1 a L6 puede tener al menos una superficie esférica. Por ejemplo, cada una de las lentes primera a sexta L1 a L6 puede ser una lente esférica doble. En este caso, el sistema de lente fotográfica L puede tener características compactas y de alta resolución. Además, al menos una de las lentes primera a sexta L1 a L6 puede incluir un plástico, material de vidrio o similar. En este caso, los costes de fabricación del sistema de lentes fotográficas L pueden disminuir, y las superficies esféricas pueden formarse fácilmente, por ejemplo, sobre material plástico. Por ejemplo, cada una de las lentes primera a sexta L1 a L6 puede ser una lente de plástico.

En la realización, el sistema de lente fotográfica L puede satisfacer la expresión 1 a continuación:

$$0,65 < TTL/DI < 0,8 \quad < \text{Expresión 1} >$$

En la Expresión 1, TTL se refiere a una distancia desde la superficie del lado del objeto de la primera lente L1 a un sensor de imagen, y DI se refiere a una longitud diagonal de un sensor de imagen. La expresión 1 regula el tamaño

del sistema de lentes fotográficas L, y si el sistema de lentes fotográficas L satisface la Expresión 1, el sistema de lente fotográfica L puede tener un tamaño pequeño y una forma delgada.

Por ejemplo, el sistema de lente fotográfica L puede satisfacer la expresión,  $0,7 < TTL/DI < 0,8$ .

En la realización, el sistema de lente fotográfica L puede satisfacer la expresión 2 a continuación:

5 
$$70^\circ < FOV < 80^\circ \quad \text{<Expresión 2>}$$

En la Expresión 2, FOV se refiere a un campo de visión.

En la realización, el sistema de lente fotográfica L puede satisfacer la expresión 3 a continuación:

$$1,2 < TTL/CT < 1,8 \quad \text{<Expresión 3>}$$

10 En la Expresión 3, TTL se refiere a una distancia desde la superficie del lado del objeto de la primera lente L1 al sensor de imagen, y CT se refiere a la suma de los espesores centrales de las lentes primera a sexta L1 a L6 medidas a lo largo del eje óptico del sistema de lentes fotográficas L. Si el sistema de lente fotográfica L satisface la Expresión 3, el sistema de lentes fotográficas L puede tener distancias y espesores de lente optimizados y, por lo tanto, puede tener una forma delgada.

En la realización, el sistema de lente fotográfica L puede satisfacer la expresión 4 a continuación:

15 
$$1,4 < f/f2 < 1,8 \quad \text{<Expresión 4>}$$

En la Expresión 4, f denota la longitud focal del sistema de lente fotográfica, y f2 denota la longitud focal de la segunda lente L2. Si f/f2 satisface la Expresión 4, la segunda lente L2 dispuesta detrás de la primera lente L1 que tiene un poder de refracción negativo puede tener un poder de refracción positivo relativamente fuerte y, por lo tanto, la aberración esférica puede corregirse fácilmente mediante compensación recíproca.

20 En la realización, el sistema de lente fotográfica L puede satisfacer la Expresión 5 y 6 a continuación:

$$Vd3 < 30 \quad \text{<Expresión 5>}$$

$$Vd4 < 30 \quad \text{<Expresión 6>}$$

25 En las Expresiones 5 y 6, Vd3 se refiere al número de Abbe de la tercera lente L3, y Vd4 se refiere al número de Abbe de la cuarta lente L4. Si las lentes tercera y cuarta L3 y L4 satisfacen respectivamente las Expresiones 5 y 6, la aberración cromática se puede corregir fácilmente.

En las descripciones de los sistemas de lentes fotográficas de acuerdo con las realizaciones, el término "asférico" o "superficie asférica" tiene la siguiente definición.

30 En particular, cuando un eje óptico se establece como un eje x, una dirección perpendicular al eje óptico se establece como un eje y, y la dirección de propagación de los rayos se denota como una dirección positiva, una Expresión 7 puede definir una superficie asférica de una lente. En la Expresión 7, x denota una distancia medida desde el vértice de una lente en la dirección del eje óptico de la lente, y denota una distancia medida desde el eje óptico en una dirección perpendicular al eje óptico, K denota una constante cónica, A, B, C, D, ... denota coeficientes asféricos, y c denota el recíproco (1/R) del radio de curvatura en el vértice de la lente.

<Expresión 7>

35 
$$x = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)c^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + \dots$$

Se pueden proporcionar sistemas de lentes fotográficas diseñados de forma diversa de acuerdo con realizaciones numéricas como se describe a continuación.

40 En las siguientes realizaciones numéricas, las superficies de las lentes están numeradas secuencialmente con S1, S2, S3, ..., Sn en una dirección desde un lado del objeto O al lado de una imagen I. Además, ST se refiere a un tope de apertura, y \* se refiere a una superficie asférica. La longitud de onda de referencia para los índices de refracción es de 587,6 nm.

<Primera realización numérica>

La FIG. 1 ilustra el sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una primera realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la primera realización numérica son los siguientes.

45 En la primera realización numérica, una distancia focal efectiva es de 4,45 mm, la distancia focal f1 de la primera lente L1 es -373.32 mm, la distancia focal f2 de la segunda lente L2 es de 2,85 mm, la distancia focal f3 de la tercera

## ES 2 804 711 T3

lente L3 es -6,186 mm, la distancia focal  $f_4$  de la cuarta lente L4 es 44,836 mm, la distancia focal  $f_5$  de la quinta lente L5 es -200,734 mm, y la distancia focal  $f_6$  de la sexta lente L6 es -11,51 mm.

[Tabla 1]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,077	0,370	1,544	56
S2	1,927	0,076		
S3	1,628	0,686	1,544	56
S4	-27,883	0,031		
S5	10,476	0,268	1,65	21,5
S6	2,877	0,418		
S7	-90,199	0,381	1,65	21,5
S8	-22,073	0,416		
S9	-18,941	0,843	1,535	56
S10	-23,356	0,053		
S11	2,668	0,852	1,535	56
S12	1,654	0,302		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,557		
IMG	Infinito	0,000		

La Tabla 2 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la primera realización numérica.

[Tabla 2]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-0,02999	-6,31857	-2,19124	-171,02738	51,18328	-14,46409	6,31667	13,39985	2,36181	28,78853	-5,22979	-4,42785
A	0,01332	-0,10382	-0,08813	-0,10276	-0,16095	0,02912	-0,05912	-0,03220	0,04145	0,00562	-0,13146	-0,06760
B	-0,08303	0,03781	0,09722	0,40824	0,49508	0,08060	-0,03169	-0,04499	-0,09451	-0,01923	0,06798	0,02706
C	0,12675	-0,08587	-0,14958	-0,94760	-1,10425	-0,10643	0,15089	0,11631	0,05856	0,00181	-0,02843	-0,00829
D	-0,12503	0,27420	0,43651	1,34670	1,54927	0,03123	-0,21302	-0,12135	-0,02289	0,00230	0,00777	0,00168
E	0,07416	-0,37205	-0,61396	-1,22983	-1,45850	0,07270	0,15360	0,08302	0,00500	-0,00106	-0,00120	-0,00022

## ES 2 804 711 T3

En la primera realización numérica descrita anteriormente, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

- 5  
 TTL/DI = 0,79;  
 FOV = 73,9°;  
 TTL/CT = 1,59;  
 f/f2 = 1,561;  
 Vd3 = 21,5; y  
 Vd4 = 21,5

10 La FIG. 2 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la primera realización numérica. Las curvas de campo astigmático incluyen una curvatura de campo tangencial T y una curvatura de campo sagital S.

<Segunda realización numérica>

La FIG. 3 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una segunda realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la segunda realización numérica son los siguientes.

15 En la segunda realización numérica, una distancia focal efectiva es de 4,04 mm, la distancia focal f1 de una primera lente L1 es -11,04 mm, la distancia focal f2 de una segunda lente L2 es de 2,322 mm, la distancia focal f3 de una tercera lente L3 es -6,645 mm, la distancia focal f4 de una cuarta lente L4 es 86,323 mm, la distancia focal f5 de una quinta lente L5 es -200,77 mm, y la distancia focal f6 de una sexta lente L6 es -31,051 mm.

[Tabla 3]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,647	0,231	1,544	56
S2	1,781	0,061		
S3	1,462	0,838	1,544	56
S4	-7,419	0,030		
S5	-65,647	0,268	1,65	21,5
S6	4,634	0,354		
S7	-23,791	0,424	1,65	21,5
S8	-16,827	0,445		
S9	-117,315	0,720	1,535	56
S10	1269,461	0,068		
S11	2,097	0,841	1,535	56
S12	1,602	0,381		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,512		
IMG	Infinito	0,004		

La Tabla 4 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la segunda realización numérica.

[Tabla 4]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1,52423	-1,39149	-0,23061	0,00000	99,99900	-49,86308	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-4,44964	-3,94302
A	-0,02217	-0,07919	-0,08063	-0,12629	-0,12187	0,03710	-0,05930	-0,03820	0,07762	0,05020	-0,11680	-0,05826
B	0,01484	0,05034	0,05000	0,40345	0,49104	0,09063	-0,00109	-0,03600	-0,12019	-0,02933	0,06233	0,02377
C	-0,05846	-0,08769	-0,15126	-0,89852	-1,02982	-0,09525	0,12499	0,11231	0,05137	0,00299	-0,02682	-0,00759
D	0,11753	0,25646	0,41029	1,26062	1,43666	0,01451	-0,17493	-0,10876	0,01177	0,00205	0,00724	0,00157
E	-0,12227	-0,33753	-0,55953	-1,13273	-1,33732	0,06100	0,12327	0,07054	-0,02605	-0,00098	-0,00110	-0,00020

## ES 2 804 711 T3

En la segunda realización numérica descrita anteriormente, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

- 5  
 TTL/DI < 0,774;  
 FOV = 77,7°;  
 TTL/CT = 1,59;  
 f/f2 = 1,74;  
 Vd3 = 21,5; y  
 Vd4 = 21,5

FIG. 4 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la segunda realización numérica.

10 <Tercera realización numérica>

La FIG. 5 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una tercera realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la tercera realización numérica son los siguientes.

15 En la tercera realización numérica, una distancia focal efectiva es de 3,941 mm, la distancia focal f1 de una primera lente L1 es -11,615 mm, la distancia focal f2 de una segunda lente L2 es de 2,29 mm, la distancia focal f3 de una tercera lente L3 es -6,438 mm, la distancia focal f4 de una cuarta lente L4 es -137,226 mm, la distancia focal f5 de una quinta lente L5 es -188,25 mm, y la distancia focal f6 de una sexta lente L6 es -192,967 mm.

[Tabla 5]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,571	0,300	1,544	56
S2	1,752	0,100		
S3	1,441	0,802	1,544	56
S4	-7,396	0,031		
S5	-34,586	0,260	1,65	21,5
S6	4,778	0,332		
S7	-8,139	0,423	1,65	21,5
S8	-9,139	0,409		
S9	18,352	0,644	1,535	56
S10	15,333	0,092		
S11	1,899	0,917	1,535	56
S12	1,550	0,381		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,502		
IMG	Infinito	0,003		

La Tabla 6 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la tercera realización numérica.

[Tabla 6]

Constantes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1,31202	-1,44849	-0,23587	0,00000	99,87680	-51,34598	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-3,69979	-3,43380
A	-0,02088	-0,07987	-0,08063	-0,12572	-0,12243	0,03635	-0,06014	-0,03877	0,08423	0,05090	-0,11612	-0,06080
B	0,01536	0,05084	0,04908	0,40399	0,49026	0,09116	0,00079	-0,03808	-0,11876	-0,02898	0,06238	0,02375
C	-0,05818	-0,08759	-0,15149	-0,89836	-1,03003	-0,09423	0,12487	0,11316	0,05106	0,00301	-0,02683	-0,00758
D	0,11769	0,25638	0,41037	1,26061	1,43683	0,01516	-0,17615	-0,10847	0,01184	0,00205	0,00724	0,00157
E	-0,12221	-0,33759	-0,55940	-1,13276	-1,33706	0,06126	0,12309	0,07054	-0,02597	-0,00098	-0,00110	-0,00020

## ES 2 804 711 T3

En la tercera realización numérica descrita anteriormente, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

- 5  
 TTL/DI < 0,777;  
 FOV = 78,95°;  
 TTL/CT = 1,585;  
 f/f2 = 1,721;  
 Vd3 = 21,5; y  
 Vd4 = 21,5

FIG. 6 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la tercera realización numérica.

10 <Cuarta realización numérica>

La FIG. 7 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una cuarta realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la cuarta realización numérica son los siguientes.

- 15 En la cuarta realización numérica, una distancia focal efectiva es de 3,947 mm, la distancia focal f1 de una primera lente L1 es -11,651 mm, la distancia focal f2 de una segunda lente L2 es de 2,294 mm, la distancia focal f3 de una tercera lente L3 es -6,53 mm, la distancia focal f4 de una cuarta lente L4 es 74,494 mm, la distancia focal f5 de una quinta lente L5 es -200,675 mm, y la distancia focal f6 de una sexta lente L6 es -306,87 mm.

[Tabla 7]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,572	0,300	1,544	56
S2	1,755	0,100		
S3	1,437	0,800	1,544	56
S4	-7,651	0,031		
S5	-37,842	0,260	1,65	21,5
S6	4,797	0,309		
S7	-10,291	0,449	1,65	21,5
S8	-13,291	0,415		
S9	17,817	0,669	1,535	56
S10	15,080	0,071		
S11	1,874	0,926	1,535	56
S12	1,533	0,381		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,494		
IMG	Infinito	0,003		Plano de imagen

La Tabla 8 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la cuarta realización numérica.

[Tabla 8]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1,28594	-1,45204	-0,23663	0,00000	69,30567	-52,78389	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-3,64936	-3,49013
A	-0,02070	-0,07990	-0,08072	-0,12565	-0,12235	0,03587	-0,06029	-0,03884	0,08355	0,05069	-0,11609	-0,06078
B	0,01547	0,05088	0,04897	0,40405	0,49022	0,09127	0,00098	-0,03810	-0,11935	-0,02899	0,06239	0,02376
C	-0,05815	-0,08761	-0,15149	-0,89834	-1,03001	-0,09378	0,12471	0,11334	0,05122	0,00301	-0,02683	-0,00758
D	0,11770	0,25634	0,41041	1,26062	1,43689	0,01553	-0,17645	-0,10863	0,01193	0,00205	0,00724	0,00157
E	-0,12221	-0,33761	-0,55937	-1,13274	-1,33701	0,06139	0,12299	0,07036	-0,02595	-0,00098	-0,00110	-0,00020

## ES 2 804 711 T3

En la cuarta realización numérica, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

- 5  
 TTL/DI < 0,778;  
 FOV = 78,87°;  
 TTL/CT = 1,562;  
 f/f2 = 1,72;  
 Vd3 = 21,5; y  
 Vd4 = 21,5

FIG. 8 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la cuarta realización numérica.

10 <Quinta realización numérica>

La FIG. 9 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una quinta realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la quinta realización numérica son los siguientes.

15 En la quinta realización numérica, una distancia focal efectiva es de 3,93 mm, la distancia focal f1 de una primera lente L1 es -11,655 mm, la distancia focal f2 de una segunda lente L2 es de 2,285 mm, la distancia focal f3 de una tercera lente L3 es -6,434 mm, la distancia focal f4 de una cuarta lente L4 es -58,098 mm, la distancia focal f5 de una quinta lente L5 es -33,708 mm, y la distancia focal f6 de una sexta lente L6 es 23,932 mm.

[Tabla 9]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,579	0,320	1,544	56
S2	1,763	0,100		
S3	1,446	0,804	1,544	56
S4	-7,248	0,033		
S5	-29,623	0,260	1,65	21,5
S6	4,757	0,307		
S7	-20,218	0,443	1,65	21,5
S8	-25,215	0,371		
S9	20,893	0,695	1,535	56
S10	4,538	0,030		
S11	1,606	1,019	1,535	56
S12	1,806	0,381		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,465		
IMG	Infinito	0,002		Plano de imagen

La Tabla 10 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la quinta realización numérica.

[Tabla 10]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1,31563	-1,45082	-0,23638	0,00000	98,90508	-53,34272	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-3,03278	-3,05317
A	-0,02089	-0,07989	-0,08060	-0,12561	-0,12241	0,03605	-0,05975	-0,04025	0,08709	0,04940	-0,11638	-0,06597
B	0,01547	0,05090	0,04899	0,40410	0,49016	0,09117	0,00140	-0,03872	-0,12183	-0,02902	0,06232	0,02369
C	-0,05812	-0,08755	-0,15154	-0,89832	-1,03004	-0,09409	0,12512	0,11299	0,05048	0,00300	-0,02684	-0,00757
D	0,11772	0,25641	0,41036	1,26061	1,43688	0,01524	-0,17627	-0,10853	0,01179	0,00204	0,00724	0,00157
E	-0,12220	-0,33757	-0,55940	-1,13276	-1,33699	0,06115	0,12275	0,07053	-0,02596	-0,00098	-0,00110	-0,00020

## ES 2 804 711 T3

En la quinta realización numérica, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

- 5
- TTL/DI < 0,775;
  - FOV = 79,19°;
  - TTL/CT = 1,566;
  - f/f2 = 1,72;
  - Vd3 = 21,5; y
  - Vd4 = 21,5

La FIG. 10 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la quinta realización numérica.

10 <Sexta realización numérica>

La FIG. 11 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una sexta realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la sexta realización numérica son los siguientes.

15 En la sexta realización numérica, una distancia focal efectiva es de 3,926 mm, la distancia focal f1 de una primera lente L1 es -11,842 mm, la distancia focal f2 de una segunda lente L2 es de 2,281 mm, la distancia focal f3 de una tercera lente L3 es -6,224 mm, la distancia focal f4 de una cuarta lente L4 es 161,007 mm, la distancia focal f5 de una quinta lente L5 es -10,961 mm, y la distancia focal f6 de una sexta lente L6 es 9,715 mm.

[Tabla 11]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,579	0,320	1,544	56
S2	1,763	0,100		
S3	1,446	0,804	1,544	56
S4	-7,248	0,033		
S5	-29,623	0,260	1,65	21,5
S6	4,757	0,307		
S7	-20,218	0,443	1,65	21,5
S8	-25,215	0,371		
S9	20,893	0,695	1,535	56
S10	4,538	0,030		
S11	1,606	1,019	1,535	56
S12	1,806	0,381		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,465		
IMG	Infinito	0,002		Plano de imagen

La Tabla 12 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la sexta realización numérica.

[Tabla 12]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1,34638	-1,47504	-0,23981	0,00000	99,99900	-51,31943	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-1,74259	-1,65943
A	-0,02100	-0,08024	-0,08096	-0,12506	-0,12295	0,03585	-0,05961	-0,04270	0,08880	0,03873	-0,11944	-0,07190
B	0,01595	0,05093	0,04868	0,40444	0,48968	0,09117	0,00354	-0,04082	-0,13622	-0,02948	0,06153	0,02369
C	-0,05800	-0,08739	-0,15162	-0,89831	-1,02998	-0,09405	0,12510	0,11328	0,05460	0,00294	-0,02686	-0,00751
D	0,11774	0,25650	0,41041	1,26055	1,43712	0,01512	-0,17698	-0,10835	0,01333	0,00203	0,00724	0,00157
E	-0,12219	-0,33752	-0,55933	-1,13278	-1,33680	0,06102	0,12302	0,07053	-0,02709	-0,00098	-0,00110	-0,00020

## ES 2 804 711 T3

En la sexta realización numérica, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

$$\text{TTL/DI} < 0,782;$$

$$\text{FOV} = 79,2^\circ;$$

$$\text{TTL/CT} = 1,508;$$

5  $f/f_2 = 1,721;$

$$\text{Vd}_3 = 21,5; \text{ y}$$

$$\text{Vd}_4 = 21,5$$

FIG. 12 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la sexta realización numérica.

10 <Séptima realización numérica>

La FIG. 13 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una séptima realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la séptima realización numérica son los siguientes.

15 En la séptima realización numérica, una distancia focal efectiva es de 4,191 mm, la distancia focal  $f_1$  de una primera lente L1 es -55,871 mm, la distancia focal  $f_2$  de una segunda lente L2 es de 2,689 mm, la distancia focal  $f_3$  de una tercera lente L3 es -5,248 mm, la distancia focal  $f_4$  de una cuarta lente L4 es 14,840 mm, la distancia focal  $f_5$  de una quinta lente L5 es -15,924 mm, y la distancia focal  $f_6$  de una sexta lente L6 es 50,862 mm.

[Tabla 13]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,135	0,328	1,544	56
S2	1,887	0,052		
S3	1,771	0,570	1,544	56
S4	-7,623	0,034		
S5	7,656	0,26	1,642	22
S6	2,32	0,360		
S7	-16,207	0,408	1,640	23
S8	-6,079	0,598		
S9	-69,000	0,609	1,642	22
S10	12,166	0,172		
S11	2,205	0,773	1,535	56
S12	2,105	0,284		
S13	Infinito	0,11	1,517	64,1
S14	Infinito	0,596		
IMG	Infinito	0,099		

La Tabla 14 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la séptima realización numérica.

[Tabla 14]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-2,61348	-6,13457	-2,22540	-173,56965	51,20928	-14,70912	6,31667	13,39985	2,36181	29,10749	-4,81153	-3,82585
A	-0,03018	-0,10370	-0,08830	-0,10276	-0,16099	0,02939	-0,05880	-0,03250	0,04227	0,00388	-0,13375	-0,06807
B	0,01346	0,03769	0,09739	0,40816	0,49521	0,08058	-0,03154	-0,04498	-0,09628	-0,01966	0,06774	0,02674
C)	-0,08295	-0,08595	-0,14946	-0,94767	-1,10409	-0,10696	0,15116	0,11658	0,05869	0,00172	-0,02843	-0,00832
D	0,12677	0,27418	0,43656	1,34668	1,54938	0,03067	-0,21251	-0,12088	-0,02297	0,00230	0,00777	0,00168
E	-0,12504	-037204	-0,61395	-1,22981	-1,45849	0,07285	0,15383	0,08342	0,00483	-0,00106	-0,00120	-0,00022

## ES 2 804 711 T3

En la séptima realización numérica, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

- 5      TTL/DI < 0,769;  
         FOV = 76,7°;  
         TTL/CT = 1,782;  
         f/f2 = 1,559;  
         Vd3 = 22,0; y  
         Vd4 = 23,0

La FIG. 14 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la séptima realización numérica.

10      <Octava realización numérica>

La FIG. 15 ilustra un sistema de lentes fotográficas L de acuerdo con una octava realización numérica, y los datos de diseño para el sistema de lentes fotográficas L de la octava realización numérica son los siguientes.

- 15      En la octava realización numérica, una distancia focal efectiva es de 4,173 mm, la distancia focal f1 de una primera lente L1 es -66,186 mm, la distancia focal f2 de una segunda lente L2 es de 2,722 mm, la distancia focal f3 de una tercera lente L3 es -5,303 mm, la distancia focal f4 de una cuarta lente L4 es 15,272 mm, la distancia focal f5 de una quinta lente L5 es -16,214 mm, y la distancia focal f6 de una sexta lente L6 es 26,483 mm.

[Tabla 15]

Superficies	Radio de curvatura	Distancia o espesor de la lente	Poder de refracción	Número de Abbe
S1	2,285	0,336	1,544	56
S2	2,037	0,062		
S3	1,801	0,577	1,544	56
S4	-7,559	0,019		
S5	7,671	0,279	1,642	22
S6	2,338	0,428		
S7	-16,626	0,591	1,640	23
S8	-6,274	0,482		
S9	-72,363	0,534	1,642	22
S10	12,318	0,128		
S11	2,187	0,712	1,535	56
S12	2,290	0,286		
S13	Infinito	0,110	1,517	64,1
S14	Infinito	0,888		
IMG	Infinito	-0,020		

La Tabla 16 a continuación muestra los coeficientes esféricos en la octava realización numérica.

[Tabla 16]

Coefficientes	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-2,68851	-6,00498	-2,26585	0,00000	51,10229	-13,93871	6,31667	13,39985	2,36181	28,48907	-5,10437	-3,10155
A	-0,03070	-0,10324	-0,08878	-0,10244	-0,16152	0,03056	-0,05990	-0,03134	0,03954	0,00471	-0,13352	-0,06911
B	0,01323	0,03790	0,09716	0,40833	0,49491	0,08135	-0,03222	-0,04450	-0,09418	-0,01985	0,06771	0,02667
C)	-0,08307	-0,08583	-0,14958	-0,94757	-1,10428	-0,10634	0,15087	0,11618	0,06046	0,00174	-0,02842	-0,00832
D	0,12669	0,27425	0,43649	1,34674	1,54924	0,03124	-0,21231	-0,12134	-0,02275	0,00231	0,00777	0,00168
E	-0,12508	-0,37200	-0,61400	-1,22978	-1,45859	0,07336	0,15439	0,08332	0,00490	-0,00106	-0,00120	-0,00022

En la octava realización numérica, los valores de las expresiones 1 a 6 son los siguientes:

$$\text{TTL/DI} < 0,777;$$

$$\text{FOV} = 77,9^\circ;$$

$$\text{TTL/CT} = 1,751;$$

5  $f/f2 = 1,533;$

$$\text{Vd3} = 22,0; \text{ y}$$

$$\text{Vd4} = 23,0$$

La FIG. 16 ilustra la aberración esférica longitudinal, curvas de campo astigmático y distorsión del sistema de lente fotográfica L de acuerdo con la octava realización numérica.

10 Los sistemas de lentes fotográficas L de las realizaciones pueden tener números F bajos y pueden usarse para tomar imágenes brillantes con poca iluminación.

Los sistemas de lentes fotográficas L de las realizaciones se pueden usar en aparatos fotográficos que emplean sensores de imagen. Los sistemas de lentes fotográficas L de las realizaciones pueden aplicarse a varios aparatos fotográficos tales como cámaras digitales, cámaras de lentes intercambiables, videocámaras, cámaras de teléfonos celulares o cámaras de dispositivos móviles pequeños.

15 La FIG. 17 ilustra un aparato fotográfico 100 que incluye un sistema de lente fotográfica L de acuerdo con una realización. La FIG. 17 ilustra un ejemplo no limitativo en el que el aparato fotográfico 100 se aplica a un teléfono móvil.

20 El aparato fotográfico 100 puede incluir: el sistema de lente fotográfica L; y un sensor de imagen 110 configurado para convertir imágenes formadas por el sistema de lente fotográfica L en señales de imagen eléctricas. El sistema de lente fotográfica L puede ser cualquiera de los sistemas de lente fotográfica L descritos con referencia a las FIGS. 1 a 16. Si los sistemas de lentes fotográficas L de las realizaciones se usan en aparatos fotográficos tales como pequeñas cámaras digitales o teléfonos móviles, los aparatos fotográficos pueden tener amplios campos de visión y alto rendimiento fotográfico.

25 Debe entenderse que las realizaciones descritas en el presente documento deben considerarse solo en un sentido descriptivo y no con fines de limitación. Las descripciones de características o aspectos dentro de cada realización deben considerarse típicamente como disponibles para otras características o aspectos similares en otras realizaciones.

30 Si bien se han descrito una o más realizaciones con referencia a las figuras, será entendido por los expertos en la materia que se pueden hacer diversos cambios en la forma y los detalles en el mismo sin apartarse del ámbito definido por las siguientes afirmaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato fotográfico que comprende:

un sistema de lentes fotográficas que consiste en:

una primera lente (L1) que comprende una superficie del lado del objeto convexa hacia un lado del objeto, y una superficie del lado de la imagen cóncava hacia un lado de la imagen, teniendo la primera lente (L1) un poder refractivo negativo;

una segunda lente (L2) que comprende una superficie del lado del objeto convexa hacia el lado del objeto y una superficie del lado de la imagen convexa hacia el lado de la imagen, teniendo la segunda lente (L2) un poder refractivo positivo;

una tercera lente (L3) que comprende una superficie del lado de la imagen cóncava hacia el lado de la imagen, teniendo la tercera lente (L3) un poder refractivo negativo;

una cuarta lente (L4) que comprende una superficie del lado de la imagen convexa hacia el lado de la imagen y una superficie del lado del objeto cóncava hacia el lado del objeto, teniendo la cuarta lente (L4) un poder de refracción negativo o positivo;

una quinta lente (L5) que tiene un poder refractivo negativo; y

una sexta lente (L6) que comprende una superficie del lado de la imagen cóncava hacia el lado de la imagen y la superficie del lado del objeto de la sexta lente (L6) es convexo hacia el lado del objeto, teniendo la sexta lente (L6) un poder de refracción negativo o positivo,

en el que las lentes primera a sexta están dispuestas secuencialmente en una dirección desde el lado del objeto al lado de la imagen, y

un sensor de imagen ubicado en el lado de la imagen del sistema de lente fotográfica y configurado para recibir una imagen formada por el sistema de lente fotográfica y convertir la imagen en una señal de imagen eléctrica; en el que el aparato fotográfico satisface al menos una de las siguientes expresiones:

$$0,65 < TTL/DI < 0,8,$$

y

$$1,2 < TTL/CT < 1,8,$$

en el que TTL es una distancia desde la superficie del lado del objeto de la primera lente (L1) al sensor de imagen, DI se refiere a una longitud diagonal del sensor de imagen, y CT se refiere a una suma de espesores centrales de las lentes primera a sexta medidas a lo largo de un eje óptico; y

en el que el sistema de lente fotográfica comprende además un tope de apertura (ST) dispuesto entre la superficie del lado del objeto de la primera lente (L1) y la tercera lente (L3).

2. El aparato fotográfico de la reivindicación 1, en el que el sistema de lente fotográfica satisface las siguientes expresiones:

$$Vd3 < 30;$$

y

$$Vd4 < 30,$$

y en el que Vd3 se refiere a un número Abbe de la tercera lente (L3), y Vd4 se refiere a un número Abbe de la cuarta lente (L4).

3. El aparato fotográfico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de lente fotográfica satisface la siguiente expresión:

$$1,4 < f/f2 < 1,8;$$

y en el que f denota una distancia focal del sistema de lente fotográfica, y f2 denota una longitud focal de la segunda lente (L2).

4. El aparato fotográfico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada una de las lentes primera a sexta comprende al menos una superficie asférica.

5. El aparato fotográfico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada una de las lentes primera a sexta comprende una lente de plástico.

6. El aparato fotográfico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie del lado de la imagen de la sexta lente tiene al menos un punto de inflexión.

7. El aparato fotográfico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera lente (L1) tiene una forma de menisco convexa hacia el lado del objeto.

FIG. 1

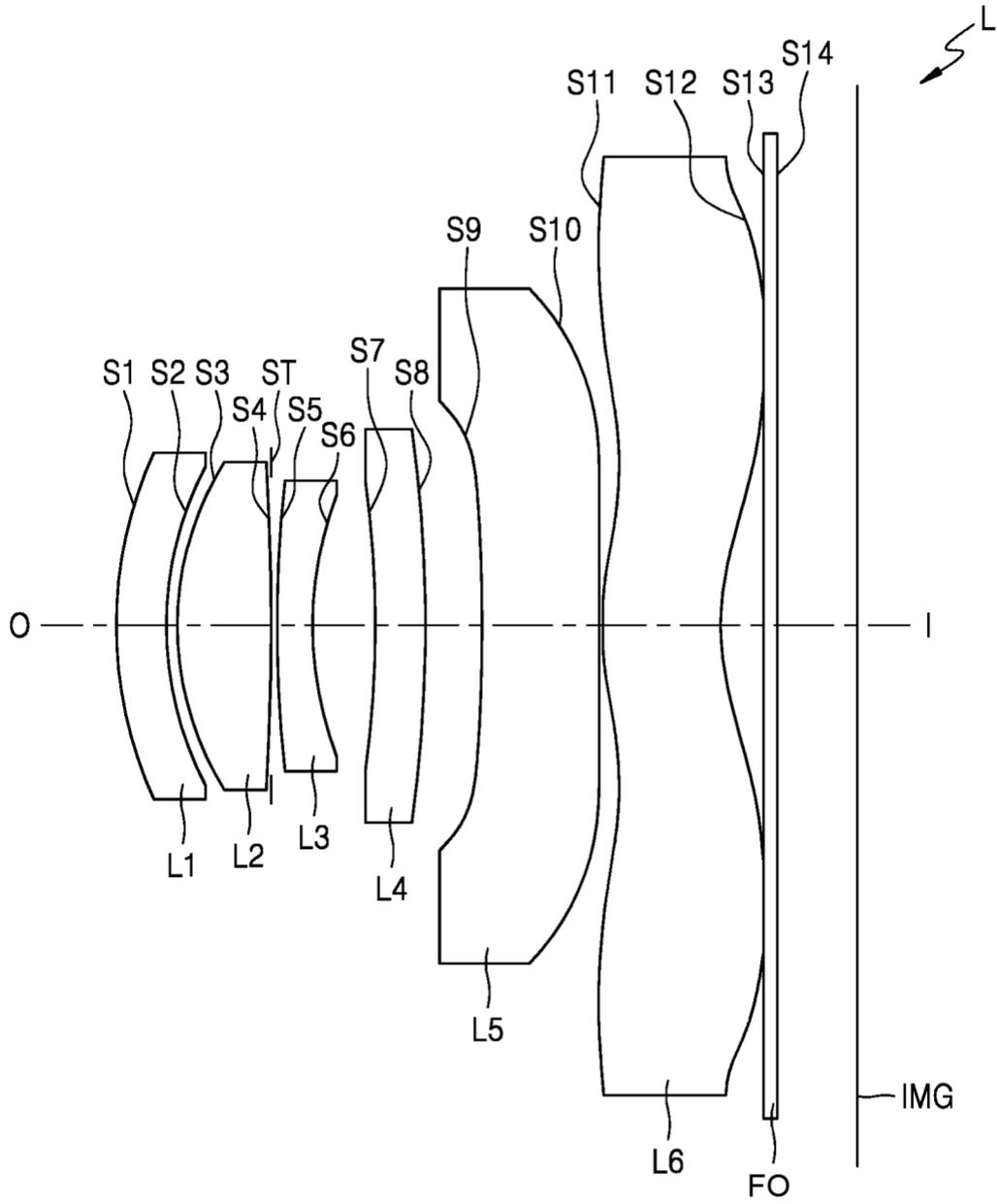


FIG. 2

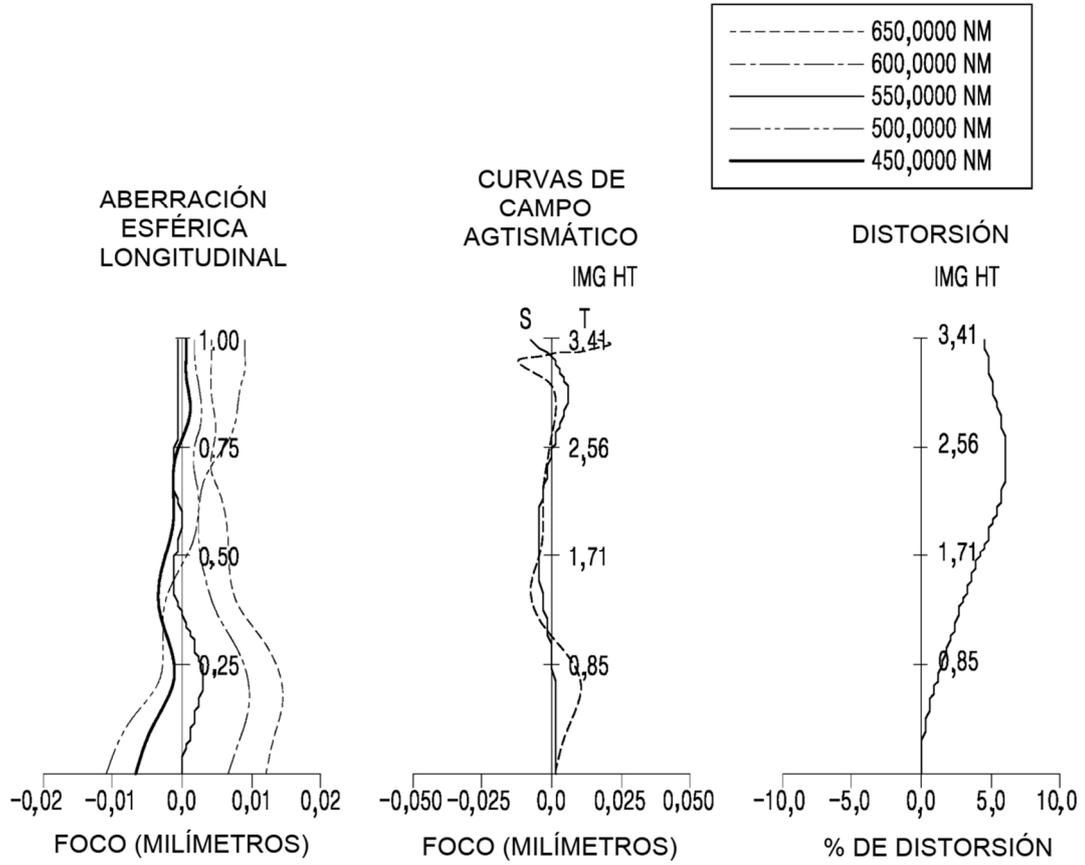


FIG. 3

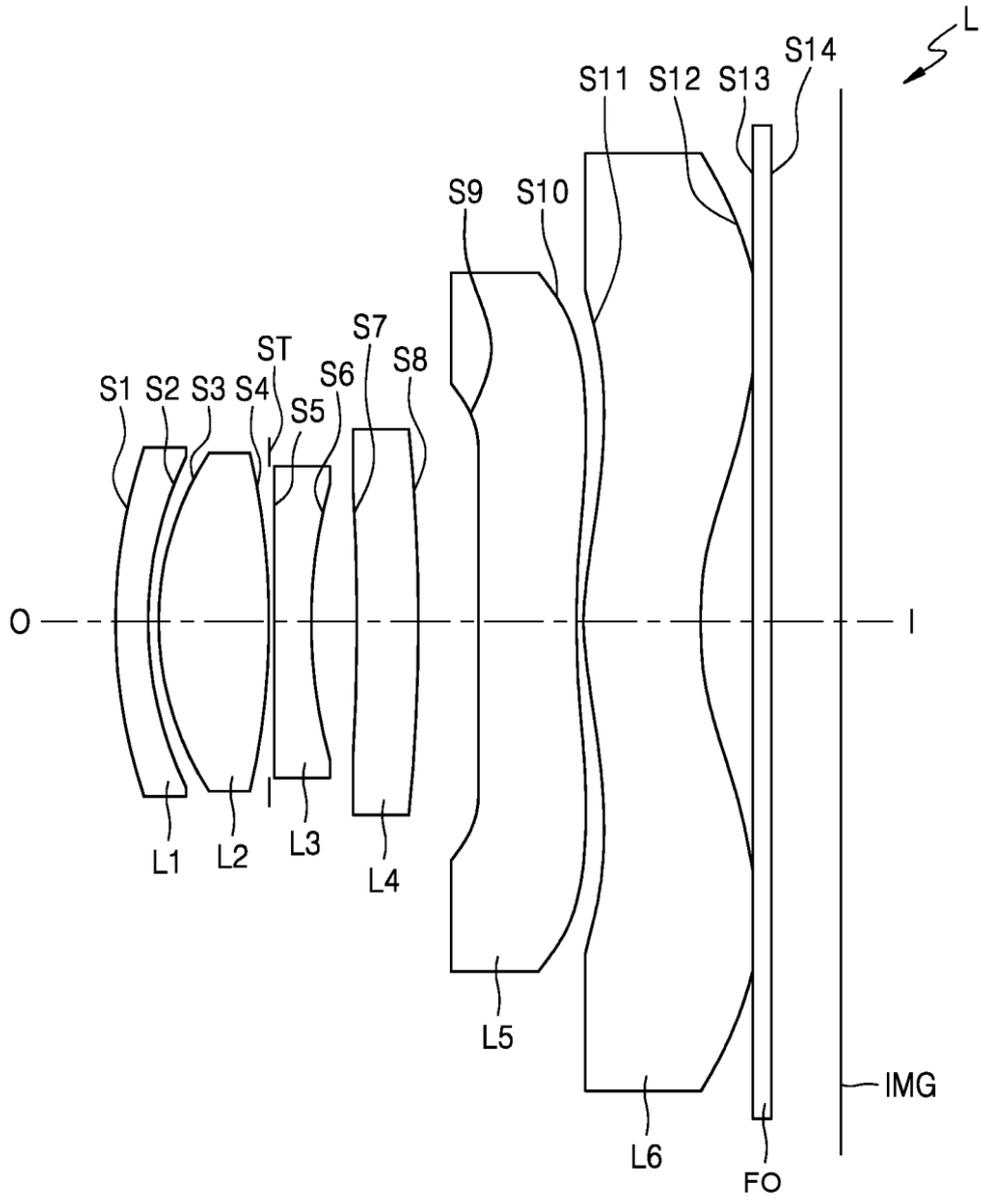


FIG. 4

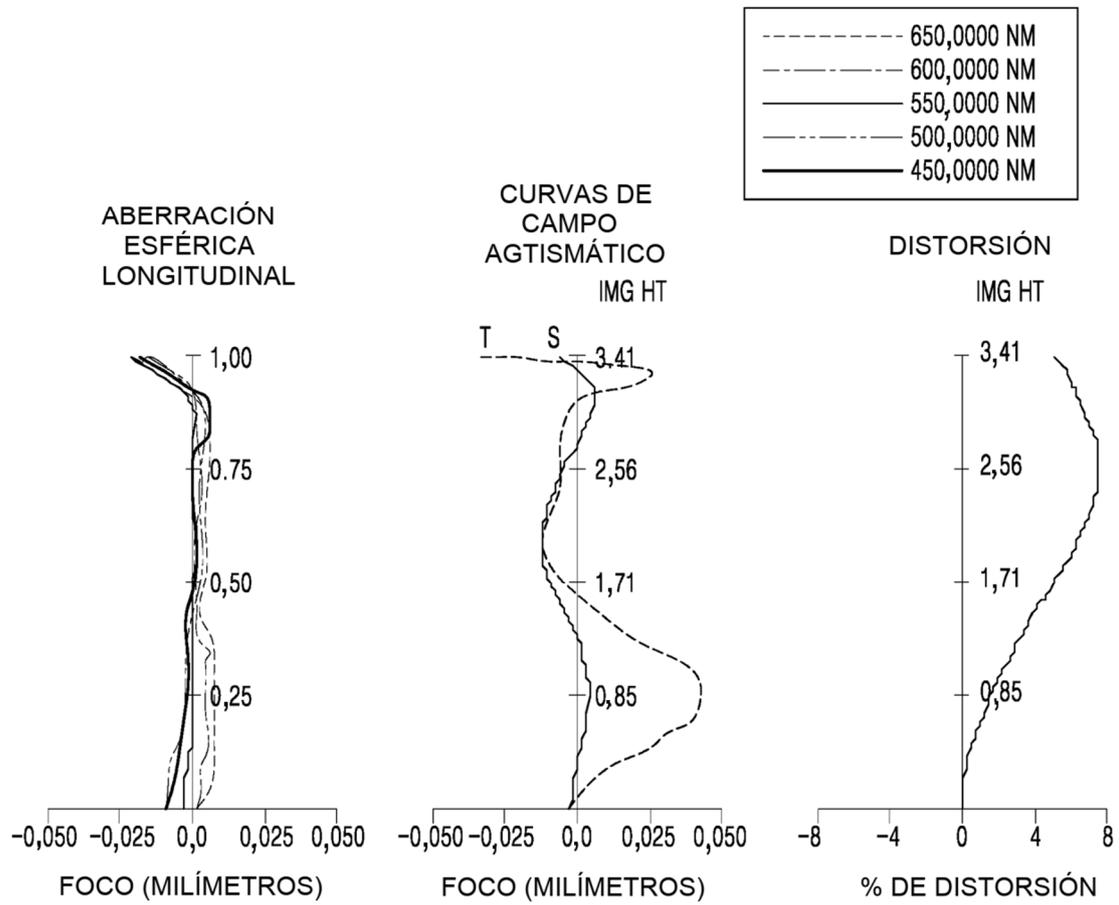


FIG. 5

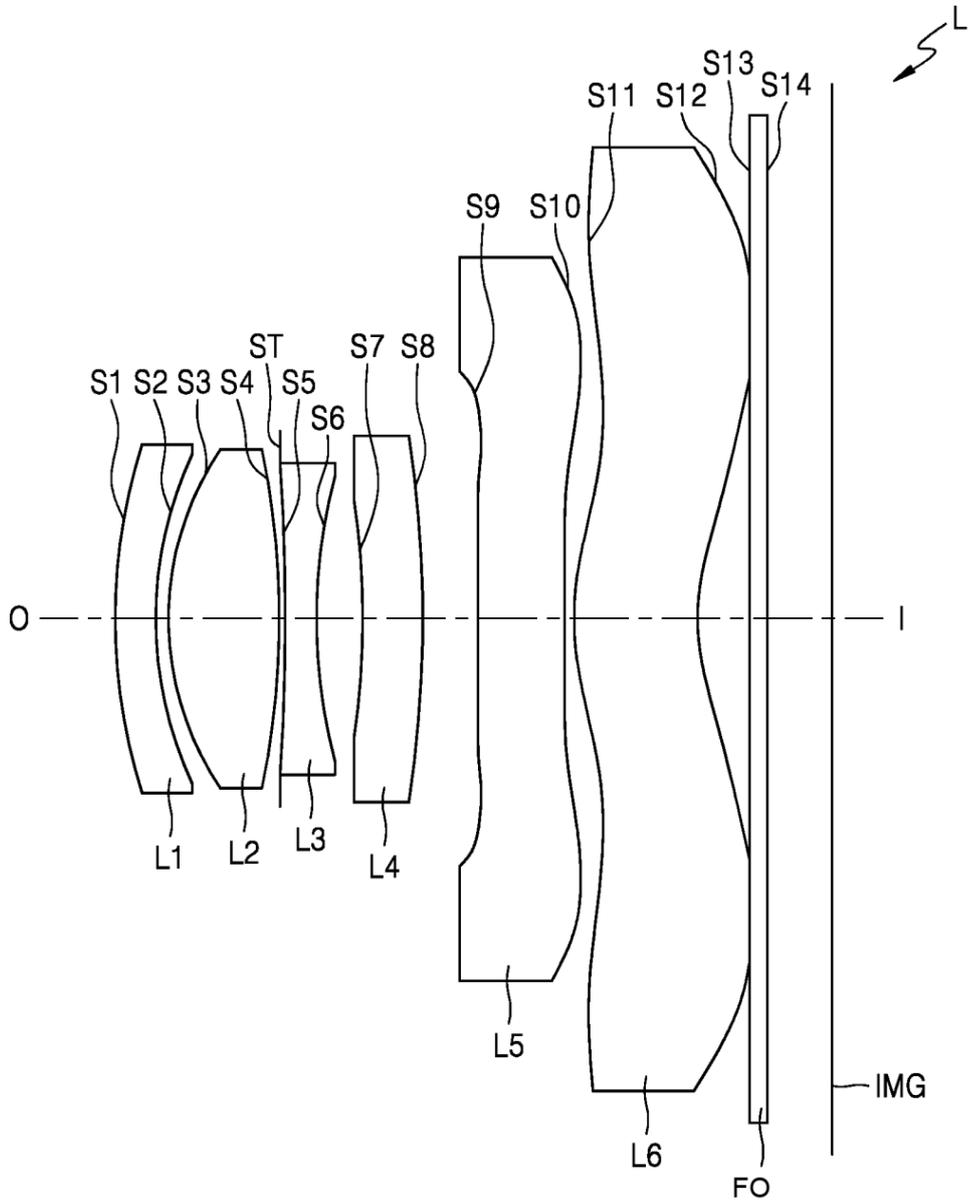


FIG. 6

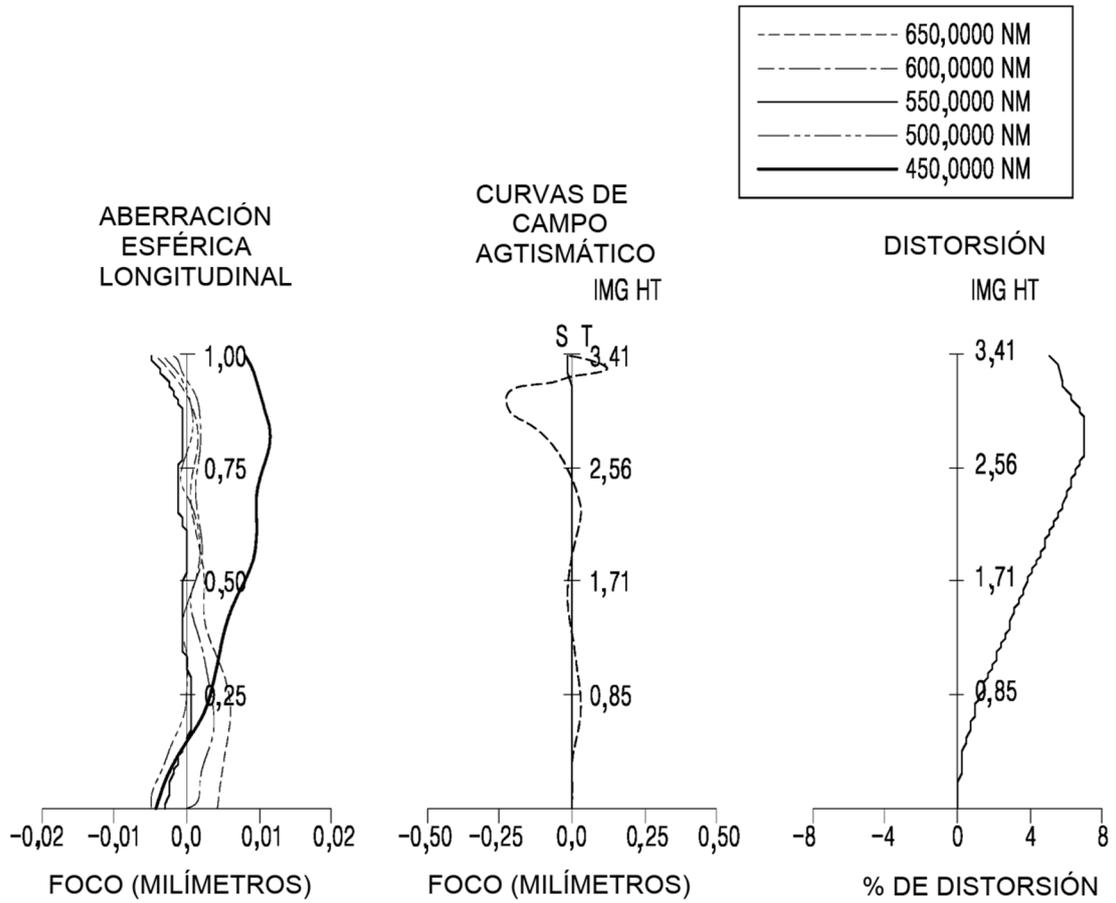


FIG. 7

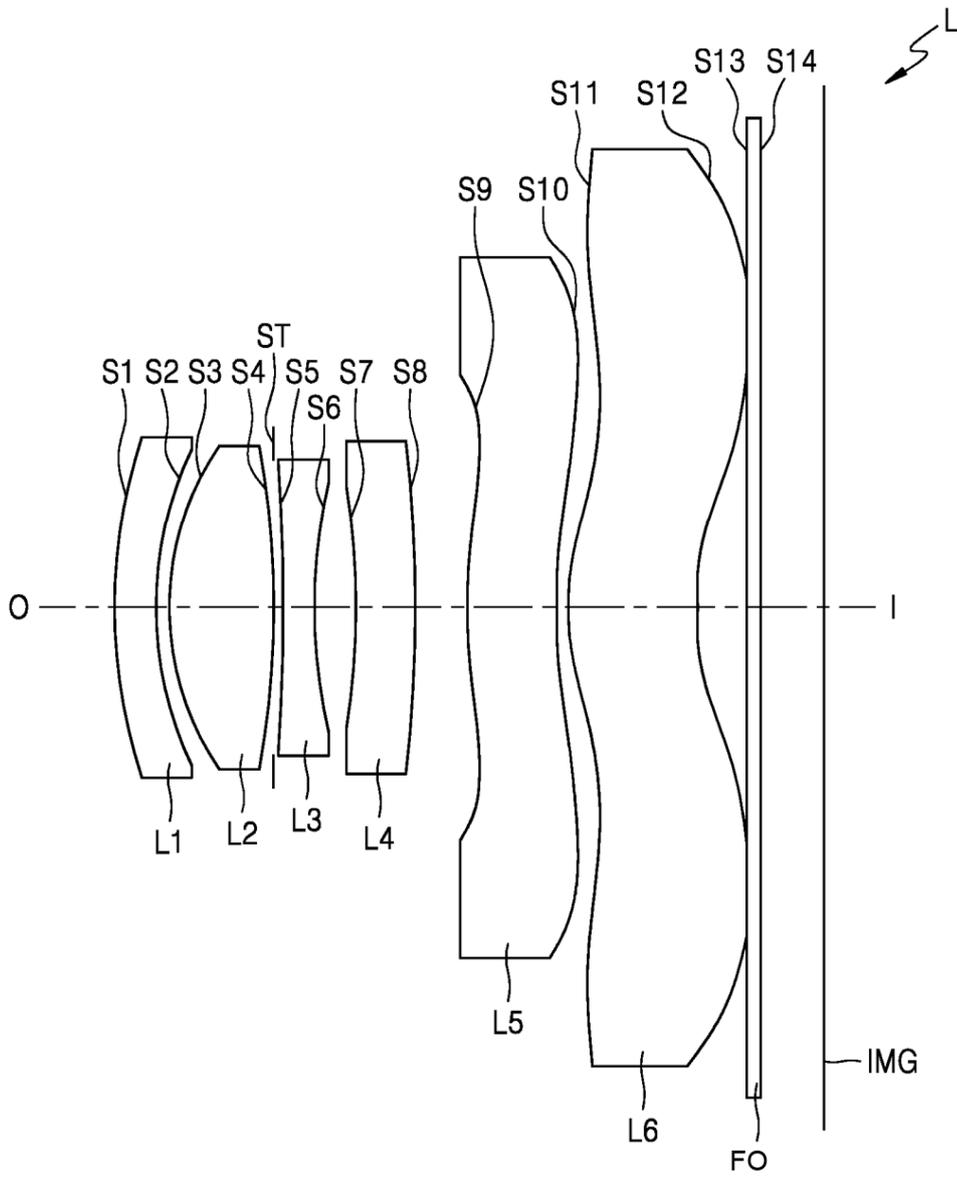


FIG. 8

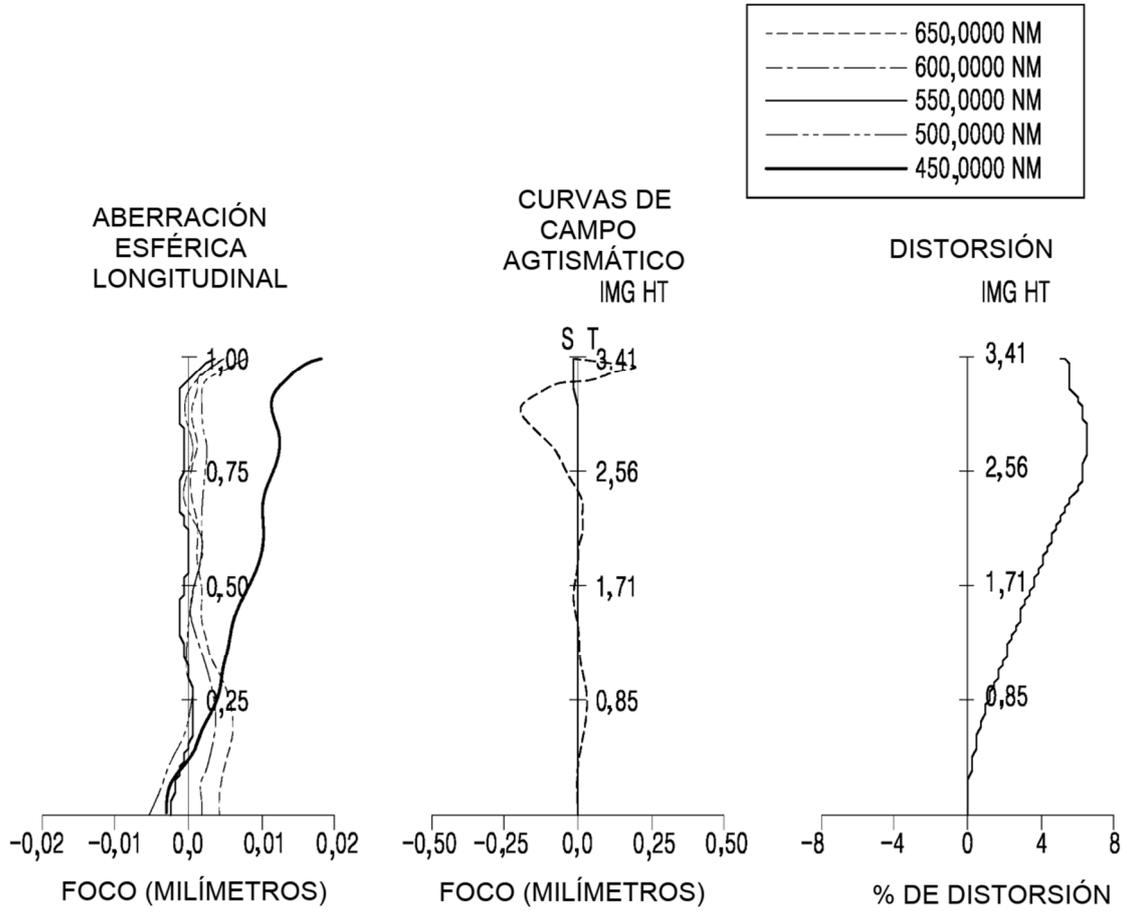


FIG. 9

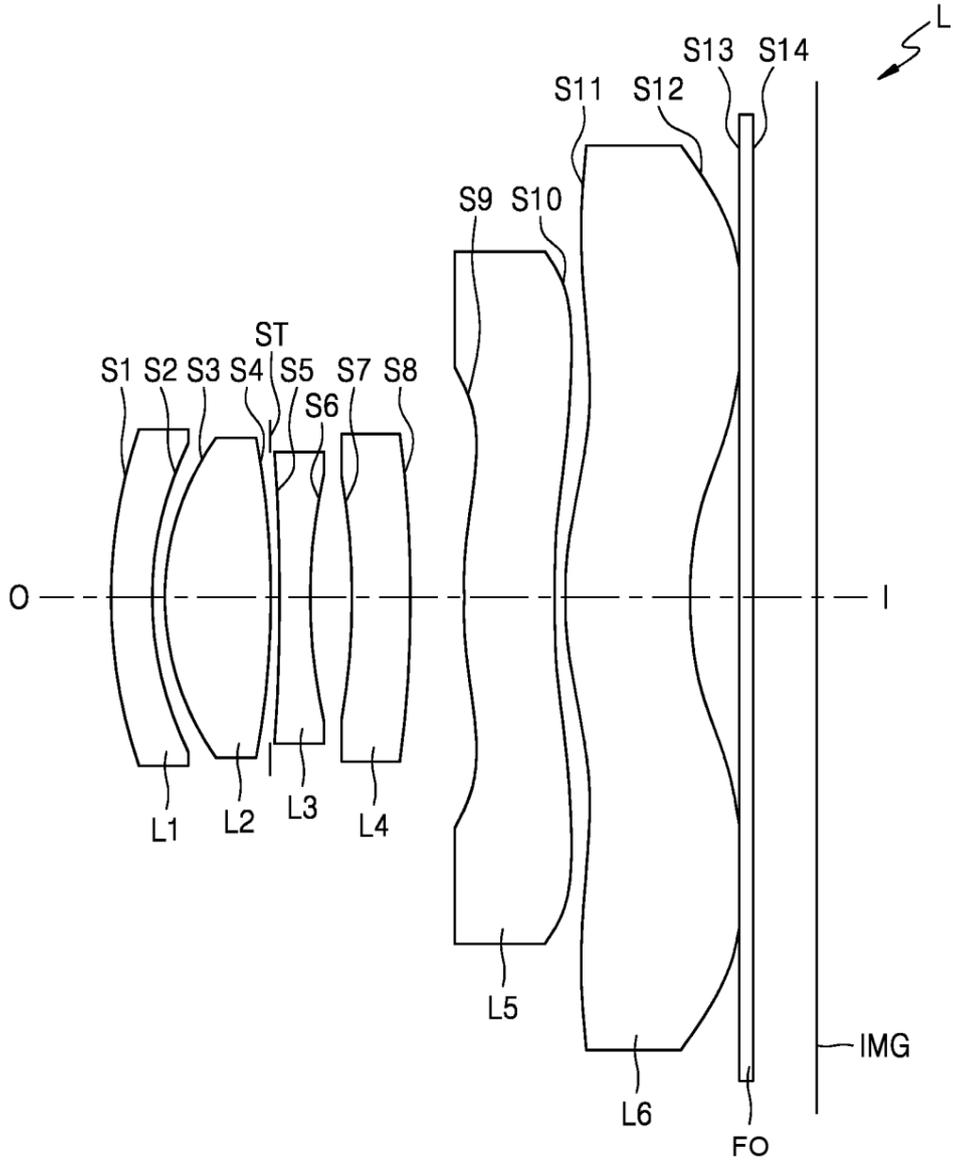


FIG. 10

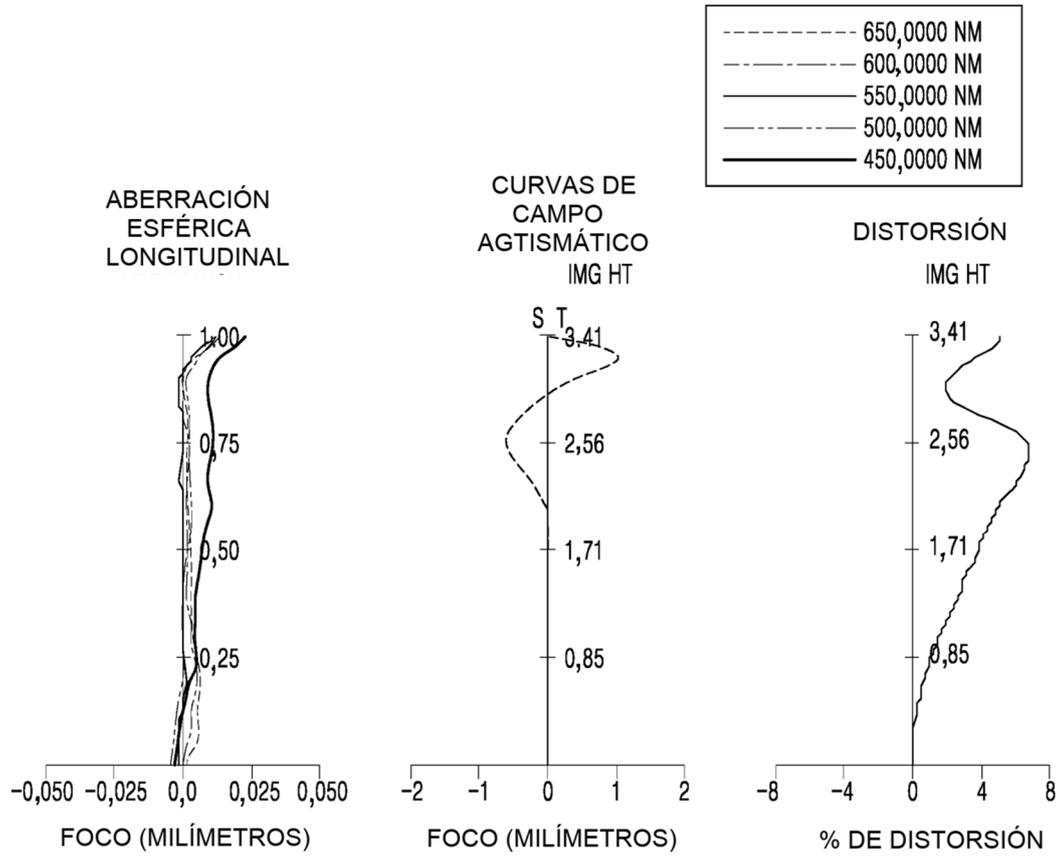


FIG. 11

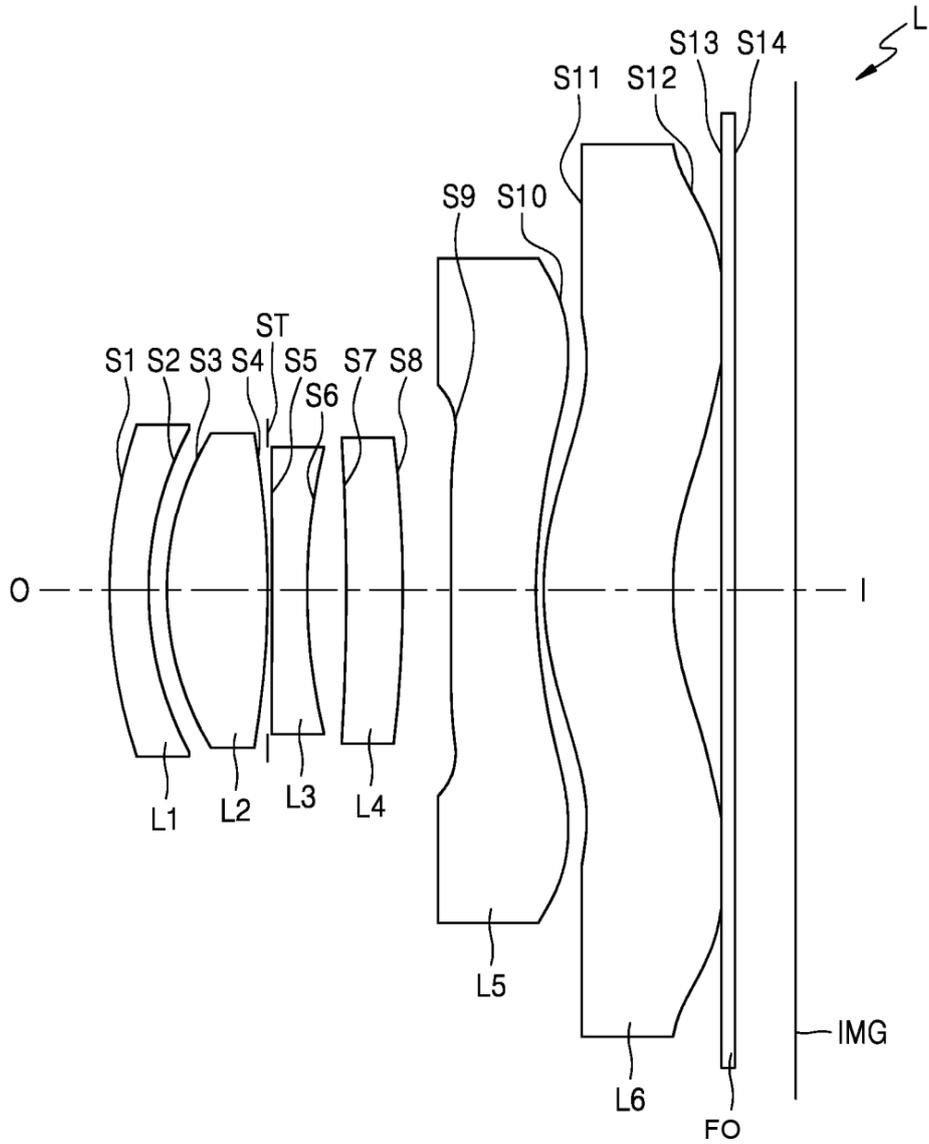


FIG. 12

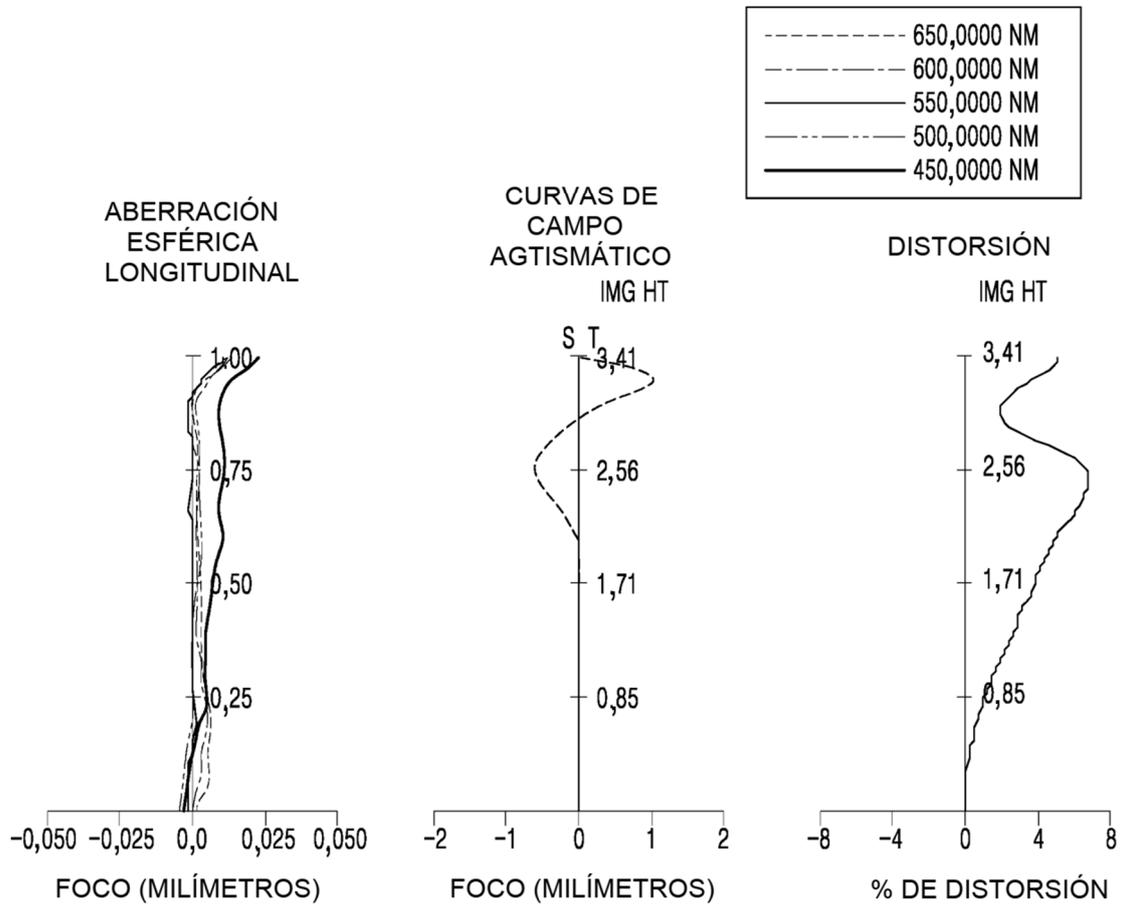


FIG. 13

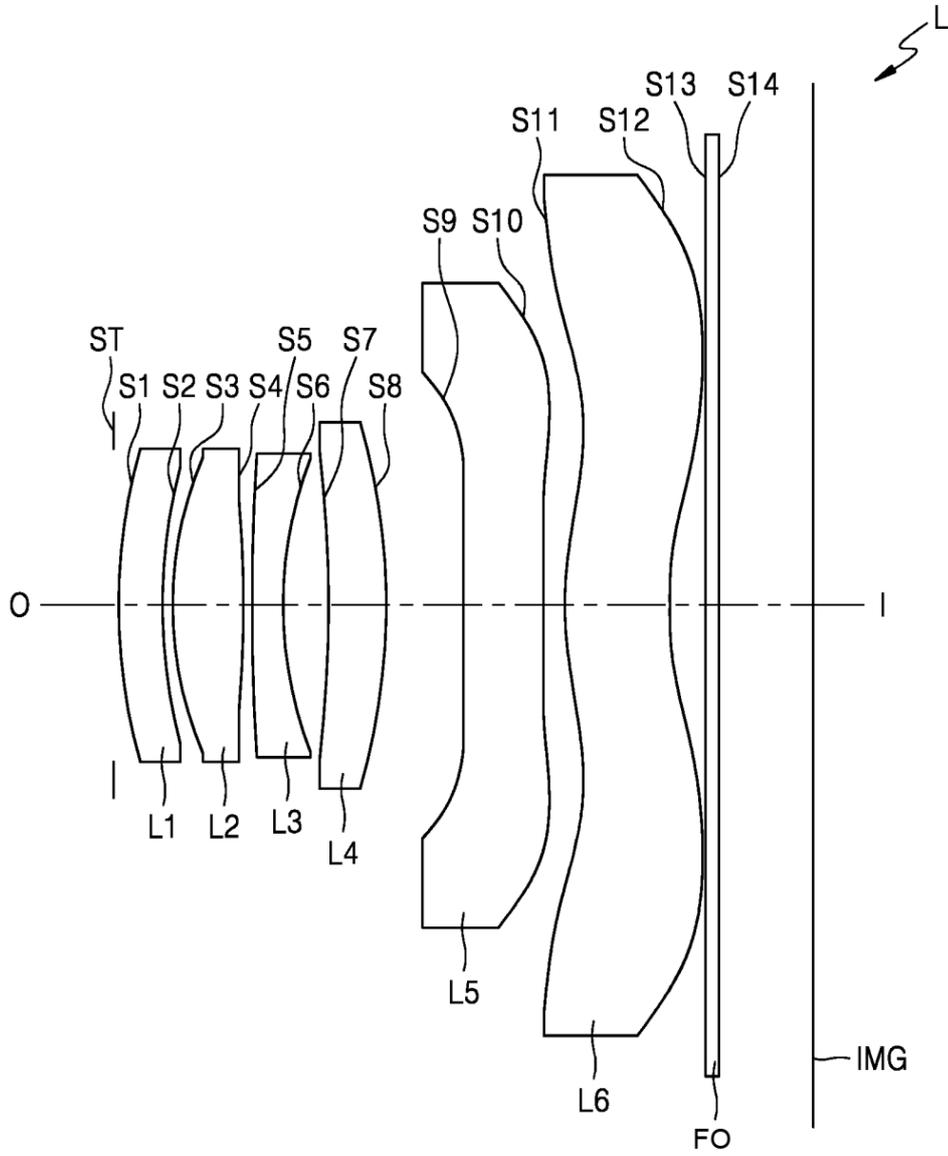


FIG. 14

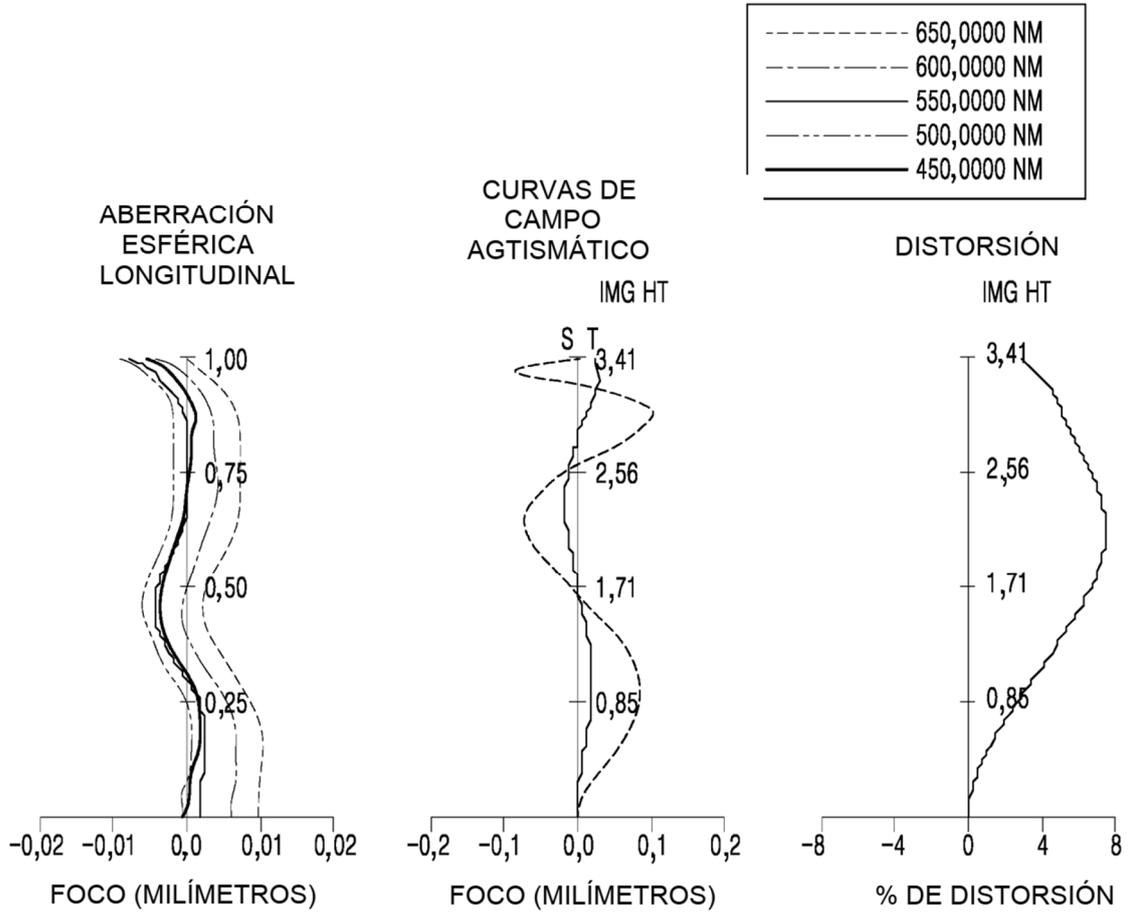


FIG. 15

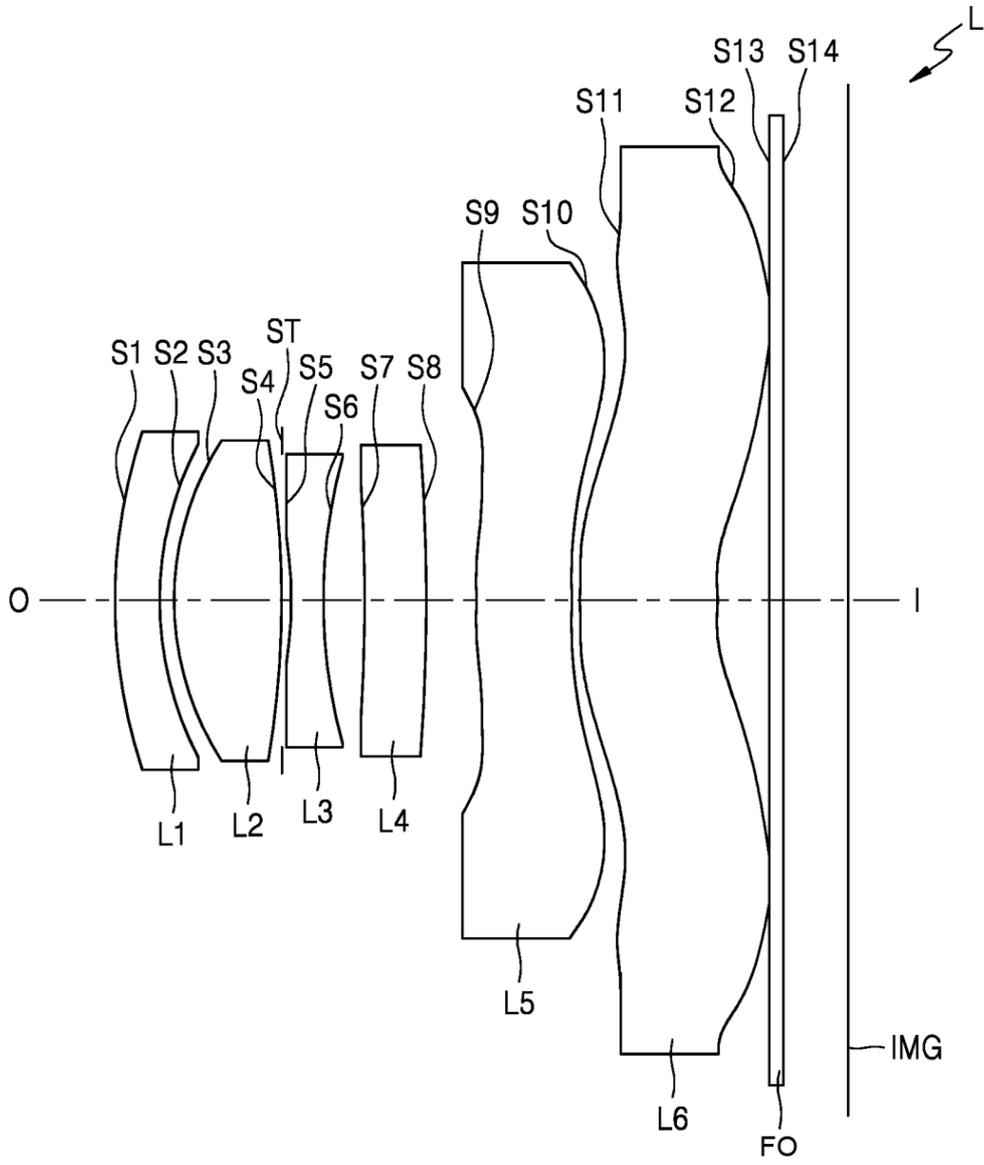


FIG. 16

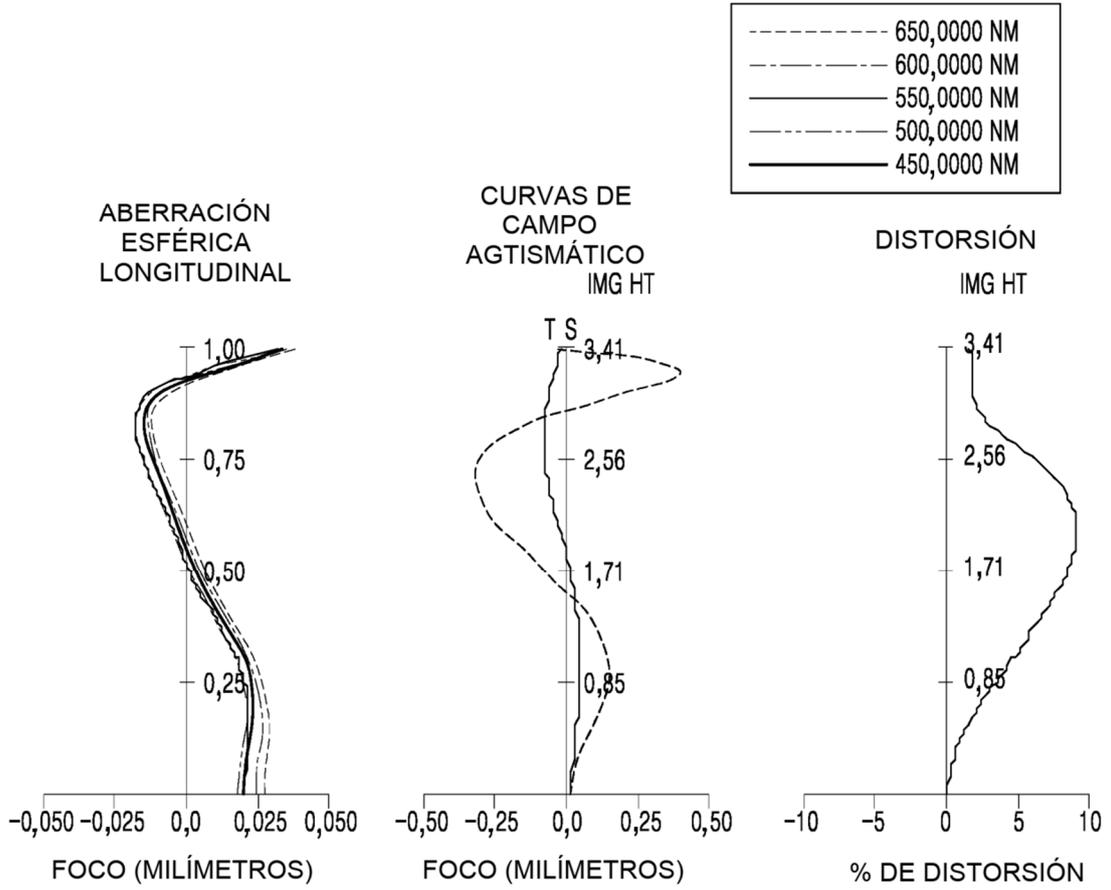


FIG. 17

