

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 978 932**

51 Int. Cl.:

G02C 7/04 (2006.01)

A61F 2/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2014 PCT/NL2014/050691**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2015 WO15050455**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2014 E 14790375 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024 EP 3052983**

54 Título: **Lente oftálmica para corregir el astigmatismo**

30 Prioridad:

04.10.2013 EP 13187458

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

23.09.2024

73 Titular/es:

**OPHTEC B.V. (100.0%)
Schweitzerlaan 15
9728 NR Groningen, NL**

72 Inventor/es:

**BIEMOLD, PETER;
DE HAAS, ERIK y
WASSENBURG, ALFRED WILLEM**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 978 932 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 oftálmica para corregir el astigmatismo

Campo y antecedentes de la invención

5 La invención se refiere a lentes oftálmicas para corregir el astigmatismo para ser utilizadas dentro o sobre el ojo.

10 Un ojo humano sano típico tiene una curvatura esférica sobre todos los meridianos (líneas de intersección con planos en los que se extiende el eje óptico) de la córnea. Un defecto común en el ojo humano es el astigmatismo, que suele ser causado por una diferencia en la curvatura de la córnea sobre meridianos en planos orientados en ángulos diferentes. Por lo general, la mayor diferencia se encuentra entre meridianos en un ángulo de 90° uno respecto al otro. En los ojos jóvenes, la mayor parte de la curvatura suele encontrarse en el meridiano vertical, mientras que en los ojos de más edad, la mayor parte de la curvatura suele encontrarse en el meridiano horizontal; en ambos casos, las orientaciones se refieren a los ojos en la cabeza en una posición vertical normal, por ejemplo, de una persona de pie o sentada.

15 Aproximadamente el 22% de los pacientes con cataratas tienen un astigmatismo corneal de 1.5 D o más. Aproximadamente el 2% tiene un astigmatismo corneal de 4.0 D o más (Zaldanha et al. Postoperative rotation of a 3-piece loop-haptic acrylic intraocular lens. J Cataract and Refr Surg 2009;35:1751-5). Dicho astigmatismo puede ser corregido mediante refracción inversa al astigmatismo a través de lentes intraoculares que tienen una forma tórica. En los ojos fáquicos (en los que está presente el cristalino), el astigmatismo también puede ser corregido mediante lentes intraoculares, tal como las lentes Artiflex tóricas del solicitante, lentes de contacto tóricas o lentes para gafas.

25 A partir de la solicitud de patente europea 0 742 461, se conoce una lente tórica en la que una superficie tórica anterior (anterior) o posterior (posterior) de la lente se construye con radios esféricos en los que una ecuación que incluye la curvatura del vértice apical (inversa del radio en el vértice) y los parámetros de la constante cónica (asfericidad) describe cada uno de los meridianos principales. Así, se obtiene una superficie tórica de la cual los meridianos principales tienen prescripciones diferentes y son esféricos para proporcionar una profundidad de enfoque que permite una desalineación cilíndrica de hasta 20 grados con respecto a las posiciones de referencia de 90 grados o 180 grados, de modo que un número menor de variantes de lentes para diferentes orientaciones cilíndricas es suficiente para adaptarse a las variaciones en la orientación cilíndrica de una población de pacientes. Sin embargo, una compensación de la profundidad de enfoque es la reducción del contraste.

35 En el documento US 2006/0116763 se describe una lente de acuerdo con la porción introductoria de la reivindicación 1. De acuerdo con esta divulgación, las lentes intraoculares esféricas tienen una forma tal que, cuando se implantan en un ojo, la lente y la córnea, en combinación, presentan un contraste de la función de transferencia de modulación (MTF) de pico calculado de al menos aproximadamente 0.25 y una profundidad de campo de al menos aproximadamente 0.75 dioptrías para diámetros pupilares en un rango de aproximadamente 4.5 mm a aproximadamente 5 mm para luz monocromática a una longitud de onda de aproximadamente 550 nm. En una realización, la lente intraocular tiene una o dos superficies refractivas tóricas que exhiben dos potencias ópticas diferentes a lo largo de dos direcciones de superficie ortogonales, cada una con un grado seleccionado de asfericidad tal que una combinación de la lente y el ojo en el que se implanta la lente proporciona no sólo un contraste de imagen útil, sino también una profundidad de campo como se describe para otras realizaciones (no tóricas). La profundidad de campo de un ojo en el que se implanta una lente de este tipo es mucho mayor que la profundidad de campo del ojo natural, como por ejemplo se informa "The depth-of-field of the human eye from objective and subjective measurements"; Susana Marcos, Esther Moreno, Rafael Navarro; Vision Research 39 (1999) 2039-2049.

45 A partir de la solicitud de patente europea 1 903 986 se conoce una lente intraocular con una superficie tórica en su superficie anterior, así como en su superficie posterior. También en esta lente, la forma de los meridianos principales se describe mediante una ecuación que incluye los radios en el vértice y los parámetros de asfericidad. El radio en el vértice y las asfericidades de los meridianos intermedios entre los meridianos principales se determina como una función sinusoidal de los valores respectivos de los meridianos principales, dependiente del ángulo del meridiano intermedio con respecto a los meridianos principales. La fabricación de una lente con superficies tóricas en ambos lados aumenta la complejidad y los costes de fabricación.

55 Las lentes intraoculares tóricas actuales y las lentes de contacto que comprenden superficies tóricas esféricas introducen aberraciones adicionales en el sistema óptico pseudofáquico humano. En particular, dichas aberraciones aumentan con la apertura pupilar cuando una superficie de lente más grande está involucrada en la refracción de la luz sobre la retina. Dado que la apertura pupilar es generalmente más grande en circunstancias de poca luz, esto implica que el contraste se deteriora cuanto más se necesita para una visión adecuada en vista de las condiciones de iluminación desfavorables, por lo que la agudeza visual nocturna y la percepción de la luz se ven afectadas negativamente.

El documento WO2009/017403 describe una lente oftálmica multifocal cuya potencia óptica varía en las direcciones radial y azimutal. Se pueden agregar superficies ópticas adicionales para corregir otras aberraciones, tales como las aberraciones esféricas y el astigmatismo.

5 El documento WO92/06400 describe otra lente multifocal que tiene sectores con potencias ópticas mutuamente diferentes.

Resumen de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar una lente para corregir el astigmatismo para ser utilizado en o sobre el ojo que introduce menos aberraciones que las lentes conocidas actualmente y, en particular, en la que las aberraciones sean más constantes cuando varía el tamaño de la abertura pupilar.

10 De acuerdo con la invención, este objeto se consigue proporcionando una lente de acuerdo con la reivindicación 1.

15 Debido a que los meridianos principales y al menos un meridiano entre los meridianos principales tienen cada uno un factor de forma de Coddington diferente y una asfericidad diferente que está relacionada con el factor de forma de Coddington del meridiano respectivo de acuerdo con una relación que proporciona una refracción neutra de aberración para el meridiano respectivo, se obtiene una lente neutra de aberración cuya potencia dióptrica efectiva es muy constante a lo largo de cada meridiano desde el eje óptico hasta la periferia de la lente y la cantidad de aberraciones varía muy poco con la abertura pupilar determinando sobre qué porción de la superficie de la luz de la lente se refracta a la retina.

20 Las elaboraciones y realizaciones particulares de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Otras características, efectos y detalles de la invención se desprenden de la descripción detallada y de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática en perspectiva de un primer ejemplo de lente de acuerdo con la invención;

25 La Fig. 2 es una vista esquemática en perspectiva de una superficie frontal de la lente de acuerdo con la Fig. 1;

La Fig. 3 es un gráfico de una relación entre el factor de forma de Coddington y la constante cónica de asfericidad para un meridiano neutro de aberración de una lente biconvexa de acuerdo con la invención;

30 La Fig. 4 es un gráfico de una relación entre el factor de forma de Coddington y la constante cónica de asfericidad para un meridiano neutro de aberración de una lente cóncava-convexa de acuerdo con la invención;

La Fig. 5 es un gráfico de los radios del vértice frente al ángulo α de una primera superficie de un ejemplo de una lente de acuerdo con la invención;

La Fig. 6 es un gráfico de radios de vértice frente al ángulo α de una segunda superficie opuesta a la primera superficie de un ejemplo de una lente de acuerdo con la invención;

35 La Fig. 7 es un gráfico de la potencia dióptrica básica frente al ángulo α de una lente resultante de los radios del vértice de acuerdo con las Figs. 5 y 6;

La Fig. 8 es un gráfico del factor de forma Q de Coddington básico frente al ángulo α de una lente resultante de los radios de vértice de acuerdo con las Figs. 5 y 6;

40 La Fig. 9 es una vista ampliada de una porción del gráfico que se muestra en la Fig. 1 que representa el factor K cónico de los valores de asfericidad para obtener un meridiano neutro de aberración frente a los valores del factor de forma de Coddington;

45 La Fig. 10 es un gráfico del factor K cónico de asfericidad frente al ángulo α de una lente resultante del factor de forma Q de Coddington frente al ángulo α de acuerdo con la Fig. 8 y el factor K cónico de valores de asfericidad para obtener un meridiano neutro de aberración frente a los valores del factor de forma Coddington de la Fig. 9; y

La Fig. 11 es un gráfico del hundimiento a 5 mm frente al ángulo de la primera superficie de una forma de superficie de lente de acuerdo con las Figs. 5-10.

Descripción detallada

En las Figs. 1 y 2 se muestra esquemáticamente un ejemplo de una lente 1 de acuerdo con la invención. La lente puede ser una lente de contacto con disposiciones para mantener su orientación alrededor del eje 3 óptico o puede ser provista de hápticos 2 para su colocación en una cámara anterior o posterior de un ojo humano. Las superficies 4, 5 anterior y posterior de la lente intersecan planos en los que el eje 3 óptico se extiende a lo largo de meridianos 6.

Los meridianos están curvados de tal forma que cada meridiano tiene una potencia dióptrica constante sobre toda su longitud dentro de la porción óptica de la lente. La lente puede tener también una porción periférica no óptica, por ejemplo para alisar el grosor de la lente hasta darle una forma de borde con las características deseadas, por ejemplo en relación con la colocación en o sobre el ojo.

En las Figs. 1 y 2 los meridianos principales se extienden vertical y horizontalmente y se designan con los números de referencia 6v y 6h respectivamente. En el presente ejemplo, los planos de los meridianos principales son perpendiculares entre sí, pero los planos de los meridianos 6v, 6h principales también pueden intersectarse en otros ángulos. Los radios del vértice de los meridianos 6v, 6h principales son diferentes entre sí y los radios del vértice de los meridianos 6 intermedios están entre los radios del vértice de los meridianos 6v, 6h principales. En consecuencia, la lente tiene una primera potencia dióptrica sobre el primer meridiano 6v principal y una segunda potencia dióptrica diferente de la primera potencia dióptrica sobre el segundo meridiano 6h principal. Sobre cada meridiano entre el primer y segundo meridianos principales, la lente tiene una potencia dióptrica entre la primera potencia dióptrica y la segunda potencia dióptrica, variando continuamente la potencia óptica en sentido circunferencial de meridiano a meridiano.

Los meridianos 6v, 6h principales y al menos un meridiano 6 entre los meridianos 6v, 6h principales tienen cada uno un factor de forma de Coddington diferente y un grado de asfericidad diferente que está relacionado con el factor de forma de Coddington del meridiano respectivo de acuerdo con una relación que proporciona una refracción neutra de la aberración para el meridiano 6v, 6h, 6 respectivo.

Esto da como resultado una potencia óptica efectiva muy constante en cada meridiano completo y, en consecuencia, una potencia óptica promediada circunferencialmente que es constante desde el eje óptico hasta la periferia del área óptica de la lente. Preferiblemente, el ángulo entre los meridianos principales que están conformados con una asfericidad neutra de aberración que coincide con el factor de forma de Coddington individual de ese meridiano es infinitamente pequeño, de modo que también la asfericidad coincide continuamente con el factor de forma de Coddington para la refracción neutra de aberración en todo el meridiano.

El aspecto de la superficie no es un radio constante sino una forma parecida a la curvatura, ya que la forma de los meridianos cambia continuamente en sentido circunferencial de meridiano a meridiano. El rendimiento óptico es la función integrada de los meridianos y, por lo tanto, se vuelve constante sobre los meridianos.

La inclinación en sentido circunferencial es gradual y cae menos rápidamente desde los niveles más altos que con un diseño de lente basado en el alisamiento entre los meridianos principales más planos y curvos.

Con la lente propuesta, se consigue una agudeza visual con una profundidad focal muy constante al no introducir aberraciones esféricas adicionales (y, en consecuencia, no añadir profundidad focal/profundidad de campo) al sistema pseudofáquico, y con un rendimiento óptico independiente de la abertura pupilar, en particular un alto contraste y resolución a grandes aperturas que suelen asociarse a una baja iluminación, cuando estas propiedades son más importantes para una visión adecuada.

Como se ilustrará en el ejemplo que se expone a continuación, la invención también puede realizarse en una lente multifocal que tenga zonas con diferentes distancias focales de las cuales una o más zonas estén conformadas para la corrección del astigmatismo y con meridianos cuya asfericidad se ajuste al factor de forma de Coddington de dicho meridiano para una refracción neutra de la aberración en todo el meridiano. La invención también puede realizarse en una lente acomodativa.

La forma de los meridianos R₁, R₂ delanteros y las curvaturas R₃, R₄ posteriores orientan la potencia tórica correspondiente, lo que da como resultado una potencia meridiana constante libre de aberraciones para cada meridiano. La potencia óptica total integrada en sentido circunferencial es constante desde el eje óptico hasta el borde exterior de la porción óptica de la lente.

La curvatura de la óptica continua se puede calcular utilizando las siguientes ecuaciones;

Las dimensiones de la superficie sagital (anterior o posterior) se describen utilizando la siguiente ecuación:

$$y_{\alpha} = \pm (x^2 / r_1) / (1 + (1 - (K\alpha + 1) * x^2 / r_1^2)^{0.5}) \quad (1)$$

Dónde:

y_α = altura sagital del punto en el meridiano (varía según el ángulo del meridiano).

x = distancia al eje óptico en cada meridiano

r₁ = radio en el vértice de cada meridiano (varía según la potencia dióptrica)

K_α = constante cónica de cada meridiano (varía según el ángulo del meridiano).

Nota1: y_α puede ser calculado mediante cualquier ecuación que cumpla el efecto neutro de aberración.

5 Nota2: los incrementos de ángulo (α) para los que se calculan las dimensiones de la superficie se eligen tan pequeños como sea necesario para lograr el nivel deseado del efecto neutro de aberración continua.

El valor de conicidad K_α (asfericidad) de cada meridiano está relacionado con la forma óptica:

El factor de forma Coddington para cada meridiano es:

$$Q_{\alpha} = (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \quad (2)$$

10 Nota3: Q_α puede ser calculado mediante cualquier ecuación que describa la variabilidad de la forma.

Donde:

Q_α = Factor de forma Coddington en cada ángulo del meridiano

r₁ = radio del 1er lado (anterior) en cada meridiano

r₂ = radio del segundo lado (posterior) en cada meridiano

15 Para obtener gráficos para K_α como se muestra en las Figs. 3 y 4 se calcula un mejor ajuste a los gráficos trazados para cada ángulo.

Un ejemplo de cómo una forma de una lente de acuerdo con la invención puede ser derivada se discute con referencia a los gráficos mostrados en las Figs. 5-11.

20 Los radios de vértice de las Figs. 5 y 6 son para meridianos con un ángulo α con respecto a un meridiano principal (por ejemplo, vertical) y proporcionan una lente tórica cuya superficie frontal (radio 1) proporciona una corrección cilíndrica de 10D. La superficie posterior es esférica (no tórica) y tiene una sección con una desviación de potencia de -5D entre 100 y 200 grados para mostrar el efecto de los cálculos y para ilustrar la aplicación a una lente multifocal.

25 Los radios anterior y posterior en el vértice de acuerdo con los gráficos mostrados en las Figs. 5 y 6 dan como resultado un gráfico de potencia dióptrica básica sobre los ángulos α como se muestra en la Fig. 7 y un factor de forma Coddington Q sobre los ángulos α como se muestra en la Fig. 8. Para lograr una refracción neutra de aberración sobre cada meridiano, el factor de conicidad K_α debe estar relacionado con el factor de forma Coddington Q de acuerdo con el gráfico que se muestra en la Fig. 9. Aplicado al gráfico del factor de forma Coddington de la Fig. 8, esto da como resultado un gráfico de factor de conicidad K_α sobre los ángulos α como se muestra en la Fig. 10. De este modo, están disponibles los parámetros de radio y conicidad (asfericidad) para calcular la forma neutra de aberración de cada meridiano de la superficie frontal (superficie 1) orientado a cualquier ángulo α. Cuando se aplica, se obtiene una superficie 1 cuya curvatura a 5 mm del eje óptico varía en sentido circunferencial sobre el ángulo α como se muestra en la Fig. 11.

35 Este método de aberración neutra continúa descrito anteriormente es aplicable a meridianos completos, semimeridianos o partes de meridianos.

40 Como puede verse en la Fig. 7, el gráfico de potencia dióptrica sobre los ángulos α tiene forma sinusoidal, aparte de los pasos de potencia óptica en los límites entre las zonas para visión de cerca y de lejos de la lente multifocal de acuerdo con el presente ejemplo. La amplitud del patrón sinusoidal de potencia óptica en función del ángulo meridiano α es la misma, independientemente de la distancia al eje óptico de la lente a lo largo de la cual se mide la potencia óptica. En una lente de acuerdo con la invención, también el perfil cónico transicional del hundimiento a 5 mm del eje óptico de la primera superficie en función del ángulo meridiano α se aproxima a una forma sinusoidal perfecta, como se muestra en la Fig. 11. Esto resulta en áreas con mayor y menor potencia tórica que se extienden sobre áreas de superficies más grandes y anchuras más amplias que en las lentes intraoculares tóricas actuales, de las cuales la amplitud del patrón sinusoidal de potencia óptica en función del ángulo meridiano α es diferente a distintas distancias del eje óptico. Por lo tanto, una lente de acuerdo con la invención es más indulgente a una ligera posición fuera del eje y a la desalineación rotacional de los ejes de corrección de la lente tórica con respecto a los ejes de astigmatismo del ojo. El perfil cónico de transición también evita las perturbaciones visuales debidas a las aberraciones una vez fuera del eje.

50 Una ventaja adicional de una lente de acuerdo con la invención es que se puede conseguir una refracción neutra a la aberración mediante la conformación esférica tórica en un lado y mientras que el otro lado puede

ser plano o de una forma esférica convencional, porque se puede hacer que la asfericidad neutra a la aberración siga las variaciones en el factor de forma causadas por las diferencias en las formas de las superficies anterior y posterior. Las lentes con una superficie plana o esférica en un lado pueden fabricarse más fácilmente que las lentes con una superficie tórica o tórica y asférica en ambos lados.

5 Además, la invención permite dar forma a una lente multifocal de una manera relativamente sencilla formando zonas asféricas con radios diferentes en una primera superficie y proporcionando una asfericidad neutra a la aberración en la superficie opuesta, que se ajusta a los cambios en el factor de forma de Coddington en la transición entre las zonas con radios diferentes en la primera superficie. De este modo pueden reducirse o evitarse aberraciones adicionales debidas a zonas con distancias focales diferentes.

10 **Ejemplo comparativo**

Para comparar intraoperatoriamente el efecto de desalineación de una lente de acuerdo con la invención se comparó cualquier lente tórica convencional, una lente de acuerdo con la invención con una lente convencional (una lente "Lentis Toric", disponible comercialmente en Oculentis GmbH, Berlín, Alemania) sobre la refracción mediante aberrometría intraoperatoria de frente de onda.

15 En un estudio prospectivo, aleatorizado y comparativo, los pacientes con catarata y astigmatismo corneal preexistente se sometieron a una cirugía de cataratas de rutina con implantación bilateral de una lente intraocular tórica.

20 Se utilizó la aberrometría de frente de onda intraoperatoria, realizada con un sistema de análisis refractivo Optiwave (ORA), para evaluar el efecto de la desalineación del lente en la reducción del cilindro, después de lo cual se rotaron las lentes al eje previsto y se completó la cirugía.

25 Se fijó como objetivo la emetropía. La refracción intraoperatoria se midió a 10°, 5° y 0° de desalineación utilizando el aberrómetro de frente de onda del sistema ORA (WaveTec Vision Systems, Aliso Viejo, CA, EE.UU.). Se evaluaron las agudezas visuales a distancia no corregidas (UDVA) y corregidas (CDVA), la refracción y la desalineación del lente un mes después de la operación. La desalineación postoperatoria del lente se evaluó utilizando un analizador de frente de onda KR-1W (Topcon, Tokio, Japón).

La implantación de lentes intraoculares tóricas en 10 ojos de cada subgrupo dio como resultado una desalineación rotacional media de 1.6° con la lente de acuerdo con la invención y una desalineación rotacional media de 2.2° con la lente Lentis Toric.

30 Convencionalmente, cada grado de desalineación rotacional de una lente intraocular resulta en una disminución de la corrección del astigmatismo de alrededor del 3.3%. Si una lente intraocular tórica está desalineada en un 10°, el astigmatismo permanecerá subcorregido en un 33%. Si una lente intraocular tórica está desalineada en un 30°, normalmente no se consigue ninguna corrección del astigmatismo.

Esta relación conocida entre la subcorrección y desalineación también se encontró en la lente Lentis Toric con desalineaciones rotacionales de 10° (33% de subcorrección) y 5° (16% de subcorrección).

35 Una desalineación rotacional de la lente de acuerdo con la invención de 10° resultó en una subcorrección media de astigmatismo del 18%, en lugar del 33% como se esperaba de una lente intraocular tórica convencional, y la subcorrección media a una desalineación rotacional de 5° fue del 9%, en lugar del 17% como se esperaba de una lente intraocular tórica convencional.

REIVINDICACIONES

1. Una lente oftálmica para llevar en o sobre de un ojo humano para la corrección refractiva del astigmatismo, la lente (1) tiene un eje (3) óptico, una superficie (4) anterior y una superficie (5) posterior, siendo la superficie (4) anterior o la superficie (5) posterior plana o de forma esférica, y teniendo la superficie anterior y la superficie (4, 5) posterior una forma tal que al menos una zona de dicha lente tiene:
- 5 una primera potencia dióptrica sobre un primer meridiano (6v) principal; y
- una segunda potencia dióptrica diferente de dicha primera potencia dióptrica sobre un segundo meridiano (6h) principal que se cruza con dicho primer meridiano (6v) principal;
- 10 en donde la superficie anterior y las superficies posteriores (4, 5) tienen una forma tal que al menos dicha zona de dicha lente tiene una potencia dióptrica entre dicha primera potencia dióptrica y dicha segunda potencia dióptrica sobre cada meridiano (6) entre dichos meridianos (6v, 6h) principales primero y segundo, variando dicha potencia óptica continuamente de meridiano a meridiano;
- caracterizada porque
- 15 los meridianos (6v, 6h) principales y cada meridiano (6) entre los meridianos (6v, 6h) principales tienen cada uno un factor de forma de Coddington diferente y una asfericidad diferente que está relacionada con el factor de forma de Coddington del meridiano (6, 6v, 6h) respectivo de acuerdo con una relación de acuerdo con la Fig. 3 o Fig. 4 que proporciona una refracción neutra de aberración esférica para el meridiano (6, 6v, 6h) respectivo, en donde la Fig. 3 se refiere a un caso en el que la lente (1) es una lente biconvexa, y en donde la Fig. 4 se refiere a un caso en el que la lente (1) es una lente cóncava-convexa, y en donde:
- 20
$$y_{\alpha} = \pm (x^2 / r_1) / (1 + (1 - (K_{\alpha} + 1) * x^2 / r_1^2)^{0.5}),$$
- donde:
- y_{α} = altura sagital de un punto sobre el meridiano respectivo,
- x = distancia al eje (3) óptico en cada meridiano,
- r_1 = radio en el vértice de cada meridiano, y
- 25 K_{α} = constante cónica de asfericidad de cada meridiano.
2. Una lente de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la opuesta (5, 4) de la superficie (4, 5) anterior o posterior plana o esférica tiene un perfil cónico cuyo hundimiento a 5 mm del eje (3) óptico es una función sinusoidal del ángulo meridiano α .
3. Una lente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la superficie (4) anterior o la superficie (5) posterior tiene una primera zona que es plana o de una forma esférica y una segunda zona que es plana o de una forma esférica, teniendo la primera zona un radio de curvatura diferente al de la segunda zona.
- 30 4. Una lente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la potencia dióptrica varía sobre ángulos α entre la primera potencia dióptrica sobre el primer meridiano (6v) principal y la segunda potencia dióptrica sobre el segundo meridiano (6h) principal como al menos una función sinusoidal, siendo la amplitud de dicha función la misma para potencias ópticas medidas a diferentes distancias del eje (3) óptico.
- 35 5. Una lente de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 4, en donde la potencia dióptrica varía sobre los ángulos α como una función sinusoidal en cada una de dichas zonas primera y segunda.

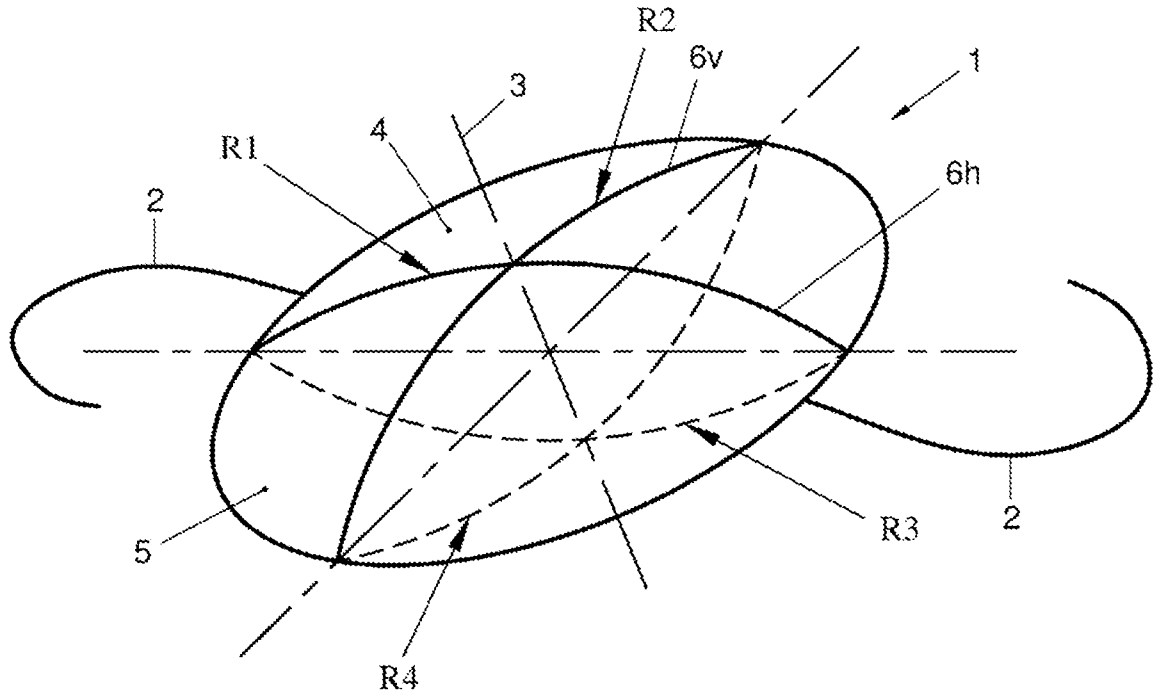


Fig. 1

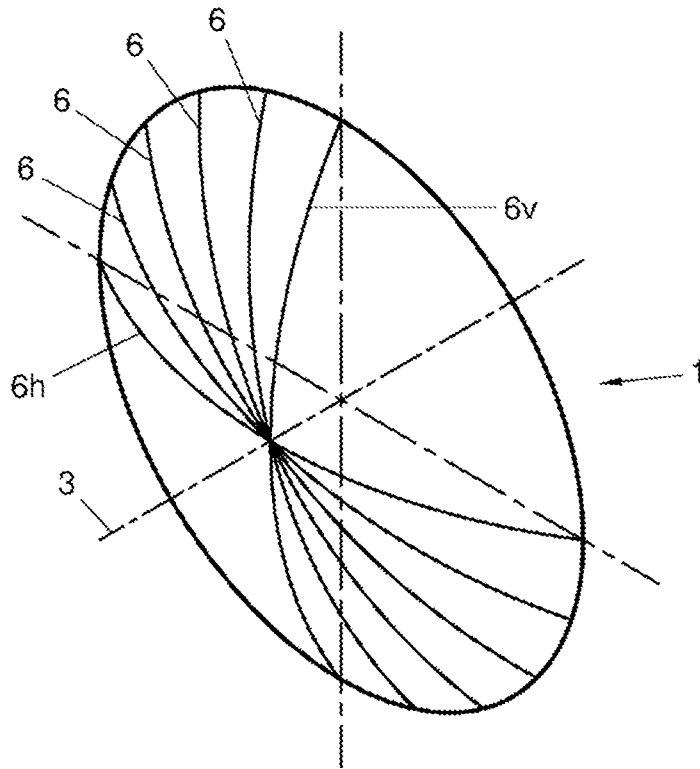


Fig. 2

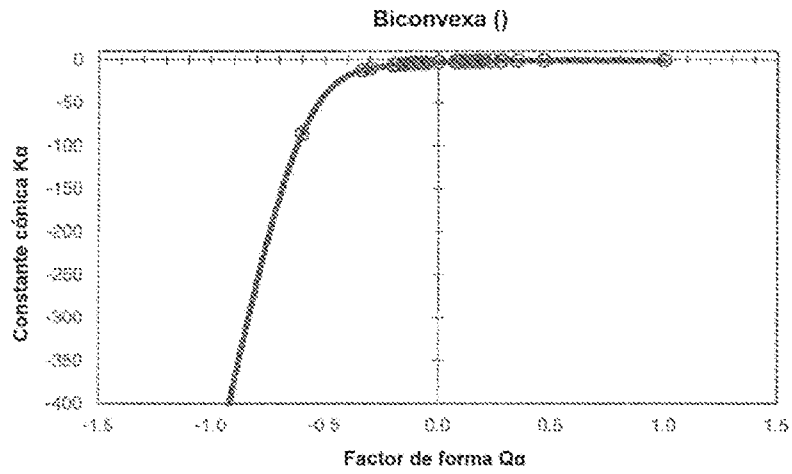


Fig. 3

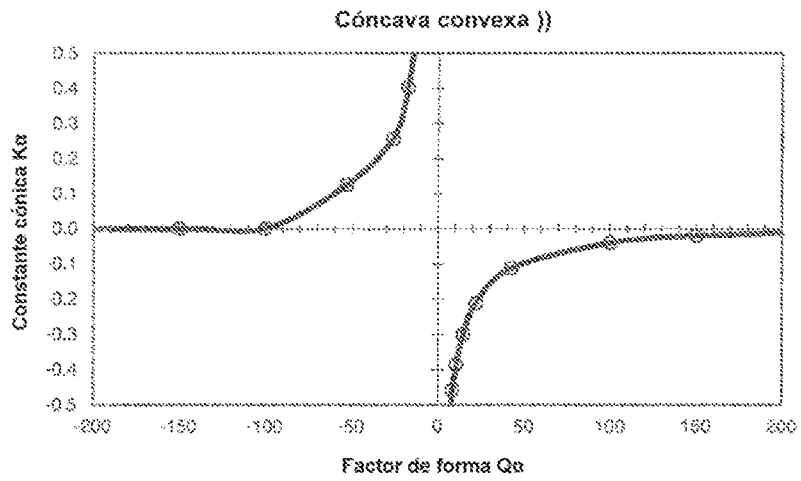


Fig. 4

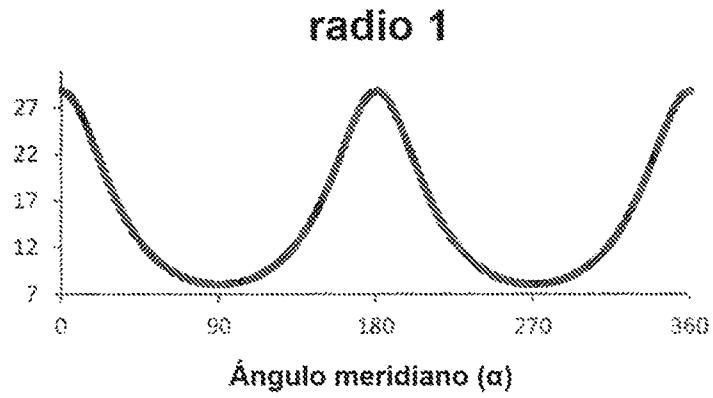


Fig. 5

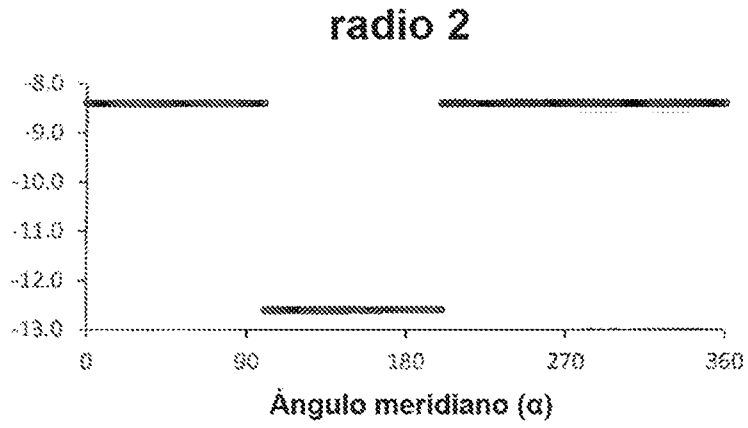


Fig. 6

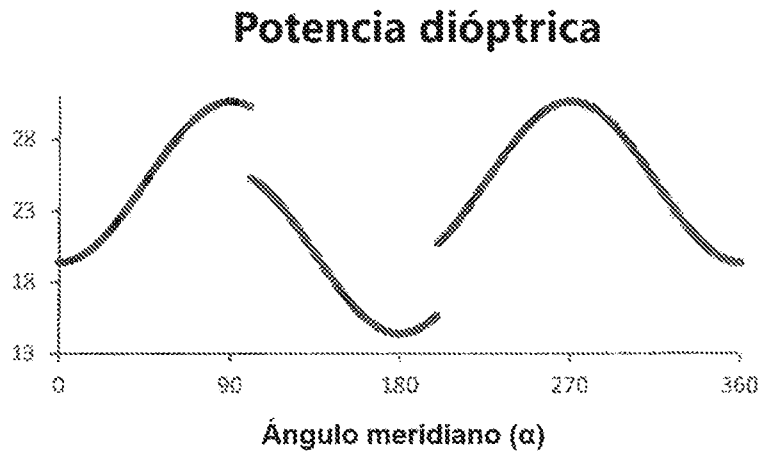


Fig. 7

Factor de forma Q

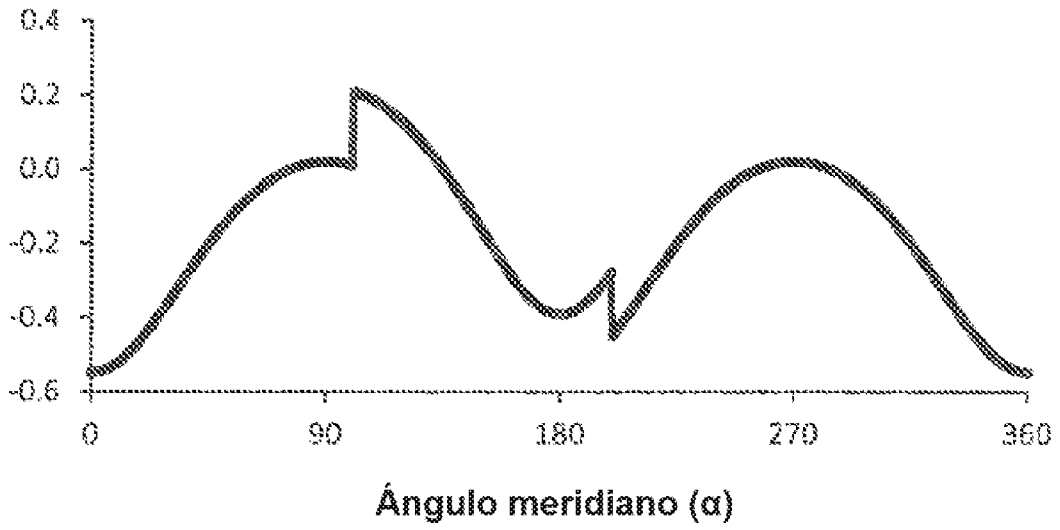


Fig. 8

K α de Q α

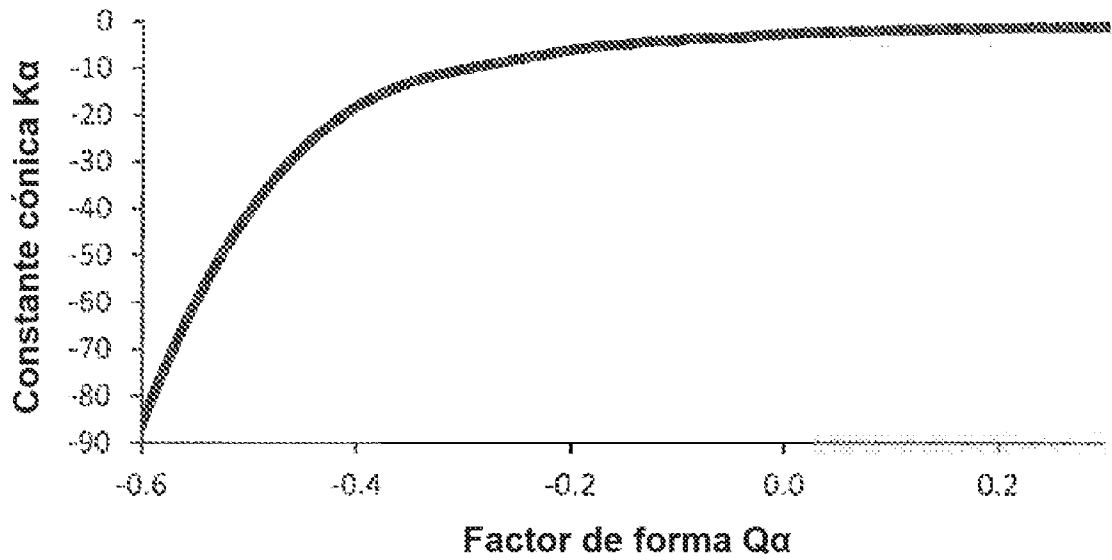


Fig. 9

Cónica K

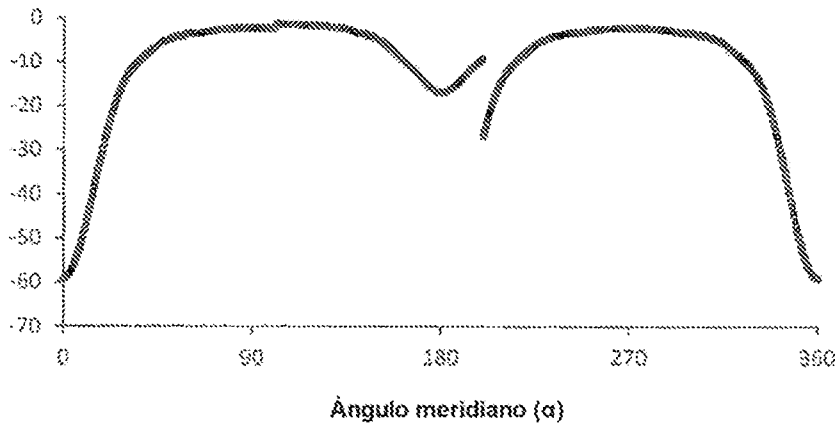


Fig. 10

Superficie 1 a 5 mm

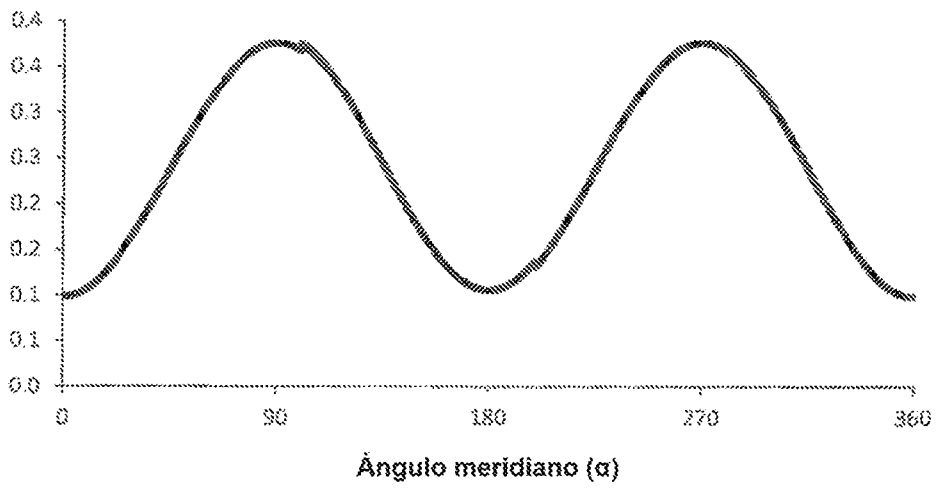


Fig. 11