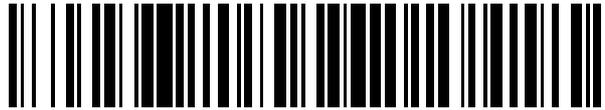


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 449**

51 Int. Cl.:

G02C 7/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2005 E 05808212 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015 EP 1831750**

54 Título: **Serie de lentes de contacto esféricas**

30 Prioridad:

22.11.2004 US 629904 P

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

06.10.2015

73 Titular/es:

**NOVARTIS AG (100.0%)
Lichtstrasse 35
4056 Basel, CH**

72 Inventor/es:

**YE, MING;
MCKENNEY, CURTIS DEAN y
MCNALLY, JOHN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 547 449 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

Serie de lentes de contacto esféricas

5 Esta invención se refiere a una serie de lentes de contacto. En particular, a una serie de lentes de contacto que pueden lograr mejores ajustes de lente en un ojo y que tienen una aberración esférica controlada incorporada en ellas.

Las lentes de contacto se usan ampliamente para corregir defectos tales como problemas de visión cercana y problemas de visión lejana (miopía e hipermetropía, respectivamente). La mayoría de las lentes de contacto disponibles en el mercado para corregir miopía o hipermetropía normalmente tienen diseños esféricos, concretamente, teniendo cada lente de contacto una superficie anterior esférica y una superficie posterior esférica. Aunque las lentes de contacto con diseño de lente esférica proporcionan una agudeza visual aceptable, hay varias desventajas asociadas con tal diseño tradicional. En primer lugar, un diseño de lente esférica puede conducir a ajustes de lente inadecuados en un ojo, puesto que la córnea humana generalmente tiene una superficie esférica. En segundo lugar, un diseño de lente esférica puede introducir aberraciones esféricas indeseables en una lente debido a su geometría y disminuir así la agudeza visual. Al proporcionar una superficie de lente con asfericidad, pueden eliminarse las aberraciones esféricas. Sin embargo, al eliminarse las aberraciones esféricas de una lente, cambia inadvertidamente el perfil de potencia óptica de una lente de contacto y como tal, la potencia óptica aparente a una apertura dada (por ejemplo, 4 mm de tamaño de pupila) de una lente puede que ya no sea la potencia óptica deseada y objetivo. Tales cambios en las potencias ópticas aparentes pueden dificultar que un oftalmólogo prescriba correctamente una lente de contacto a un paciente.

20 Se conocen lentes de contacto esféricas de los documentos US 5 771 088, US 4 195 919 y WO 98/25174.

Por tanto, existe la necesidad de lentes de contacto que proporcionen buen ajuste de lente y que tengan aberraciones esféricas de lente controladas.

La invención proporciona una serie de lentes de contacto según la reivindicación 1.

25 La invención proporciona además un método para producir una serie de lentes de contacto de la invención según la reivindicación 3.

Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas tomadas conjuntamente con los siguientes dibujos.

Breve descripción del dibujo

30 La figura 1 muestra esquemáticamente un perfil de aberración esférica de una serie de lentes de contacto según una realización preferida de la invención.

La invención se refiere a una serie de lentes de contacto que tienen potencia óptica que oscila entre aproximadamente -15 y aproximadamente 10 dioptrías (D), preferiblemente entre aproximadamente -10 dioptrías y 10 dioptrías. Cada lente comprende una superficie anterior que tiene una primera zona óptica central y una superficie posterior opuesta que tiene una segunda zona óptica central. Las zonas ópticas centrales primera y segunda son cada una superficies esféricas. Las segundas zonas ópticas centrales de todas las lentes en la serie son sustancialmente idénticas entre sí y son superficies esféricas. La primera zona óptica central de cada lente tiene un diseño esférico que, en combinación con la segunda zona óptica central, proporciona un perfil de potencia óptica seleccionada del grupo que consiste en (a) un perfil de potencia óptica sustancialmente constante, (b) un perfil de potencia que imita el perfil de potencia óptica de una lente esférica con potencia óptica objetivo idéntica, y (c) un perfil de potencia en el que la aberración esférica de la lente a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,65 dioptrías hasta aproximadamente 1,8 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro.

Tal como se usa en el presente documento, una "superficie esférica" pretende describir una superficie simétrica rotacional que no es esférica.

45 Una "lente de contacto esférica" pretende describir una lente de contacto que tiene una zona óptica central cuyas dos superficies opuestas son esféricas (es decir, cada una puede estar definida por una función matemática esférica).

Una "potencia óptica objetivo" en referencia a una lente de contacto significa una potencia óptica prescrita por un oftalmólogo para proporcionar una corrección esférica negativa o positiva. Tradicionalmente, la potencia óptica objetivo corresponde a la potencia óptica en el centro de una lente de contacto.

Un “perfil de potencia óptica” o “perfil de potencia” en referencia a una lente de contacto pretende describir variaciones de potencia óptica desde el centro hasta el borde de la zona óptica central de la lente de contacto.

5 “Aberración esférica” en referencia a una lente significa que la potencia óptica de la lente varía con la distancia desde el eje central (diámetro), se desvía de la potencia óptica ideal (es decir, en el centro de la lente) y es rotacionalmente simétrica alrededor del eje central. Una aberración esférica negativa pretende describir que la potencia óptica de una lente a cualquier diámetro es menor (o más negativa) que la potencia óptica de la lente en el centro. Una aberración esférica positiva pretende describir que la potencia óptica de una lente a cualquier diámetro es mayor (o más positiva) que la potencia óptica de la lente en el centro.

10 Un “perfil de aberración esférica” en referencia a una lente de contacto pretende describir variaciones de aberración esférica desde el centro hacia el borde de la zona óptica central de la lente de contacto.

Un “perfil de potencia óptica sustancialmente constante” en referencia a una lente de contacto pretende describir un perfil de potencia en el que la aberración esférica a cualquier diámetro (distancia desde el centro de la zona óptica) dentro de una zona óptica de 6 mm de diámetro es de entre aproximadamente - 0,1 dioptrías y aproximadamente 0,1 dioptrías.

15 La segunda zona óptica central de la superficie posterior preferiblemente es una superficie cónica definida por una función matemática

$$S_1 = \frac{c_1 x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_1) c_1^2 x^2}} \quad (1)$$

20 en la que S_1 es la altura sagital, c_1 es la curvatura apical (la recíproca del radio apical), x es la distancia radial desde el vértice, y k_1 es una constante cónica. Una superficie cónica puede ajustarse más adecuadamente a la topografía de la córnea de un ojo y puede proporcionar una mayor comodidad para el usuario. Más preferiblemente, todas las lentes en la serie tienen un diseño común de la segunda zona óptica central.

La primera zona óptica central de la superficie anterior preferiblemente es una superficie definida por

$$S_2 = \frac{c_2 x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_2) c_2^2 x^2}} + \alpha_1 x^2 + \alpha_2 x^4 + \alpha_3 x^6 + \alpha_4 x^8 + \alpha_5 x^{10} + \alpha_6 x^{12} + \alpha_7 x^{14} \quad (2)$$

25 en la que S_2 es la altura sagital, c_2 es la curvatura apical (la recíproca del radio apical), x es la distancia radial desde el vértice, k_2 es una constante cónica, y α_1 a α_7 son los coeficientes.

30 Los expertos en la técnica conocen bien que la potencia óptica de una lente de contacto es, entre otras cosas, una función del índice de refracción del material de la lente y la diferencia algebraica entre las curvaturas de la superficie anterior y la superficie posterior de la lente. La primera zona óptica central y la segunda zona óptica central se combinan para proporcionar una potencia óptica para corregir miopía o hipermetropía. Puede obtenerse cualquier perfil de potencia ajustando uno o más de c , k , y α_1 a α_7 en la ecuación (2).

En una realización preferida, cuando una lente de contacto en la serie tiene una potencia óptica objetivo de desde 0 hasta aproximadamente 10 dioptrías, tiene un perfil de potencia óptica sustancialmente constante.

35 En otra realización preferida, cuando una lente de contacto en la serie tiene una potencia óptica objetivo de desde aproximadamente -1 hasta aproximadamente -6 dioptrías, tiene un perfil de potencia que imita el perfil de potencia óptica de una lente esférica con potencia óptica objetivo idéntica.

40 En una realización preferida adicional, cuando una lente de contacto en la serie tiene una potencia óptica objetivo de desde aproximadamente -6 dioptrías hasta aproximadamente -15 dioptrías, preferiblemente desde aproximadamente -6 dioptrías hasta aproximadamente -10 dioptrías, tiene un perfil de potencia en el que la aberración esférica de la lente a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,65 dioptrías hasta aproximadamente 1,8 dioptrías, más preferiblemente desde aproximadamente 0,9 hasta aproximadamente 1,4, más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro. Incluso más preferiblemente, la lente tiene un perfil de aberración esférica constante que es sustancialmente idéntico al de una lente que tiene -6 dioptrías.

Se ha descubierto que para una lente de contacto plana o una lente de contacto con potencia óptica positiva, la eliminación de la aberración esférica de la lente no cambiaría sustancialmente la potencia óptica aparente de la lente

al tiempo que proporcionaría una mejor agudeza visual.

5 También se ha descubierto que para una lente de contacto que tiene una potencia óptica de desde aproximadamente -1 hasta aproximadamente -6, la eliminación de la aberración esférica de la lente disminuiría significativamente (es decir, de manera relativa al porcentaje de cambios) la potencia óptica aparente de la lente a una apertura relativamente mayor. Puede que una lente de este tipo no proporcione una potencia óptica objetivo definida tradicionalmente. Puesto que los oftalmólogos normalmente prescriben lentes para los pacientes basándose en la definición tradicional de potencias objetivo, puede que una lente de contacto sin aberración esférica y que tiene una potencia óptica objetivo de desde aproximadamente -1 dioptría hasta aproximadamente -10 dioptrías no proporcione una buena agudeza visual. Se conoce bien que una lente de contacto esférica que tiene una potencia óptica objetivo de desde aproximadamente -1 dioptría hasta aproximadamente -10 dioptrías tiene de manera inherente aberraciones esféricas negativas. La introducción de aberraciones esféricas negativas adicionales en una lente de contacto esférica para corregir la aberración esférica intrínseca de un ojo humano también puede alterar la potencia óptica aparente. Por tanto, existe una necesidad de equilibrio entre la necesidad de controlar las aberraciones esféricas de lente y la necesidad de mantener una potencia óptica objetivo definida tradicionalmente. Lo más beneficioso para una lente de contacto esférica que tiene una potencia óptica de desde aproximadamente -1 dioptría hasta aproximadamente -6 dioptrías es tener un perfil de potencia óptica que imita (o se asemeja estrechamente a o es sustancialmente idéntico a) el de una lente esférica que tiene potencia óptica objetivo idéntica.

20 Se ha descubierto además que para una lente de contacto de alto valor negativo (es decir, que tiene una potencia óptica de desde aproximadamente -6 hasta aproximadamente -15) podría lograrse mejor agudeza visual introduciendo una aberración esférica a 4 mm de diámetro de desde aproximadamente -0,65 hasta aproximadamente -1,2 dioptrías y una aberración esférica a 6 mm de diámetro de desde aproximadamente -1,6 hasta aproximadamente -2,4 dioptrías. Se cree que una población mayor de ojos humanos tienen generalmente una aberración esférica a 4 mm de diámetro de desde aproximadamente 0,65 hasta aproximadamente 1,2 dioptrías y una aberración esférica a 6 mm de diámetro de desde aproximadamente 1,6 hasta aproximadamente 2,4 dioptrías. La incorporación de esta cantidad de aberración esférica en una lente de contacto que tiene una potencia óptica objetivo más negativa de -6 dioptrías puede proporcionar una mejor agudeza a la vez que produce un porcentaje tolerable de cambios en la potencia óptica aparente. Cuando una lente tiene una potencia óptica objetivo dentro del intervalo de -1 dioptría a -6 dioptrías, puede que el porcentaje de cambios en la potencia óptica aparente no sea tolerable para un paciente.

30 Las zonas ópticas centrales primera y segunda pueden tener la forma de cualquier lente convencional. Preferiblemente, es circular. Más preferiblemente, es concéntrica con el eje central. Las zonas ópticas centrales primera y segunda pueden tener tamaño idéntico y diferente. Normalmente, el tamaño de cualquiera de las dos zonas ópticas puede ser de desde aproximadamente 5 mm hasta 10 mm de diámetro, preferiblemente desde aproximadamente 6 mm hasta 8 mm de diámetro.

35 En una realización preferida, tanto la primera zona óptica central sobre la superficie anterior como la segunda zona óptica central sobre la superficie posterior son concéntricas con un eje central.

Se entiende que cada lente en la serie de lentes de contacto puede tener una o más zonas no ópticas que rodean a la zona óptica central. Un experto en la técnica conocerá bien cómo incorporar una familia de zonas no ópticas comunes en un diseño de lente.

40 La figura 1 ilustra esquemáticamente perfiles de potencia de una serie de lentes de contacto según una realización preferida. Esta serie de lentes se divide en tres subseries, teniendo una primera subserie de lentes una potencia óptica de desde aproximadamente el plano (0) hasta 10 dioptrías, teniendo una segunda subserie de lentes una potencia óptica de desde aproximadamente -1 hasta aproximadamente -6 dioptrías, y teniendo una tercera subserie de lentes una potencia óptica de desde aproximadamente -7 hasta -15 dioptrías. El eje X representa una distancia desde el centro de la lente. El eje Y representa diferencias en la potencia óptica entre en cualquier posición distinta al centro de la lente y en el centro de la lente. Las potencias ópticas objetivo son en el plano, -1, -2, -3, -4, -5 y -6 respectivamente desde la parte superior a la parte inferior en la figura 1. Estos perfiles de potencia son casi idénticos a los perfiles de potencia de lentes esféricas con potencia óptica objetivo correspondiente. Cada lente en la primera subserie tiene un perfil de potencia idéntico al de la lente plana. Cada lente en la segunda subserie tiene uno del perfil de potencia mostrado en la figura 1 para una potencia óptica objetivo dada. Cada lente en la tercera subserie tiene un perfil de aberración esférica sustancialmente idéntico al de una lente que tiene una potencia óptica de -6 dioptrías.

55 Mediante el uso de un sistema de diseño asistido por ordenador (CAD) óptico y un sistema de CAD mecánico, puede diseñarse cada lente en una serie de lentes de contacto de la invención. Un sistema de CAD óptico se usa para diseñar una lente de modelo óptico. "Una lente de modelo óptico" se refiere a una lente oftálmica que se diseña en un sistema informático y generalmente no contiene otros sistemas no ópticos que forman parte de una lente oftálmica. Los sistemas no ópticos a modo de ejemplo de una lente de contacto incluyen, pero no se limitan a bisel, zona de combinación periférica, zona periférica, zona lenticular, y borde que se une a las superficies anterior y

posterior de una lente de contacto.

5 Un "bisel" se refiere a una zona de superficie no óptica ubicada en el borde de la superficie posterior de una lente de contacto. Generalmente, el bisel es una curva significativamente más plana y se combina habitualmente con la curva de base (superficie posterior óptica) de una lente de contacto y aparece como una sección decreciente hacia arriba cerca del borde. Esto evita que el radio de curva de base con más pendiente se adhiera al ojo y permite que el borde se eleve ligeramente. Esta elevación del borde es importante para el flujo apropiado de lágrimas a través de la córnea y hace que el ajuste de la lente sea más cómodo.

Una "zona lenticular" se refiere a una zona de superficie no óptica de la superficie anterior de una lente de contacto adyacente al borde. La función principal de la zona lenticular es controlar el grosor del borde de la lente.

10 Puede usarse cualquier sistema de diseño asistido por ordenador (CAD) óptico adecuado, conocido para diseñar una lente de modelo óptico. Los sistemas de diseño asistido por ordenador óptico a modo de ejemplo incluyen, pero no se limitan a programa de Análisis de Sistema Avanzado (ASAP) de Breault Research Organization y ZEMAX (Focus Software, Inc.). Preferiblemente, el diseño óptico se realizará usando el programa de Análisis de Sistema Avanzado (ASAP) de Breault Research Organization con entrada de ZEMAX (Focus Software, Inc.).

15 El diseño de la lente de modelo óptico puede transformarse, por ejemplo, mediante un sistema de CAD mecánico, en un diseño de lente mecánico que incluye zonas ópticas, zonas no ópticas y características no ópticas. Preferiblemente, cuando se transforma el diseño de una lente de modelo óptico optimizado a un diseño de lente mecánico, pueden incorporarse algunas características comunes de una familia de lentes de contacto, tales como, por ejemplo, bisel, zona periférica, zona lenticular y borde. Puede utilizarse una zona de combinación periférica para
20 combinar fácilmente la zona óptica central con zonas no ópticas sobre las superficies anterior y posterior.

En la invención puede usarse cualquier sistema de CAD mecánico adecuado, conocido. Preferiblemente, se usa un sistema de CAD mecánico que pueda representar de manera precisa y matemática superficies de orden alto para diseñar una lente de contacto. Un ejemplo de un sistema de CAD mecánico de este tipo es Pro/Engineer.

25 Una serie de lentes de contacto de la invención pueden ser lentes o bien duras o bien blandas. Las lentes de contacto blandas de la invención se realizan preferiblemente de un material de lente de contacto blando, tal como hidrogeles. En la invención puede usarse cualquier hidrogel adecuado conocido. Preferiblemente, en la invención se usa un hidrogel que contiene silicona.

30 Tras completar un diseño deseado, las lentes de contacto de la invención pueden producirse en un sistema de fabricación controlado por ordenador. Un dispositivo de fabricación controlado por ordenador es un dispositivo que puede controlarse por un sistema informático y que puede producir directamente una lente oftálmica o una herramienta óptica para producir una lente oftálmica. En la invención puede usarse cualquier dispositivo de fabricación que pueda controlarse por ordenador adecuado. Un dispositivo de fabricación que puede controlarse por ordenador es preferiblemente un torno de control numérico, más preferiblemente un torno de dos ejes con un elemento de corte piezoeléctrico a 45° o un aparato de torno tal como se da a conocer por Durazo y Morgan en la
35 patente estadounidense n.º 6.122.999. Incluso más preferiblemente un torno de control numérico es un torno de ultra-precisión Optoform® (modelos 30, 40, 50 y 80) de Precitech, Inc., que tiene un servoaccesorio de herramienta rápida piezo-cerámica Variform®.

40 Las lentes de contacto de la invención pueden producirse mediante cualquier medio conveniente, por ejemplo, tal como torneado o moldeo. Preferiblemente, las lentes de contacto se moldean a partir de moldes de lente de contacto que incluyen superficies de moldeo que reproducen las superficies de la lente de contacto cuando se moldea una lente en los moldes. Por ejemplo, puede usarse una herramienta de corte óptica con un torno de control numérico para formar herramientas ópticas metálicas. Las herramientas pueden usarse entonces para obtener moldes de superficie convexa y cóncava que a continuación se usan, conjuntamente entre sí, para formar las lentes de la invención usando un material de formación de lente líquido adecuado colocado entre los moldes seguido por
45 compresión y curado del material de formación de lente.

Por consiguiente, las lentes de contacto según la invención pueden fabricarse proporcionando moldes de lente de contacto con dos superficies de moldeo, una primera superficie de moldeo y una segunda superficie de moldeo. Los moldes que tienen la primera superficie de moldeo o la segunda superficie de moldeo, conjuntamente entre sí, forman cada una, una serie de lentes de contacto, comprendiendo cada una, una superficie cóncava (posterior) que
50 tiene una primera zona óptica central y una superficie convexa (anterior) que tiene una segunda zona óptica central, en la que la primera zona óptica central y la segunda zona óptica central se combinan para proporcionar una potencia óptica objetivo para corregir miopía o hipermetropía y un perfil de potencia óptica seleccionado del grupo que consiste en (a) un perfil de potencia óptica sustancialmente constante, (b) un perfil de potencia que imita el perfil de potencia óptica de una lente esférica con potencia óptica objetivo idéntica, y (c) un perfil de potencia en el que la
55 aberración esférica de la lente a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,65 dioptrías hasta

aproximadamente 1,8 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro.

5 En otro aspecto, la presente invención proporciona un método para producir una serie de lentes de contacto de la invención. El método comprende las etapas de conformar cada lente de contacto en la serie mediante un medio de fabricación para tener una superficie cóncava (posterior) que tiene una primera zona óptica central y una superficie convexa (anterior) que tiene una segunda zona óptica central, en la que la primera zona óptica central y la segunda zona óptica central se combinan para proporcionar una potencia óptica objetivo para corregir miopía o hipermetropía y un perfil de potencia óptica seleccionado del grupo que consiste en (a) un perfil de potencia óptica sustancialmente constante, (b) un perfil de potencia que imita el perfil de potencia óptica de una lente esférica con potencia óptica objetivo idéntica, y (c) un perfil de potencia en el que la aberración esférica de la lente a 6 mm de diámetro es de
10 desde aproximadamente 0,65 dioptrías hasta aproximadamente 1,8 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro.

Las lentes de contacto de la invención pueden tener mejores ajustes de lente en un ojo y tener un perfil de aberración esférica controlado.

REIVINDICACIONES

1. Serie de lentes de contacto, teniendo cada lente en la serie una potencia óptica objetivo dentro del intervalo de -15 dioptrías a 10 dioptrías para corregir miopía o hipermetropía, incluyendo la serie una primera subserie de lentes que tienen una potencia óptica objetivo de desde 0 hasta 10 dioptrías, una segunda subserie de lentes que tienen una potencia óptica objetivo de desde -1 hasta -6 dioptrías, y una tercera subserie de lentes que tienen una potencia óptica objetivo de desde -6 hasta -15 dioptrías, comprendiendo cada lente en la serie una superficie anterior que tiene una primera zona óptica central y una superficie posterior opuesta que tiene una segunda zona óptica central, en la que las segundas zonas ópticas centrales de todas las lentes en la serie son sustancialmente idénticas entre sí y son superficies esféricas, en las que la primera zona óptica central de cada lente en la serie tiene un diseño esférico que, en combinación con la segunda zona óptica central, proporciona un perfil de potencia óptica que

(a) en el caso de una potencia óptica objetivo de desde 0 hasta 10 dioptrías, es un perfil de potencia óptica sustancialmente constante,

(b) en el caso de una potencia óptica objetivo de desde -1 hasta -6 dioptrías, es un perfil de potencia que imita el perfil de potencia óptica de una lente esférica con una potencia óptica objetivo idéntica, y

(c) en el caso de una potencia óptica objetivo de desde -6 hasta -15 dioptrías, es un perfil de potencia en el que la aberración esférica de la lente a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,65 dioptrías hasta aproximadamente 1,8 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro, en la que la segunda zona óptica central de la superficie posterior es una superficie cónica definida por la ecuación (1)

$$S_1 = \frac{c_1 x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_1) c_1^2 x^2}} \quad (1)$$

en la que S_1 es la altura sagital, c_1 es la curvatura apical (la recíproca del radio apical), x es la distancia radial desde el vértice, y k_1 es una constante cónica, y en la que la primera zona óptica central de la superficie anterior es una superficie definida por la ecuación (2)

$$S_2 = \frac{c_2 x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_2) c_2^2 x^2}} + \alpha_1 x^2 + \alpha_2 x^4 + \alpha_3 x^6 + \alpha_4 x^8 + \alpha_5 x^{10} + \alpha_6 x^{12} + \alpha_7 x^{14} \quad (2)$$

en la que S_2 es la altura sagital, c_2 es la curvatura apical (la recíproca del radio apical), x es la distancia radial desde el vértice, k_2 es una constante cónica, y α_1 a α_7 son los coeficientes.

2. Serie de lentes de contacto según la reivindicación 1, en la que la aberración esférica a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,9 dioptrías hasta aproximadamente 1,4 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro.

3. Método para obtener una serie de lentes de contacto, que comprende las etapas de:

i) diseñar una superficie posterior que comprende una primera zona óptica central que es una superficie esférica definida por la ecuación (1)

$$S_1 = \frac{c_1 x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_1) c_1^2 x^2}} \quad (1)$$

en la que S_1 es la altura sagital, c_1 es la curvatura apical (la recíproca del radio apical), x es la distancia radial desde el vértice, y k_1 es una constante cónica;

ii) diseñar una superficie anterior que comprende una segunda zona óptica central, en la que la segunda zona óptica central es una superficie definida por la ecuación (2)

$$S_2 = \frac{c_2 x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_2) c_2^2 x^2}} + \alpha_1 x^2 + \alpha_2 x^4 + \alpha_3 x^6 + \alpha_4 x^8 + \alpha_5 x^{10} + \alpha_6 x^{12} + \alpha_7 x^{14} \quad (2)$$

en la que S_2 es la altura sagital, c_2 es la curvatura apical (la recíproca del radio apical), x es la distancia radial desde el vértice, k_2 es una constante cónica, y α_1 a α_7 son los coeficientes;

- 5 iii) para cada lente en la serie ajustar uno o más de c_2 , k_2 , y α_1 a α_7 mientras se mantiene c_1 y k_1 sin cambios, para proporcionar una potencia óptica objetivo dentro de un intervalo de desde -15 dioptrías hasta 10 dioptrías, incluyendo la serie una primera subserie de lentes que tienen una potencia óptica objetivo de desde 0 hasta 10 dioptrías, una segunda subserie de lentes que tienen una potencia óptica objetivo de desde -1 hasta -6 dioptrías, y una tercera subserie de lentes que tienen una potencia óptica objetivo de desde -6 hasta -15 dioptrías, y un perfil de potencia óptica que
- 10 (a) en el caso de una potencia óptica objetivo de desde 0 hasta 10 dioptrías, es un perfil de potencia óptica sustancialmente constante,
- (b) en el caso de una potencia óptica objetivo de desde -1 hasta -6 dioptrías es un perfil de potencia que imita el perfil de potencia óptica de una lente esférica con una potencia óptica objetivo idéntica, y
- 15 (c) en el caso de una potencia óptica objetivo de desde -6 hasta -15 dioptrías, es un perfil de potencia en el que la aberración esférica de la lente a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,65 dioptrías hasta aproximadamente 1,8 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro; y
- iv) producir cada lente en la serie mediante torneado o moldeo.
4. Método según la reivindicación 3, en el que la aberración esférica a 6 mm de diámetro es de desde aproximadamente 0,9 dioptrías hasta aproximadamente 1,4 dioptrías más negativa que la aberración esférica a 4 mm de diámetro.
- 20

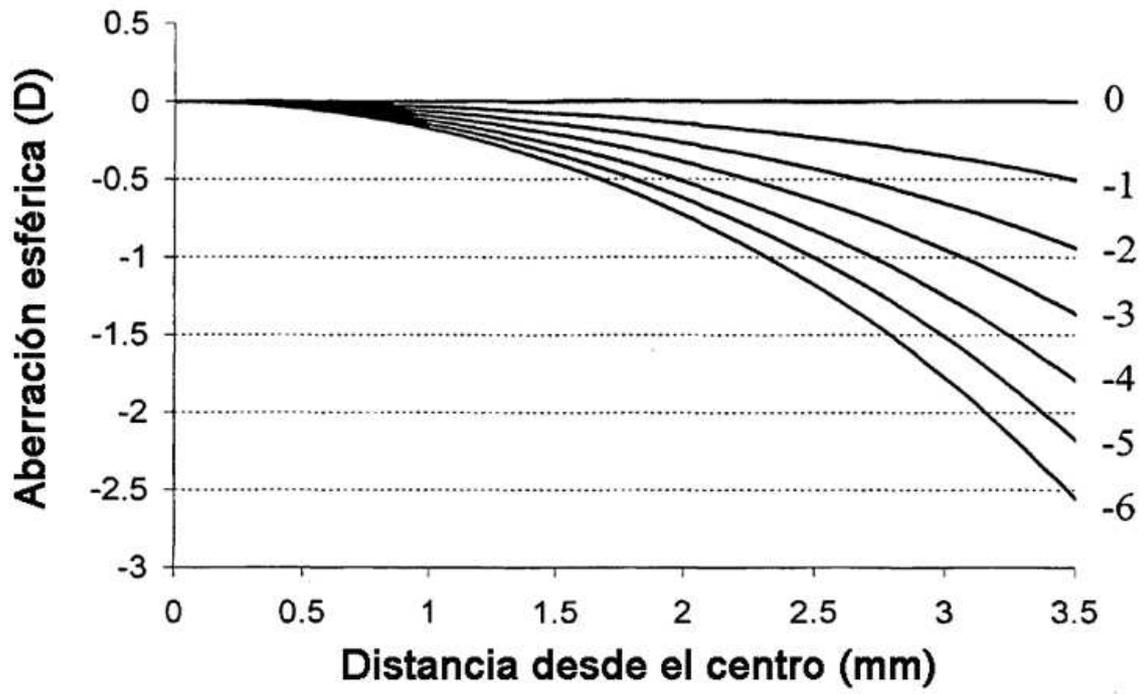


FIG. 1