

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 750**

51 Int. Cl.:

G02C 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2016 PCT/EP2016/078155**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.06.2017 WO17089239**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2016 E 16797945 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 3377935**

54 Título: **Método para diseñar una forma de lente y lente para gafas**

30 Prioridad:

23.11.2015 US 201562258919 P
29.02.2016 US 201615056792

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

01.04.2020

73 Titular/es:

CARL ZEISS VISION INTERNATIONAL GMBH
(100.0%)
Turnstrasse 27
73430 Aalen, DE

72 Inventor/es:

SPRATT, RAY STEVEN;
ELLINGER, PHILIPP;
WIETSCHORKE, HELMUT;
NOLAN, ANGELA y
VARNAS, SAULIUS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 751 750 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

Método para diseñar una forma de lente y lente para gafas

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se dirige hacia un método implementado por ordenador para proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica; un método para alisar angularmente una superficie determinada por líneas portadoras radialmente hacia afuera de una zona de prescripción delimitada por una primera línea límite; un método para fabricar una lente oftálmica; una lente para gafas acabada sin cortar para fabricar una lente oftálmica, en particular una lente para gafas, un producto de programa de ordenador y un medio de almacenamiento legible por máquina.

10 En los últimos años, el número de las así llamadas lentes para gafas diseñadas individualmente ha aumentado significativamente. Estas lentes para gafas diseñadas individualmente tienen en cuenta una serie de parámetros individuales de un usuario al que están destinadas. Esto conduce a que cada vez se diseñen más lentes con "superficies de forma libre", es decir, superficies que ya no inhiben ninguna simetría o que no están restringidas por ninguna exigencia de simetría. Se determina un perfil de superficie completo, por ejemplo, proporcionando una flecha para cada superficie en toda el área, y se envía a un lugar de fabricación, por ejemplo para su esmerilado, pulido, revestimiento y/o rebordeado.

15 Las gafas de sol de prescripción para grandes monturas envolventes padecen limitaciones cosméticas para prescripciones más potentes, y los intervalos de entrega son limitados debido a las limitaciones de grosor de la lente semiacabada ("puck" en inglés), es decir, la lente para gafas acabadas sin cortar. Esto es particularmente un problema para las recetas de miopía, donde el grosor del borde temporal puede ser bastante elevado para prescripciones menos moderadas, por ejemplo, potencias de esfera menores de -2,00 dioptrías pueden dar un grosor máximo del borde de más de 5 mm en monturas grandes. También es un problema para las prescripciones más altas donde la necesidad de tener un cierto grosor mínimo de borde puede conducir a valores altos de grosor central. Además, en algunos de los estilos de las monturas envolventes con la mitad sin aros (por ejemplo, las llamadas "monturas de cuchilla") cualesquiera diferencias en los perfiles de grosor en las dos lentes hace que un par resulte bastante obvio y son considerados indeseables por los usuarios que desean ver sus gafas más simétricas. Una solución conocida a este problema ha sido utilizar superficies portadoras con forma esférica o tórica que tenían un cambio gradual en la pendiente y la curvatura a través del límite entre la zona central de prescripción y la zona temporal periférica. Este enfoque requería un proceso de acabado superficial de dos pasadas y no era compatible con las herramientas de pulido de almohadilla suaves de forma libre que se usan actualmente por la industria de acabado superficial de lentes.

20 Los intentos iniciales de introducir un portador combinado basado en las descripciones del documento WO 97/35224 no fueron bien tolerados por los usuarios y fueron abandonados. No había ninguna previsión para la reducción de la diferencia de grosor del borde entre un par de lentes para los dos ojos, y este método no era lo suficientemente flexible como para prestarse por sí mismo a tal aplicación. A diferencia del documento WO 97/35224, la superficie portadora necesita aplicarse tanto a las superficies de visión única como a las de lentes progresivas.

25 Se hace referencia adicional a la solicitud de patente de EE.UU., US 2015/0338680 A1 del mismo solicitante y publicada el 26 de noviembre de 2015, que muestra un método implementado por ordenador para proporcionar una forma de lente modificada para una pieza elemental de lente sin cortar.

30 Otros documentos relacionados con el diseño de lentes son WO 03/050596 A1, WO 04/029694 A1; US 2007/008488 A; US 2005/206840 A; US 2005/225719 A; US 2006/274258 A; US 2008/024719 A; US 2008/284978 A; WO 08/135178 A1; US 2012/008089 A; US 2010/296048 A; US 2011/134388 A; US 7.070.274 B2; US 7.445.333 B2; US 7.527.376 B2; US 8,002,404 B2; US 8.118.425 B2; US 8.449.111; US 4.561.736 A y US 2013/107205 A.

En base a esto, es un objeto de la presente invención superar los problemas anteriores.

Breve resumen de la invención

35 Además, según un primer aspecto de la invención, se proporciona un método implementado por ordenador para proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica (60), que comprende las siguientes etapas:

40 a) proporcionar una forma de lente predeterminada de una lente oftálmica, que tiene una superficie frontal y una superficie posterior, en donde la forma de lente predeterminada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal y una forma predeterminada de la superficie posterior dentro de una zona de prescripción de la superficie posterior delimitada por una primera línea límite, de tal modo que la lente oftálmica satisfaga propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona de prescripción;

50 b) determinar un punto portador en la superficie posterior dentro de la zona de prescripción y una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde el punto portador en una dirección respectiva;

c) determinar una zona de transición de la superficie posterior, en donde la zona de transición se extiende radialmente hacia afuera desde la primera línea límite hacia el borde exterior de la lente oftálmica y termina en una segunda línea límite que delimita la zona de transición radialmente hacia afuera;

d) para cada línea portadora, establecer un gradiente de curvatura constante deseado en la zona de transición;

5 e) para cada línea portadora, determinar un perfil de curvatura de la superficie posterior entre la primera línea límite y un borde exterior de la lente oftálmica a lo largo de la línea portadora, y en el que el perfil de curvatura en la zona de transición se determina en función del gradiente de curvatura constante deseado respectivo; y

10 aplanar un perfil de la curvatura de la zona de prescripción en la dirección de las líneas portadoras a lo largo de la primera línea límite mediante aproximación por un polinomio o una función de "spline" (curva diferenciable establecida mediante polinomios) o una serie de Fourier para obtener un perfil de curvatura aplanado y proporcionar un alisado angular de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la primera línea límite, y en donde el perfil de curvatura aplanado se usa como un valor de curvatura inicial radialmente hacia adentro para cada línea portadora.

15 El método comprende un paso adicional de alisado angular de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la primera línea límite. Con esto, se puede encontrar una descripción completa de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la primera línea límite. Además, las diferencias entre la altura sagital de las líneas portadoras adyacentes pueden aplanarse para proporcionar un perfil de curvatura más uniforme radialmente hacia afuera de la primera línea límite. La etapa adicional de alisado angular de la superficie posterior radialmente hacia afuera de las primeras líneas límite se lleva a cabo aplanando un perfil de la curvatura de la zona de prescripción, cuya curvatura está en la dirección de las líneas portadoras, a lo largo de la primera línea límite a través de, en aproximación particular por, un polinomio o una función de curva spline o una serie de Fourier para obtener un perfil de curvatura aplanado, y en donde el perfil de curvatura aplanado es utilizado como un valor de curvatura inicial para cada línea portadora.

20 Utilizando este perfil de curvatura aplanado como valores de curvatura iniciales radialmente hacia adentro para cada línea portadora, puede haber presentes discontinuidades en la primera línea límite en la transición desde la zona de prescripción a las líneas portadoras. Sin embargo, al transferir este diseño de lente hacia la fabricación, estas discontinuidades pueden superarse cuando se determinan los parámetros de fabricación finales para las herramientas de procesamiento. Por lo general, durante la fabricación, se utilizan curvas spline bi-cúbicas para proporcionar parámetros de procesamiento para las herramientas de fabricación. Estas curvas spline bi-cúbicas se establecen en una cuadrícula rectangular de coordenadas x e y. En los puntos de intersección de esa cuadrícula, que generalmente está espaciada a intervalos de 1 mm, las alturas sagitales se envían a través del diseño de lente determinado. Además, las primeras derivadas en la dirección x y/o y pueden proporcionarse a lo largo de la circunferencia exterior de la cuadrícula. El espacio entre los puntos de intersección de la cuadrícula se interpola entonces mediante una curva spline bi-cúbica. Sin embargo, esa curva spline bi-cúbica puede compensar las discontinuidades que pueden ocurrir debido al aplanamiento forzado del perfil de curvatura a lo largo de la primera línea límite.

35 Sin embargo, este enfoque bastante robusto al aplanar el perfil de curvatura a lo largo de la primera línea límite ya puede proporcionar resultados suficientes ya que aplanar las superficies de la zona de transición y la porción de margen ya en su "raíz" en la primera línea límite. Sin embargo, en general, debe tenerse en cuenta que no se necesita obligatoriamente una descripción completa de la superficie del diseño de la lente en la porción de margen y la zona de transición radialmente hacia afuera de la zona de prescripción. Como se indicó anteriormente, para la fabricación, solo se necesitan alturas sagitales en los puntos de intersección de la cuadrícula de fabricación y la primera derivada a lo largo de la circunferencia exterior. En caso de que se determinen las líneas portadoras en un patrón relativamente estrecho o en un patrón que asegure que las líneas portadoras se extienden de manera que se intersecan con los puntos de intersección de la cuadrícula de fabricación, la altura sagital necesaria para la entrada a las herramientas de fabricación sería ya bien conocida.

45 Según un primer ejemplo de la exposición, se proporciona un método implementado por ordenador para proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica, que comprende las siguientes etapas:

a) proporcionar una forma de lente predeterminada de una lente oftálmica, en particular una lente para gafas acabada sin cortar, que tiene una superficie frontal y una superficie posterior, en la que la forma de lente predeterminada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal y una forma predeterminada de la superficie posterior dentro de una zona de prescripción de la superficie posterior delimitada por una primera línea límite, tal que la lente oftálmica satisface propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona de prescripción;

b) determinar un punto portador en la superficie posterior dentro de la zona de prescripción y una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde el punto portador en una dirección respectiva, en particular recta en una dirección radial respectiva;

55 c) determinar una zona de transición de la superficie posterior, en donde la zona de transición se extiende radialmente hacia afuera desde la primera línea límite hacia el borde exterior de la lente oftálmica y termina en una segunda línea límite que delimita la zona de transición radialmente hacia afuera;

d) para cada línea portadora, establecer un gradiente de curvatura constante deseado en la zona de transición, en particular en donde el gradiente de curvatura constante deseado es diferente de cero;

e) para cada línea portadora, determinar un perfil de curvatura de la superficie posterior entre la primera línea límite y un borde exterior de la lente oftálmica a lo largo de la línea portadora, y en el que el perfil de curvatura en la zona de transición se determina en función del gradiente de curvatura constante deseado respectivo.

En particular, la forma de lente predeterminada puede comprender una forma predeterminada de toda la superficie frontal. En particular, la pluralidad de líneas portadoras puede comprender 4 líneas portadoras, más preferiblemente 8 líneas portadoras e incluso más preferiblemente 18 líneas portadoras. En particular, el gradiente de curvatura constante en la zona de transición está en la dirección de la línea portadora respectiva. Además, en particular, el perfil de curvatura de la superficie posterior entre la primera línea límite y un borde exterior de la lente oftálmica a lo largo de la línea portadora está en la dirección de la línea portadora. En particular, una curvatura a lo largo de la línea portadora entre la segunda línea límite y el borde exterior es esencialmente constante, en particular constante, e igual a la curvatura a lo largo de la línea portadora en la zona de transición en la segunda línea límite.

El gradiente de curvatura constante deseado puede ser el mismo para cada línea portadora. Sin embargo, no es necesario realizar la etapa d) para todas las líneas portadoras antes de iniciar la etapa e) para una de las líneas portadoras. Las etapas d) y e) pueden completarse para una línea portadora y posteriormente realizarse para otra línea portadora. El gradiente de curvatura constante deseado puede ser diferente para diferentes líneas portadoras. El gradiente de curvatura constante deseado puede establecerse individual o independientemente para cada línea portadora. Sin embargo, las etapas d) y e) también se pueden realizar simultáneamente para diferentes líneas portadoras. En general, las etapas d) y e) también pueden definirse como una sola etapa. La etapa única puede comprender, para cada línea portadora, establecer un gradiente de curvatura constante deseado en la zona de transición, en particular en donde el gradiente de curvatura constante deseado es diferente de cero, y determinar un perfil de curvatura de la superficie posterior entre la primera línea límite y un borde exterior de la lente oftálmica a lo largo de la línea portadora, y en donde el perfil de curvatura en la zona de transición es determinado en función del gradiente de curvatura constante deseado respectivo.

Además, de acuerdo con un segundo ejemplo de la divulgación, se proporciona un método para proporcionar una superficie de extensión suavizada desde una pluralidad de líneas portadoras que se extienden radialmente hacia afuera de una zona de prescripción, comprendiendo el método comprende las siguientes etapas:

I) proporcionar una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde un punto portador en la zona de prescripción en una dirección respectiva, en donde un perfil de curvatura de la superficie a lo largo de cada línea portadora radialmente hacia fuera de la zona de prescripción es proporcionado por una curva spline cúbica, en particular por una curva spline cúbica respectiva;

II) formar un conjunto de series de Fourier truncadas de un orden definido, en particular al menos de segundo, tercer o cuarto orden, aproximándose cada una a los coeficientes de curva spline correspondientes para todas las direcciones de línea portadora.

Además, de acuerdo con un tercer ejemplo de la exposición, se proporciona un método para proporcionar una superficie determinada por líneas portadoras radialmente hacia afuera de una zona de prescripción limitada por una primera línea límite, comprendiendo el método las siguientes etapas:

i) proporcionar una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde un punto portador en la zona de prescripción en una dirección respectiva, en donde un perfil de curvatura de la superficie en una dirección a lo largo de cada línea portadora radialmente hacia afuera de la zona de prescripción tiene al menos una sección, en donde los perfiles de curvatura de secciones correspondientes de cada línea portadora son proporcionados por polinomios respectivos o correspondientes, en particular en donde los coeficientes de los polinomios son diferentes para cada línea portadora,

ii) formar una serie de valores de coeficiente de coeficientes correspondientes de los polinomios de cada línea portadora, en particular en donde la serie de valores de coeficiente de coeficientes correspondientes de los polinomios está formada de coeficientes correspondientes en la dirección angular,

iii) determinar, para cada correspondiente coeficiente, una primera serie de Fourier de primer orden que aproxima la serie de valores de coeficientes, para obtener un primer conjunto de series de Fourier, cada una de las cuales depende de un ángulo alrededor del punto portador.

En particular, el primer conjunto de series de Fourier se puede obtener de modo que describa cualquier línea portadora o perfil de línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado. El ángulo alrededor del punto portador también puede definirse como el ángulo en la dirección tangencial. Las líneas portadoras se extienden en la dirección radial. En particular, en cualquier ejemplo de la exposición y en cualquier perfeccionamiento, la serie de Fourier puede ser al menos de segundo, tercer o cuarto orden. En particular, el primer orden de la primera serie de Fourier y/o el segundo orden de la segunda serie de Fourier puede ser al menos el orden 2 o el orden 3 o el orden 4.

Además, según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar una lente oftálmica, que comprende las etapas de proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica según el primer aspecto de la invención o uno de sus perfeccionamientos o según cualquier ejemplo de la exposición o uno de sus perfeccionamientos, y fabricar la lente oftálmica según la forma de la lente.

- 5 Además, según un quinto ejemplo de la exposición, se proporciona una lente oftálmica, que comprende una superficie frontal y una superficie posterior, en la que la superficie frontal es una superficie convexa rotacionalmente simétrica, y en la que la superficie posterior comprende una zona de prescripción que es asimétrica, una porción de margen y una zona de transición ubicada entre la zona de prescripción y la porción de margen, y en la que un gradiente de curvatura de la superficie posterior a lo largo de una línea recta que emana desde un punto en la superficie posterior es constante dentro de la zona de transición. En particular, la zona de transición puede tener la misma longitud a lo largo de cualquier línea recta que emana desde el punto. En particular, la longitud se mide paralela a un plano tangencial al punto de la superficie posterior o al punto portador. En lugar de que la zona de prescripción sea "asimétrica", la zona de prescripción puede también ser definida como que no tiene simetría de punto o simetría de línea. En particular, una curvatura en la dirección de la línea recta a lo largo de la línea recta en la porción de margen es esencialmente constante, en particular constante. Además la curvatura esencialmente constante, en particular curvatura constante, puede ser igual a la curvatura en la dirección de la línea recta a lo largo de la línea portadora en la zona de transición en la porción de margen o en el límite a la porción de margen.

En particular, de acuerdo con todos los aspectos de la invención y en cada perfeccionamiento, la lente oftálmica puede ser una lente acabada o una lente para gafas acabada, en particular para fabricar una lente para gafas. Una "lente acabada" o "lente para gafas acabada" es una lente en la que ambos lados tienen su superficie óptica final y que pueden ser o bien rebordeada o bien sin cortar. En particular, la lente oftálmica puede ser una lente para gafas acabada sin cortar para fabricar una lente para gafas.

Además, según un sexto ejemplo de la exposición, se proporciona un método para minimizar la diferencia de grosor entre dos lentes oftálmicas para las mismas gafas, que comprende las siguientes etapas:

- 25 A) proporcionar, para cada lente oftálmica, una forma de lente original que satisfaga propiedades ópticas predeterminadas sobre la superficie posterior completa y una forma de lente modificada que tiene una superficie frontal y una superficie posterior, en donde la forma de lente modificada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal y una forma predeterminada de la superficie posterior dentro de una zona de prescripción de la superficie posterior delimitada por una primera línea límite, de modo que la lente oftálmica satisfaga las propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona de prescripción, y una extensión de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la zona de prescripción por líneas portadoras;

B) adaptar la forma de lente modificada de la lente oftálmica que tiene un grosor máximo más pequeño reemplazando la superficie posterior por una combinación de la forma de lente original y la forma de lente modificada de acuerdo con

$$35 \quad CS = OS + A \cdot (MS - OS)$$

en donde CS es la altura sagital de la superficie posterior combinada, OS es la altura sagital de la superficie posterior de la forma de lente original, MS es la altura sagital de la superficie posterior de la forma de lente modificada y A es un valor desde e incluyendo 0 a e incluyendo 1, y

C) optimizar A para que la diferencia de grosor entre las dos lentes oftálmicas se minimice.

- 40 En particular, la altura sagital de CS, la altura sagital de OS y la altura sagital de MS se determinan cada una dentro del mismo sistema de referencia. En particular, el grosor puede ser un grosor de borde máximo, en particular a lo largo de una línea de montura. En particular, las dos lentes oftálmicas pueden ser lentes minus o lentes de potencia minus.

Según un tercer aspecto, se proporciona un producto de programa de ordenador, en particular no transitorio, que comprende un código de programa para llevar a cabo las etapas de un método de acuerdo con el primer aspecto o uno de sus perfeccionamientos, en particular cuando el producto de programa de ordenador es ejecutado en un dispositivo de procesamiento de datos.

Según un cuarto aspecto, se proporciona un medio de almacenamiento legible por máquina, en particular no transitorio, que tiene almacenado en él un programa de ordenador que comprende un código de programa para llevar a cabo las etapas de un método de acuerdo con el primer aspecto o uno de sus perfeccionamientos, en particular cuando el programa de ordenador o el código del programa es ejecutado en un dispositivo de procesamiento de datos.

Además, de acuerdo con un sexto ejemplo de la exposición, se proporciona un método para construir una superficie determinada por líneas portadoras radialmente hacia afuera de una zona de prescripción delimitada por una primera línea límite que coincide estrechamente con la zona de prescripción en el primer límite y tiene un alto grado de alisado angular en una segunda línea límite, comprendiendo el método las siguientes etapas:

aa) proporcionar una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde un punto de referencia de diseño o punto portador en la zona de prescripción en una dirección respectiva, en donde un perfil de curvatura de la superficie a lo largo de cada línea portadora radialmente hacia afuera de la zona de prescripción, en particular entre la primera la línea límite y la segunda línea límite, es proporcionado por una curva spline cúbica;

5 bb) formar un primer conjunto de series de Fourier truncadas de un orden alto definido, aproximando cada una los coeficientes correspondientes de una primera curva spline para todas las direcciones de línea portadora,

cc) formar un segundo conjunto de series de Fourier truncadas de un orden bajo definido, aproximando cada una los coeficientes correspondientes de una segunda curva spline para todas las direcciones de línea portadora,

10 dd) determinar una tercera curva spline suficiente para determinar una altura de superficie en cualquier ubicación radial dentro del intervalo de las líneas portadoras para cualquier dirección de línea portadora especificada por un promedio ponderado de la primera curva spline y la segunda curva spline para esa dirección, donde la función de ponderación es un función polinómica especificada de la distancia radial desde el primer límite.

En otras palabras, esta descripción propone la introducción de un portador cosmético combinado en las áreas periféricas de la lente que rara vez se usa para la visión foveal mientras se conserva el diseño óptico optimizado en la región central o zona de prescripción de la lente. La superficie portadora puede combinarse suavemente en la zona de prescripción y puede seleccionarse para tener un gradiente de potencia radial máxima aproximadamente constante de magnitud moderada que la mayoría de los usuarios consideró aceptable. El gradiente de potencia radial seleccionado de la superficie portadora puede ser diferente en el par de lentes para los dos ojos para minimizar la diferencia máxima de grosor del borde temporal entre las lentes del par. Para tal fin, una porción de una superficie de lente de forma libre ópticamente optimizada se reemplaza por una extensión cosmética que tiene una tasa de cambio (ROC) constante o casi constante de curvatura tangencial en las direcciones radiales, por ejemplo sobre el anillo delimitado por radios R_{in} , que es la primera línea de límite y R_{out} , que es la segunda línea límite, centrada en las coordenadas (x_0, y_0) y una curvatura tangencial aproximadamente constante fuera del radio R_{out} . Las coordenadas (x_0, y_0) designan un punto portador, en particular en la superficie posterior. La extensión se combina suavemente con la porción central o zona de prescripción en el radio R_{in} del círculo para garantizar la continuidad de las alturas, pendientes y curvaturas de la superficie en el límite R_{in} . El centro del anillo que define el portador o el punto portador está preferiblemente descentrado en la dirección nasal con respecto al punto de referencia del prisma (PRP) para limitar la presencia de la extensión del portador al lado temporal de la lente rebordeada y ajustada. La extensión del anillo y la ROC de curvatura en la zona portadora o zona de transición puede depender de la cantidad de reducción del grosor de la lente requerida para lograr un grosor de borde máximo cosméticamente aceptable de la lente en la montura para las lentes minus o el grosor central para las lentes plus o las lentes de potencia plus, que generalmente serán dictados por la prescripción o las propiedades ópticas predeterminadas. Por ejemplo, el ancho de la zona de transición puede variar desde 10 mm a 20 mm, y el gradiente de curvatura puede variar desde 0,05 a 1,0 dioptrías por mm (D/mm), preferiblemente desde 0,05 a 0,5 D/mm, más preferiblemente desde 0,05 a 0,25 D/mm. Por lo general, el signo de los gradientes radiales será negativo para las lentes con potencia minus y positivo para las lentes con potencia plus con el objetivo de reducir su grosor central.

En particular, la extensión portadora puede calcularse de la siguiente manera:

- Para un número predeterminado, por ejemplo 8, 16, 32, 64, 128, 180, 256, 360 o 512, de direcciones radiales igualmente espaciadas se calculan las extensiones radiales iniciales o líneas portadoras, cada una con el objetivo de proporcionar el perfil de curvatura requerido.
- En cada una de estas direcciones, el ancho predeterminado desde un radio interno (R_{in}) a un radio externo (R_{out}) puede dividirse en pasos iguales, en particular, cada paso no es mayor de 1 mm, preferiblemente no es mayor de 0,5 mm. En general, los pasos también pueden elegirse para que no tengan la misma longitud.
- La altura, Z y pendiente dZ/dR se determinan, y pueden almacenarse temporalmente, para los puntos finales de cada paso de la siguiente manera:
 - La altura y la 1ª y 2ª derivadas de la zona de prescripción se calculan en R a lo largo de la línea portadora respectiva.
 - Se determina un polinomio cúbico $P(R)$ se determina, por ejemplo, mediante un cálculo iterativo, tal que P , dP/dR y d^2P/dR^2 , P y sus derivadas primera y segunda en la dirección radial, coincidan todos en la zona de prescripción en R_{in} y tal que la curvatura al final del primer paso cambie en la cantidad requerida. La cantidad requerida es el cambio de curvatura que habría ocurrido al final del paso respectivo con un gradiente de curvatura constante. Esto proporciona los valores de Z y dZ/dR al final del paso, así como P , dP/dR y d^2P/dR^2 para el inicio del siguiente paso.
 - Este proceso se repite para cada paso.

- 5 – Puede suceder que el cambio de curvatura requerido se logre en un solo paso resultando la variación en la curvatura a lo largo del paso muy no lineal. Esta condición puede detectarse comprobando la curvatura de P(R) en el punto medio del paso. Si se detecta la condición, entonces desde ese punto en adelante, hasta que se alcance R_{out}, P(R) desde el paso anterior puede continuar sin cambios para esa dirección particular.
- Cuando este proceso alcanza R_{out}, se calculan los coeficientes de la expansión de cuarto orden de una continuación circular, y pueden almacenarse temporalmente.
- 10 – Opcionalmente, el procedimiento básico para evaluar la extensión puede ser por interpolación cúbica dentro de un paso entre R_{in} y R_{out} utilizando los valores de Z y dZ/dR en cada extremo del paso, o mediante la evaluación del polinomio de cuarto orden más allá de R_{out}.
- 15 – Opcionalmente, para proporcionar un alisado angular, los coeficientes determinados para cada una de las direcciones radiales no se pueden usar directamente. En cambio, para cada coeficiente se puede construir una serie de Fourier. El coeficiente correspondiente para una dirección general se determina evaluando su serie de Fourier. En esto, se puede construir un par de series de Fourier para cada coeficiente, uno de orden superior, por ejemplo, de orden 16, y otro de orden inferior, por ejemplo, de orden 4. Se requiere el orden superior para lograr una buena coincidencia entre la superficie interior en R_{in} y el inicio de la extensión. El orden bajo es necesario para proporcionar el grado de suavizado angular típicamente necesario para una superficie progresiva compleja. La superficie de extensión final se puede definir entonces mediante una combinación de las formas de orden alto y bajo de la extensión:
- 20 • $Z = Z_2(A, R) + W(R) \cdot (Z_1(A, R) - Z_2(A, R))$ para $R_{in} \leq R < R_{in} + \text{delta}$;
- en donde Z₁ es la serie de Fourier de orden bajo en el ángulo A y la distancia radial R desde el punto portador, en donde Z₂ es la serie de Fourier de orden alto en el ángulo A y la distancia radial R desde el punto portador, y
- $Z = Z_1$ para $R_{out} \geq R \geq R_{in} + \text{delta}$;
- 25 donde W(R) es el polinomio de quinto orden $W(R) = 10 \cdot t^3 - 15 \cdot t^4 + 6 \cdot t^5$, en donde $t = \frac{(R - R_D)}{\text{delta}}$ siendo RD en este caso R_{in}, y siendo delta el ancho de la zona de combinación.

30 Esto proporciona una transición suave desde la forma de orden alto de la extensión en R_{in} o la primera línea límite hasta la forma de orden bajo en R_{in} más delta. El ancho de esta zona de combinación, delta, puede ser 0,6 veces R_{in}. Se ha encontrado que esto funciona bien en la práctica. Un perfeccionamiento adicional puede ser tener la extensión construida en un sistema de coordenadas que esté alineado con el plano tangente a la superficie inicial en (x₀, y₀).

35 Por lo tanto, en el método para proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica de acuerdo con el primer aspecto, la zona de transición está predeterminada entre la primera línea límite o radio interior y la segunda línea límite o radio exterior. En una realización, la zona de transición puede ser predeterminada con un ancho constante. Dentro de esa zona de transición, el método desarrolla un gradiente de curvatura constante. Esto proporciona las ventajas de eficacia para lograr los objetivos, confort visual y simplicidad en la implementación. Además, las extensiones de portador se pueden encontrar de manera directa solamente a través de la longitud predeterminada y el gradiente de curvatura constante en la zona de transición. En particular, a través de un desarrollo gradual que comienza en la primera línea límite hacia la segunda línea límite, puede encontrarse una función que describe cada extensión de portador de manera fiable. Esto también puede proporcionar un método estable que conduzca a una solución viable, pero también puede evitar la necesidad de más rutinas de optimización una vez que las propiedades ópticas para la zona de prescripción han sido predeterminadas.

45 Mediante el método para la suavización angular de la superficie determinada por líneas portadoras radialmente hacia afuera de una zona de prescripción según el tercer aspecto, se puede encontrar la descripción general de las líneas portadoras en ángulo y distancia radial desde un punto portador. Por lo tanto, se encontrará una función generalmente aplicable que proporciona una extensión de línea portadora en cualquier dirección angular dada. Esto se hace describiendo las líneas portadoras en una determinada dirección mediante polinomios correspondientes. Preferiblemente, estos polinomios son del mismo orden y del mismo tipo de polinomio. Por esto, existen coeficientes correspondientes en cada polinomio. Los coeficientes correspondientes ahora se pueden poner en una serie en la dirección angular y esa serie se puede describir por las series de Fourier. Al usar un orden adecuado de las series de Fourier, se puede encontrar aplanamiento o alisado de los polinomios. Por lo tanto, para cada coeficiente de los polinomios que describe la extensión del portador en la zona de transición, se pueden encontrar series de Fourier dependientes del ángulo. Esto se puede hacer para que la zona de transición sea descrita mediante un único polinomio, por ejemplo, solo un polinomio cúbico, lo que significa que la zona de transición solo tiene una sección. Sin embargo, en el caso del enfoque gradual según los perfeccionamientos del primer ejemplo de la exposición, la zona de transición también puede comprender más de una sección, cada una descrita por un polinomio correspondiente y coeficientes

correspondientes para cada línea portadora en cada dirección. Por lo tanto, esto también se puede aplicar para más de una sección en caso de que las secciones correspondientes se describan mediante polinomios correspondientes en cada dirección angular. Además, los polinomios o la función del perfil fuera de la zona de prescripción deberían ser dos veces continuamente diferenciables en la dirección radial.

- 5 En consecuencia, esto conduce a un método de fabricación de acuerdo con el cuarto ejemplo de la exposición y una lente para gafas acabada sin cortar de acuerdo con el quinto ejemplo de la exposición que incorpora las ventajas correspondientes.

10 Un método para minimizar la diferencia de grosor entre dos lentes oftálmicas para las mismas gafas según el sexto ejemplo de la exposición proporciona una optimización estable y simple para adaptar una forma de lente de una lente para minimizar una medida de la diferencia de grosor entre dos lentes oftálmicas para las mismas gafas. En particular, esto no se logra mediante la sustitución de la superficie posterior fuera de la zona de prescripción por extensiones de portador, sino a partir de la descripción completa de la superficie posterior que satisface las propiedades ópticas predeterminadas, solo se aplica una fracción de la diferencia entre las formas de lentes modificadas, que, por ejemplo, podría haberse logrado mediante los métodos según el primer ejemplo de la exposición o uno de sus perfeccionamientos o el segundo ejemplo de la exposición o el tercer ejemplo de la exposición o uno de sus perfeccionamientos. Esto puede ser útil para proporcionar ambas lentes oftálmicas con las apariencias estéticas correspondientes.

Por lo tanto, el producto de programa de ordenador según el tercer aspecto del medio de almacenamiento legible por máquina según el cuarto aspecto incorpora las mismas ventajas que el método según el primer aspecto de la invención.

20 El término "lente para gafas acabada sin cortar" de acuerdo con la solicitud actual pretende significar una pieza elemental de lente que tiene dos superficies, es decir, la superficie frontal y la superficie posterior, que tienen ambas su forma final antes del rebordado. Esto corresponde a la sección 8.4.7 de la norma DIN EN ISO 13666: 1998-11 del DIN Deutschen Institut für Normung e.V. También, se puede utilizar el término "lente sin cortar" según 8.4.7 de la norma DIN EN ISO 13666: 1998-11 del DIN Deutschen Institut für Normung e.V. Se puede aplicar un recubrimiento a ninguna, una o ambas superficies. Puede tener una forma circular o elíptica. En el caso de una pieza elemental de lente circular, el diámetro puede ser de al menos 60 mm, en particular desde 60 mm a 90 mm inclusive. En el caso de una pieza elemental de lente elíptica, el diámetro más pequeño puede ser de al menos 60 mm, en particular desde 60 mm a 90 mm inclusive.

Se pretende que un "meridiano" de acuerdo con 5.7.1 de DIN EN ISO 13666 signifique cualquier plano que contenga el centro de curvatura de dicha superficie.

30 En el contexto de la presente solicitud, un "punto visual" pretende en este caso significar el punto en la superficie posterior de la lente para gafas en el que la línea de visión se interseca con la superficie posterior de la lente para gafas, cuando el ojo asume una posición relajada. Esto también se conoce como "posición primaria" según el N° 5.31 de la norma DIN EN ISO 13666, es decir, una posición del ojo en relación con el cuerpo para el caso en el que los ojos miran directamente en una dirección de fijación a un objeto que se encuentra a la altura de los ojos. La posición del punto de ajuste se puede colocar y leer como una marca en la lente para gafas acabada sin cortar.

35 En el caso de descentrado de acuerdo con el N° 5.23 en la norma DIN EN ISO 13666 de la lente para gafas, el punto de centrado requerido es diferente del centro de caja en la forma de la lente para gafas rebordada, compárese el N° 5.23 para "descentrado" con el N° 5.24 "punto de centrado" en la norma DIN EN ISO 13666. En particular, el plano en sección transversal puede entonces comprender el "punto de ajuste" de acuerdo con el N° 5.24 de la norma DIN EN ISO 13666, es decir, el punto en la superficie frontal de la lente para gafas o de la lente para gafas acabada sin cortar que, según la estipulación del fabricante, debe usarse como punto de referencia para colocar la lente delante del ojo. La posición del punto de ajuste generalmente está situada y se puede leer como una marca en la lente para gafas acabada sin cortar.

45 Los términos "superficie frontal" y "superficie posterior" en el contexto de la presente solicitud corresponden a los de la norma DIN EN ISO 13666: 1998-11 del DIN Deutschen Institut für Normung e.V. De acuerdo con el N° 5.8 de la norma DIN EN ISO 13666, el término "superficie frontal" pretende significar la superficie de la lente para gafas que está destinada a mirar hacia afuera del ojo en las gafas. De acuerdo con el N° 5.9 de la norma DIN EN ISO 13666, el término "superficie posterior" pretende significar la superficie de una lente para gafas que está destinada a mirar hacia el ojo en las gafas. Sin embargo, el término "superficie frontal" y "superficie posterior" también podrían intercambiarse por "primera superficie" y "segunda superficie", respectivamente.

50 Una "prescripción" se conoce comúnmente como los valores ópticos que debe cumplir un diseño óptico para corregir las aberraciones del ojo humano del usuario. En particular, la prescripción puede proporcionar valores de cilindro de esfera y de eje o parámetros equivalentes. Además, se puede prescribir una adición, es decir, una diferencia entre la porción de cerca y de lejos de la lente, así como ciertas potencias prismáticas a lo largo de un eje asociado.

55 El "punto portador" en la superficie posterior es el punto desde el cual emanan las líneas portadoras, en particular las líneas portadoras rectas. Puede ser cualquier punto en la superficie posterior de la lente. Sin embargo, preferiblemente es el punto situado dentro del área de superficie dentro de la primera línea límite, es decir, la zona de prescripción. En ejemplos, el punto portador puede ser el punto visual y/o el centro geométrico de la lente para gafas acabada sin

5 cortar. En particular, el punto portador puede estar descentrado 10 mm en dirección nasal desde el punto de referencia del prisma. En particular, el descentrado puede determinarse dentro de un plano de referencia de diseño o determinada proyectada en un plano paralelo o idéntico al plano tangencial del centro geométrico de la superficie posterior de la lente respectiva. El punto de referencia del prisma puede ser el punto sobre la superficie frontal estipulado por el fabricante en el que se determina el efecto prismático de la lente acabada.

10 La "primera línea límite" determina el límite exterior del área de la superficie posterior que se ha de preservar o de la zona de prescripción. La línea límite no es una línea recta. La línea límite puede ser una sección de un círculo, pero no necesariamente tiene que ser una sección de un círculo. Es una curva que encierra la zona de prescripción, es decir, el área de la superficie posterior que se ha de preservar. Puede ser una línea cerrada. Sin embargo, también puede comenzar y terminar en el borde exterior de la lente para gafas acabada sin cortar, es decir, de modo que el área de superficie cerrada esté "abierta" radialmente hacia afuera. En particular, puede cubrir solo un lado del área de la lente, por ejemplo, el lado temporal. La línea puede ser un círculo o tener una forma diferente, por ejemplo, una forma correspondiente a una montura en la que se ha de insertar la lente oftálmica.

15 Por lo tanto, la "zona de prescripción" debe entenderse como el área de la superficie posterior que se preserva y satisface las propiedades ópticas deseadas, por ejemplo, la prescripción. Las líneas portadoras se extienden radialmente hacia afuera desde esa zona de prescripción. Como alternativa a la "zona de prescripción", se puede usar el término "zona óptica".

20 Un "perfil de curvatura" significa el perfil o desarrollo de la curvatura de la superficie en una dirección particular. En particular, puede ser el perfil de curvatura de la superficie posterior a lo largo de una línea portadora, es decir, en la dirección de una línea portadora.

25 Una "línea portadora" como se explicó anteriormente puede ser una línea portadora que discurre en un cierto ángulo y que emana desde el punto portador. En particular, puede ser una línea portadora recta proyectada en un plano orientado adecuadamente, por ejemplo, un plano tangencial al centro geométrico de la superficie posterior de la lente. El centro geométrico puede definirse como la intersección de las líneas centrales horizontales y verticales de la forma de la lente, en particular de la lente oftálmica o la pieza elemental de la lente acabada sin cortar. Por ejemplo, en caso de que el punto portador sea el centro geométrico de la lente para gafas acabada sin cortar, el ángulo se desarrollaría alrededor de la línea central geométrica de la lente. En caso de que el punto portador no sea el centro geométrico, podría definirse una línea correspondiente paralela a la línea central geométrica a través del punto portador.

30 Un "requisito de grosor" para la lente oftálmica es una condición o condición límite. Por ejemplo, el requisito de grosor puede ser un valor establecido para el grosor más pequeño del borde exterior de la lente para gafas acabada sin cortar a lo largo de su periferia. Esto se aplica a lentes plus o a lentes de potencia plus, en particular. Como otro ejemplo, el requisito de grosor puede ser un grosor mínimo del borde exterior de la lente para gafas acabada sin cortar a lo largo de su periferia. Por lo tanto, un valor para el grosor más pequeño del borde exterior de la lente para gafas acabada sin cortar a lo largo de su periferia tiene que ser igual o mayor que el grosor mínimo. Además, puede ser un grosor máximo a lo largo de una línea de montura, es decir, el borde exterior de la lente rebordeada. Esto se aplica a las lentes minus, en particular.

35 Por lo tanto, el objeto establecido anteriormente se logra completamente.

40 En un perfeccionamiento del método según el primer aspecto de la invención, una curvatura a lo largo de la línea portadora entre la segunda línea límite y el borde exterior es esencialmente constante, en particular constante. La curvatura entre la segunda línea límite y el borde exterior puede ser igual a la curvatura a lo largo de la línea portadora en la zona de transición en la segunda línea límite.

45 La curvatura a lo largo de la línea portadora es la curvatura en la dirección de la línea portadora respectiva. Se puede lograr una curvatura constante, por ejemplo, continuando la línea portadora como un arco circular o una sección de arco circular más allá de la segunda línea límite hacia el borde exterior. En caso de que la curvatura sea cero, continuar la línea portadora como una línea recta también sería posible en teoría. Una curvatura esencialmente constante entre la segunda línea límite y el borde exterior también se puede construir a través de una expansión de cuarto orden o polinomio de cuarto orden de una extensión circular.

50 En un perfeccionamiento del método según el primer aspecto de la invención, el gradiente de curvatura constante deseado se establece en base a la curvatura de la zona de prescripción en la primera línea límite y una condición límite para la curvatura dentro de la zona de transición. En particular, el gradiente de curvatura puede establecerse en base a una reducción de espesor deseada o un requisito de espesor deseado de la lente oftálmica a lo largo de la línea portadora.

55 Mediante esto, se puede encontrar un gradiente de curvatura constante que se ajuste a las necesidades deseadas. En general, el gradiente de curvatura constante puede ser el mismo para cada línea portadora. Alternativamente, el gradiente de curvatura constante puede ser diferente para diferentes líneas transportadoras. El gradiente de curvatura constante puede establecerse individualmente para cada línea portadora. En otras palabras, el gradiente de curvatura constante puede variar con el ángulo. Una condición límite para la curvatura dentro de la zona de transición puede ser

5 cero y/o curvatura de la superficie frontal en el mismo sistema de referencia. Por supuesto, se pueden establecer otras curvaturas. Además, el gradiente de curvatura puede establecerse para lograr una reducción de grosor deseada o un grosor deseado en un punto específico a lo largo de la línea portadora, por ejemplo, la segunda línea límite o en un borde exterior de la lente oftálmica. En particular, en el caso de lentes minus, la condición límite puede ser que la curvatura y/o pendiente de la superficie posterior no resulte menor que la curvatura y/o pendiente de la superficie frontal dentro del mismo sistema de referencia. Esto significa que por esa condición límite, la lente podría no resultar demasiado delgada radialmente hacia afuera. Además, al establecer una condición límite a cero, se evitaría que el signo de la curvatura cambiara.

10 Según otro perfeccionamiento del método según el primer aspecto, el gradiente de curvatura constante deseado puede establecerse en base a la curvatura de la zona de prescripción en la primera línea límite y el objetivo de curvatura que se ha de alcanzar en la segunda línea límite, y en donde el objetivo de curvatura es cero y/o una curvatura de la superficie frontal. En particular, la curvatura de la superficie frontal se determina en el mismo sistema de coordenadas o sistema de referencia que la curvatura de la superficie posterior. Además, en particular, la superficie frontal es una superficie esférica.

15 Por esto, siempre que la curvatura de la zona de prescripción en la primera línea límite y el objetivo de curvatura sean cero o la curvatura de la superficie frontal dentro del mismo sistema de referencia en la segunda línea límite, se establecen los puntos de inicio y final de la curvatura a lo largo de la línea portadora a través de la zona de transición. Dado el ancho o la longitud, en particular la longitud constante, de la zona de transición, el gradiente de curvatura constante o el gradiente de curvatura constante deseado se puede determinar de manera directa.

20 En un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto, el gradiente de curvatura se establece para que sea negativo en caso de que la lente oftálmica sea una lente minus o una lente de potencia minus y el gradiente de curvatura se establece para que sea positivo en caso de que la lente oftálmica es una lente plus o una lente de potencia plus.

25 Por supuesto, esto puede depender del sistema de referencia elegido. En caso de que un plano tangencial al punto de vértice de la superficie frontal, en particular una superficie frontal esférica, o un plano tangencial a la superficie posterior en el centro geométrico de la superficie posterior de la lente se elija como plano cero, la curvatura de la superficie frontal podría elegirse para que sea positiva. Entonces, el gradiente de curvatura que se establece como negativo en el caso de una lente negativa conduciría a que la curvatura de la superficie posterior disminuya y la superficie posterior se curve "hacia atrás" hacia el plano cero, por ejemplo, hasta que se satisfaga una curvatura de cero, es decir, la superficie posterior ya no está curvada, sino que discurre recta desde un cierto punto radialmente hacia afuera.

30 En otro perfeccionamiento del método de acuerdo con el primer aspecto de la invención, el perfil de curvatura se determina determinando una curva spline cúbica desde la primera línea límite hasta la segunda línea límite, en donde la curva spline cúbica se compone de una pluralidad de secciones, cada una descrita por un polinomio cúbico, y en donde los polinomios cúbicos se determinan al nivel de sección desde la línea límite interna hasta la línea límite externa. Esto se puede hacer de modo que una altura sagital, una pendiente y una curvatura de la superficie posterior a lo largo de la línea portadora sean continuas y la curvatura a lo largo de la línea portadora cambie sobre cada sección dando como resultado un gradiente de curvatura aproximado y constante sobre la zona de transición. En particular, al establecer una longitud constante para las secciones, la curvatura a lo largo de la línea portadora puede cambiar sobre cada sección en la misma cantidad.

35 De esta manera, el gradiente de curvatura constante deseado se puede lograr sobre la zona de transición mediante el uso de una curva spline cúbica compuesta por una pluralidad de secciones, cada una descrita por un polinomio cúbico. El desarrollo gradual se lleva a cabo desde la primera línea límite hasta la segunda línea límite. La curva spline cúbica es un polinomio de tercer orden, lo que significa que hay cuatro parámetros disponibles para construir un polinomio respectivo. La altura sagital, la primera derivada o pendiente y la segunda derivada o curvatura en la dirección radial al comienzo de la línea portadora y la primera línea límite ya determinan tres de estos parámetros. Por lo tanto, queda un cuarto parámetro para diseñar el gradiente de curvatura sobre la zona de transición. Al conocer la curvatura objetivo en la segunda línea límite externa, es posible predecir de antemano la curvatura al final de cada etapa que debe alcanzarse para encontrar un gradiente de curvatura constante aproximado sobre la zona de transición completa. Por lo tanto, la curvatura objetivo para el final de cada etapa también se conoce y se usa para establecer el cuarto parámetro del polinomio cúbico para cada etapa. Esto nuevamente conduce a las condiciones iniciales para la siguiente etapa y así sucesivamente. Por esto, utilizando curvas spline cúbicas y el desarrollo gradual, se puede desarrollar un gradiente de curvatura constante aproximado comenzando desde la primera línea límite hacia la segunda línea límite.

40 En otro perfeccionamiento del método de acuerdo con el primer aspecto de la invención, el perfil de curvatura se determina determinando una curva spline cúbica desde la primera línea límite hasta la segunda línea límite, en donde la curva spline cúbica se compone de una pluralidad de secciones cada una descrita por un polinomio cúbico, y en donde los polinomios cúbicos se determinan al nivel de sección desde la línea límite interna a la línea límite externa de manera que una altura sagital, una pendiente y una curvatura de la superficie posterior a lo largo de la línea portadora sean continuas y el gradiente de curvatura se restablece al gradiente de curvatura constante deseado para cada polinomio en el extremo radialmente hacia adentro de cada sección.

- De esta manera, no es el objetivo de curvatura al final de cada etapa el que se usa para definir el polinomio cúbico para cada etapa. En cambio, el gradiente de curvatura se puede restablecer al gradiente de curvatura constante deseado al comienzo de cada sección. Particular en caso de que se elijan pasos relativamente pequeños, esto también puede servir para encontrar un gradiente de curvatura constante aproximado sobre la zona de transición mediante una curva spline cúbica compuesta de polinomios cúbicos. Cuanto más pequeños se elijan los pasos, mejor se puede aproximar el gradiente de curvatura constante.
- En otro perfeccionamiento, una longitud de la zona de transición a lo largo de cada línea portadora es constante, dando como resultado una segunda línea límite que delimita la zona de transición radialmente hacia afuera y la segunda línea límite está radialmente desplazada desde la primera línea límite por la longitud.
- En este perfeccionamiento, se establece una longitud constante para la zona de transición a lo largo de cada zona. Sin embargo, esta es solo una realización posible. La longitud de la zona de transición también se puede determinar independientemente para cada línea portadora. La longitud de la zona de transición puede ser diferente para cada línea portadora.
- En otro perfeccionamiento del método del primer aspecto de la invención, la longitud de la zona de transición está dentro de un intervalo de al menos 10 mm hasta 20 mm inclusive. En particular, puede ser de 10 mm, 15 mm o 17,5 mm.
- En otro perfeccionamiento de cualquier aspecto de la invención, el gradiente de curvatura constante puede tener una magnitud en el intervalo de 0,05 dioptrías/mm inclusive hasta 1,5 dioptrías/mm inclusive, en particular puede ser de 1,2 dioptrías/mm. En particular, el gradiente de curvatura constante puede tener una magnitud diferente de cero. En particular, el gradiente de curvatura constante tiene una magnitud en un intervalo desde 0,05 dioptrías/mm inclusive hasta 1,0 dioptrías/mm inclusive con una longitud de la zona de transición de más de 12 mm. El gradiente de curvatura constante puede tener una magnitud en un intervalo desde 1,0 dioptrías/mm inclusive hasta 1,5 dioptrías/mm inclusive siendo una longitud de la zona de transición menor o igual a 12 mm. Para una longitud incluso más corta de la zona de transición, el gradiente de curvatura constante puede ser mayor que 1,5 dioptrías/mm, por ejemplo de 4 dioptrías/mm o incluso de 5 dioptrías/mm.
- Se ha encontrado que estos parámetros proporcionan lentes oftálmicas estéticamente agradables con buena visión periférica y rendimiento de visión dinámica en intervalos de prescripción comunes.
- En un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, la longitud de cada sección está dentro del intervalo desde al menos 0,5 mm inclusive hasta 2 mm inclusive. En particular, la longitud de cada sección puede ser de 1 mm.
- Se ha encontrado que este es un intervalo suficientemente corto para proporcionar el gradiente de curvatura aproximadamente constante. Generalmente, la longitud de cada sección puede ser constante, es decir, cada sección a lo largo de una línea portadora respectiva puede tener la misma longitud. Además, la longitud puede ser constante para todas las líneas portadoras. Sin embargo, alternativamente, la longitud se puede establecer de forma independiente o diferente para cada línea portadora. De esta manera, por ejemplo, el número de secciones puede mantenerse constante entre diferentes líneas portadoras, incluso en caso de que la longitud de la zona de transición varíe.
- En el perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, el método comprende además una etapa de comprobar, para cada línea portadora, si un grosor de la lente para gafas en un borde exterior y/o en una línea de montura pretendida junto con las lentes oftálmicas que se han de rebordear está por encima de un umbral predefinido o satisface un requisito de grosor predeterminado y, si no, cambiar, en particular reducir o aumentar, la magnitud del gradiente de curvatura constante deseado. Por lo tanto, en caso de que, por cualquier motivo, el grosor de la lente de acuerdo con el diseño de la lente adquirida deba ser demasiado pequeño, la magnitud del gradiente de curvatura constante deseado podría reducirse en el caso de una lente minus o de una lente de potencia minus y podría aumentarse en caso de una lente plus o de una lente de potencia plus. Entonces, El método podría llevarse a cabo nuevamente para proporcionar un diseño de lente adecuado. Mediante tal comprobación para cada línea portadora, se pueden evitar soluciones o resultados no viables que proporcionan grosores demasiado pequeños.
- Según un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, la lente oftálmica es una lente para gafas acabada sin cortar.
- Dicha lente para gafas acabada sin cortar es más grande que la lente oftálmica finalmente rebordeada para las gafas y la lente para gafas acabada sin cortar puede ser de forma circular o elíptica. La línea de montura pretendida a lo largo de la cual se rebordeará una lente oftálmica puede conocerse de antemano y, por lo tanto, el punto portador puede colocarse correspondientemente.
- Según otro perfeccionamiento del método según el primer aspecto de la invención, el perfil de curvatura de la forma de lente predeterminada de la superficie posterior se preserva dentro de la primera línea límite.
- Por esto, las propiedades ópticas predeterminadas se mantienen dentro de la zona de prescripción.

- De acuerdo con un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, al menos la altura sagital de la zona de prescripción de la superficie posterior transita continuamente en la primera línea límite a cada línea portadora. Preferiblemente, además, una pendiente de la zona de prescripción de la superficie posterior en la dirección a lo largo de la línea portadora transita continuamente en la primera línea límite a cada línea portadora. Incluso más preferiblemente, además una curvatura de la zona de prescripción de la superficie posterior en la dirección a lo largo de la línea portadora transita continuamente en la primera línea límite a cada línea portadora.
- La superficie posterior puede ser continua en la primera línea límite para cada línea portadora. Preferiblemente, para cada línea portadora, la superficie posterior es continuamente diferenciable en la dirección radial, en la dirección de la línea portadora, en la primera línea límite. Incluso más preferiblemente, para cada línea portadora, la superficie posterior es doble o dos veces continuamente diferenciable en la dirección radial, es decir, en la dirección de la línea portadora, en la primera línea límite. La altura sagital y la primera derivada de la superficie posterior en la dirección radial a lo largo de la línea portadora pueden ser continuas en la primera línea límite. La segunda derivada de la superficie posterior en la dirección radial a lo largo de la línea portadora también puede ser continua. No se pueden prever saltos ni dobleces dentro de la superficie posterior. La curvatura puede ser continua. Sin embargo, puede permitirse un salto, en particular un ligero salto, de curvatura en la primera línea límite.
- Según un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, la longitud debe medirse dentro de un plano paralelo a un plano tangencial en el punto portador de la superficie posterior. También se puede medir dentro de un plano paralelo o idéntico a un plano tangencial al centro geométrico de la superficie posterior de la lente o un plano tangencial a la superficie posterior en el centro geométrico de la superficie posterior de la lente.
- Mediante esto, se puede establecer una longitud o anchura, en particular una longitud constante o anchura constante, de la zona de transición de la superficie posterior entre la primera y la segunda líneas límite en la dirección radial.
- Según un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, el punto portador se desplaza nasalmente desde un punto de referencia del prisma de la lente oftálmica.
- De esa manera, la porción nasal de las lentes dentro de la montura comprende la zona de prescripción con buenas propiedades ópticas. Hacia afuera, hacia el lado de la sien de las lentes oftálmicas, la zona de prescripción se mezcla suavemente en la zona del margen.
- Según un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, la primera línea límite es circular y la segunda línea límite es circular.
- Se ha encontrado que tales líneas límite circulares simplifican las etapas de determinación. En este perfeccionamiento, la primera línea límite y la segunda línea límite tienen el mismo punto central que es el punto portador. En particular, los círculos pueden tener un radio lo suficientemente grande como para que las líneas límite se extiendan en el lado de la sien del punto portador sobre la lente oftálmica y no estén presentes en el lado nasal de la referencia de diseño. Sin embargo, se pueden elegir otros contornos de las líneas límite, por ejemplo, correspondientes a una línea de montura pretendida.
- En un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, el perfil de curvatura a lo largo de cada línea portadora radialmente hacia afuera de la segunda línea límite se determina a través o como un arco circular o como una sección de arco circular.
- De esta manera, la línea portadora puede continuar con una curvatura constante. También se puede determinar un único polinomio de cuarto orden para proporcionar una curvatura esencialmente constante y una extensión esencialmente circular de la línea portadora. En particular, la curvatura, la pendiente y la altura sagital en la zona de transición en la segunda línea límite pueden extenderse continuamente hacia afuera a través de la zona del margen. El polinomio de cuarto orden se determina correspondientemente. En caso de que la curvatura más allá de la segunda línea límite no necesite ser constante, se puede usar un polinomio cuadrático. Al requerir la misma altura sagital y primera y segunda derivadas continuas de la línea portadora en la segunda línea límite, ya se determinaría un polinomio cuadrático.
- En un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, el método comprende además las siguientes etapas para proporcionar un alisado angular de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la primera línea límite:
- i) formar una serie de valores de coeficiente de coeficientes correspondientes de una función respectiva que describe cada línea portadora en la zona de transición, en particular de los polinomios cúbicos de cada línea portadora,
 - ii) determinar, para cada coeficiente correspondiente, una primera serie de Fourier de primer orden que aproxima la serie de valores de coeficiente, para obtener un primer conjunto de series de Fourier, cada una de las cuales depende de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el primer conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado.

Mediante esto, se proporciona una descripción general de las líneas portadoras para cualquier ángulo dado. Además, a través de la serie definitiva de Fourier de un orden predeterminado, esa descripción se suaviza en la dirección angular. En este perfeccionamiento, la serie de Fourier puede tener cualquier orden que se considere satisfactorio. En particular, el suavizado depende del orden de la serie de Fourier. Cuanto mayor sea el orden de la serie de Fourier, más precisa será la aproximación proporcionada.

En un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, el método comprende las etapas adicionales de:

iii) determinar, para cada coeficiente, una segunda serie de Fourier de un segundo orden que se aproxima a la serie de valores de coeficiente, para obtener un segundo conjunto de series de Fourier cada una dependiente de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el segundo conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado, en donde el segundo orden es más elevado que el primer orden, y en donde el segundo conjunto de series de Fourier se aplica en la primera línea límite,

iv) combinar el segundo conjunto de series de Fourier al primer conjunto de series de Fourier radialmente hacia afuera sobre una zona de combinación, en particular para que solo el primer conjunto de series de Fourier se aplique más allá de la zona de combinación.

Mediante esto, el alisado se puede combinar adicionalmente desde la primera línea límite, es decir, en la zona de prescripción, hacia la segunda línea límite, es decir, al final de la zona de transición y hacia la porción de margen. En la primera línea límite, se usa una serie de Fourier de orden elevado que no proporciona mucho suavizado y describe la serie de los valores de coeficiente de las series polinómicas cercanas a sus valores originales previamente determinados. Las series Fourier de orden bajo proporcionan un mayor suavizado. Sobre la zona de transición, las series de Fourier se combinan entonces desde las series de Fourier de orden elevado hacia las series de Fourier de orden bajo.

En un perfeccionamiento adicional del método según el primer aspecto de la invención, la etapa de combinación se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$Z = Z_2(A, R) + W(R) \cdot (Z_1(A, R) - Z_2(A, R)),$$

en la que Z es la altura sagital resultante, A es el ángulo alrededor del punto portador, R es la distancia radial desde el punto portador, $Z_1(A, R)$ es la altura sagital en el ángulo A y la distancia radial R basada en el primer conjunto de series de Fourier, y $Z_2(A, R)$ es la altura sagital en el ángulo y la distancia radial basada en el segundo conjunto de series de Fourier, y en donde $W(R)$ es un polinomio de combinación de quinto orden, en particular en donde

$$W(R) = 10 \cdot t^3 - 15 \cdot t^4 + 6 \cdot t^5,$$

en donde $t = \frac{(R - RD)}{\text{delta}}$, y en donde RD es la distancia radial entre la primera línea límite y el punto portador en el ángulo A, y en donde delta es el ancho de la zona de combinación, en particular en donde delta es 0,6 veces la distancia radial entre la primera línea límite y el punto portador en el ángulo A.

De esta manera, se ha encontrado que se puede proporcionar una combinación satisfactoria de la serie de Fourier de orden elevado, definida hacia la serie de Fourier de orden definitivo. El polinomio de combinación de quinto orden ha sido elegido ya que proporciona una transición suave desde la serie de Fourier definitiva de orden elevado hacia la serie de Fourier definitiva de orden bajo. En particular, ese polinomio proporciona un valor para t de cero en el caso de que R sea igual a RD, es decir, en la primera línea de límite. Por lo tanto, $W(0) = 0$, $W'(0) = 0$ y $W''(0) = 0$. Además, para $R = R + \text{delta}$, t es 1 y W resulta 1 también. Sin embargo, $W'(t=1) = 0$ y $W''(t=1) = 0$ también. Esto proporciona una transición suave entre las series Fourier de orden elevado y bajo.

En un perfeccionamiento adicional de un método según el tercer ejemplo de la exposición, el método comprende las etapas adicionales de:

iv) determinar, para cada coeficiente, una segunda serie de Fourier de un segundo orden que se aproxima a la serie de valores de coeficiente, para obtener un segundo conjunto de series de Fourier, cada una de las cuales depende de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el segundo conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado, en donde el segundo orden es más elevado que el primer orden, y en donde el segundo conjunto de series de Fourier se aplica en la primera línea límite,

v) combinar el segundo conjunto de series de Fourier al primer conjunto de series de Fourier radialmente hacia afuera sobre una zona de combinación, en particular para que solo el primer conjunto de series de Fourier se aplique más allá de la zona de combinación.

Por lo tanto, se pueden lograr ventajas similares en el método según el tercer ejemplo de la exposición.

En otro perfeccionamiento del método según el tercer ejemplo de la divulgación, la etapa de combinación se lleva a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$Z=Z_2(A,R)+W(R)\cdot(Z_1(A,R)-Z_2(A,R))$$

- 5 en donde Z es la altura sagital resultante, A es el ángulo alrededor del punto portador, R es la distancia radial desde el punto portador, $Z_1(A,R)$ es la altura sagital en el ángulo A y la distancia radial R basada en el primer conjunto de series de Fourier, y $Z_2(A,R)$ es la altura sagital en el ángulo A y la distancia radial R basada en el segundo conjunto de series de Fourier, y en donde W(R) es un polinomio de combinación de quinto orden, en particular en donde

$$W(R)=10\cdot t^3-15\cdot t^4+6\cdot t^5,$$

- 10 en donde $t = \frac{(R-RD)}{\text{delta}}$, y en donde RD es la distancia radial entre la primera línea límite (18) y el punto portador en el ángulo A, y en donde delta es el ancho de la zona de combinación, en particular en donde delta es 0,6 veces la distancia radial entre la primera línea límite (18) y el punto portador en el ángulo A.

De nuevo, esto puede proporcionar una combinación suave desde la primera serie de Fourier hacia la segunda serie de Fourier.

- 15 En particular, los métodos y enseñanzas anteriores se pueden aplicar para lentes minus o lentes de potencia minus, en particular en el caso de gafas deportivas. En particular, las enseñanzas se pueden aplicar para lentes que tienen una curvatura de la superficie frontal de 6 a 9 dioptrías a un índice de refracción de 1,53.

- 20 Además, en un perfeccionamiento de la lente oftálmica, en particular la lente para gafas acabada sin cortar, según el quinto ejemplo de la exposición, la zona de transición tiene la misma longitud a lo largo de cualquier línea recta que emana desde el punto. En particular, la longitud se mide paralela a un plano tangencial al punto de la superficie posterior o tangencial a la superficie posterior en el punto de la superficie posterior.

En un perfeccionamiento adicional de la lente oftálmica, en particular la lente para gafas acabada sin cortar, según el quinto ejemplo de la exposición, la longitud de la zona de transición está dentro de un intervalo de al menos 10 mm hasta 20 mm inclusive, en particular 10 mm, 15 mm o 17,5 mm.

- 25 Debe entenderse que las características mencionadas anteriormente y las que aún han de ser explicadas a continuación pueden usarse no solo en la combinación indicada respectivamente, sino también en otras combinaciones o por separado, sin salir del alcance de la presente invención.

Breve descripción de las diversas vistas del dibujo

Las realizaciones de la invención se representan en el dibujo y se explicarán con más detalle en la descripción siguiente.

- 30 La Fig. 1 muestra una realización de un método para proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica,
La Fig. 2 muestra un diagrama simplificado que muestra e ilustra una realización de las diferentes etapas del método en la Fig. 1,
La Fig. 3 muestra otro diagrama simplificado general que muestra e ilustra las diferentes etapas del método para lentes plus y para lentes minus,
35 La Fig. 4 muestra una realización de una lente oftálmica, en particular una lente para gafas acabada sin cortar,
La Fig. 5 muestra la lente para gafas acabada sin cortar de la Fig. 4 a lo largo de una línea de sección X-X,
La Fig. 6 muestra otra realización de una lente oftálmica, en particular una lente para gafas acabada sin cortar,
La Fig. 7 muestra la realización de la Fig. 6 y las diferentes zonas del diseño,
La Fig. 8 muestra un ejemplo del desarrollo de la curvatura en una dirección radial en un cierto ángulo de la realización en las Figs. 6 y 7,
40 La Fig. 9a muestra otra realización de una lente oftálmica, en particular una lente para gafas acabada sin cortar,
La Fig. 9b muestra un ejemplo del desarrollo de la curvatura en una dirección radial en un meridiano de 180 grados de la realización en la Fig. 9a,

La Fig. 9c muestra un ejemplo del desarrollo del grosor en una dirección radial en un meridiano de 180 grados de la realización en la Fig. 9a,

La Fig. 10a muestra el astigmatismo de superficie y óptico en un ejemplo de lente minus proporcionada según el método para el alisado angular de una superficie determinada por líneas portadoras,

5 La Fig. 10b muestra el astigmatismo de superficie y óptico en un ejemplo de lente plus proporcionada según el método para el alisado angular de una superficie determinada por líneas portadoras,

La Fig. 11 muestra una realización de un método para el alisado angular de una superficie determinada por líneas portadoras,

10 La Fig. 12 muestra una realización de un método para minimizar la diferencia de grosor entre dos lentes oftálmicas para las mismas gafas, y

La Fig. 13 muestra un diagrama de bloques de una realización de un método de fabricación.

Descripción detallada de la invención

La Fig. 1 muestra una realización del método según el primer aspecto de la invención. El método se designa generalmente por el número de referencia 100.

15 La realización del método, a continuación, se explica viendo ambas Figs. 1 y 2.

Al principio, se lleva a cabo una etapa 102 para proporcionar una forma de lente 10 predeterminada de una lente oftálmica, en particular una lente para gafas acabada sin cortar, que tiene una superficie frontal y una superficie posterior, en donde la forma de lente predeterminada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal y una forma predeterminada de la superficie posterior dentro de una zona de prescripción de la superficie posterior delimitada por una primera línea límite, de modo que la lente oftálmica satisfaga propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona de prescripción.

20 En la Fig. 2, la lente 10 para gafas acabada sin cortar se muestra esquemáticamente con una vista en la superficie posterior en la parte superior izquierda. El método 100 sigue a continuación las flechas hasta la línea inferior. La lente para gafas acabada sin cortar tiene una periferia o borde exterior 16 de la lente oftálmica, que puede ser una lente para gafas acabada sin cortar. Por ejemplo, se puede proporcionar un ángulo mínimo 12 de rotación del ojo que se preservará con relación a las propiedades ópticas de la superficie posterior, sin embargo, eso no es necesario. Además, se determina un punto portador o punto de referencia de diseño en la superficie posterior. Solo como ejemplo, el punto portador puede ser el centro geométrico de la lente oftálmica. El punto portador también puede estar en o detrás de la cruz de ajuste de la lente oftálmica. El punto portador también puede desplazarse nasalmente. Solo como un ejemplo, cuando se ve en una dirección correspondiente a la de un sistema estándar en caja, el punto portador puede desplazarse nasalmente desde el punto de referencia del prisma, en particular en 10 mm. El plano en el que se mide el desplazamiento nasal puede definirse alternativamente como un plano tangencial al centro geométrico de la superficie posterior de la lente. La periferia de la lente para gafas acabada sin cortar puede tener la forma de un círculo o una elipse.

35 Luego, en una etapa 104, se determina una primera línea límite 18. En particular, un perfil de curvatura de la forma original de la superficie posterior debe preservarse dentro de la primera línea límite 18. Además, en particular, el punto portador 14 se establece en la superficie posterior, en el ejemplo dado en el centro geométrico, y se determina una primera línea límite 18 en la superficie posterior, en particular cuando se debe preservar un perfil de curvatura de la forma original de la superficie posterior dentro de la primera línea límite 18. Por lo tanto, como se muestra en la parte superior derecha de la Fig. 2, la primera línea límite 18 se dibujará habitualmente para encerrar el ángulo mínimo 12 de rotación del ojo pretendido. La primera línea límite 18 encierra un dominio de puntos de transición en la superficie posterior de los rayos para el ojo de observación. Más exactamente, los puntos de este dominio se refieren a todos los rayos para un ángulo de visión del ojo de hasta 12 grados. La forma de la línea límite puede elegirse para que sea idéntica a la forma de la montura en la que se ha de insertar la lente final. Sin embargo, también puede ser un círculo como se muestra en otros ejemplos. Dentro de la primera línea límite 18, se debe preservar el perfil de curvatura de la forma de lente original 40 10. El resto de la forma de la lente original de la superficie posterior puede considerarse cortada. Por lo tanto, solo se muestra una línea discontinua 26 de la periferia original. La forma de la lente se determinará a continuación añadiendo líneas portadoras o curvas portadoras que se extiendan radialmente hacia afuera desde la zona 20 de prescripción. En una porción de transición o zona de transición 24, se establece un gradiente de curvatura constante deseado en la etapa 50 108 posterior para cada línea portadora, de modo que la curvatura pasará desde la curvatura de la forma de lente preservada dentro de la línea límite 18 hacia una curvatura constante en la porción de margen 28. Por lo tanto, una segunda línea límite 22 puede considerarse como el límite exterior de la zona de transición 24 siendo la línea límite 18 la línea límite interior de la zona de transición 24. Por lo tanto, en la etapa 106, se determina un punto portador en la superficie posterior dentro de la zona de prescripción y una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde el punto portador directamente a una dirección radial respectiva. Cada línea recta portadora 30 a 37 discurre en un ángulo diferente φ . Como en el ejemplo dado, la periferia de la lente 10 para gafas acabada sin cortar tiene la forma de

5 un círculo, cada línea portadora discurre en un plano que corta el diámetro completo de este círculo. Como en el ejemplo dado, la superficie frontal tiene una forma esférica, y el punto portador 14 como en el centro geométrico, cada línea portadora 30 a 37 discurre en un meridiano de la superficie frontal. En el ejemplo proporcionado, se usan ocho líneas portadoras para que un ángulo de separación ϕ entre ellas sea de 45 grados. Sin embargo, se podría usar cualquier número diferente de líneas portadoras, por ejemplo 128, 180 o 360.

Sin embargo, la zona de transición 24, la porción de margen 28 y esa línea límite 22 exterior están determinadas de manera fija por un ancho constante de la zona de transición 24 o la longitud de la zona de transición a lo largo de cada línea portadora. Cada línea portadora se extiende recta desde el punto portador radialmente hacia afuera.

10 En una siguiente etapa 108, para cada línea portadora, se establece un gradiente de curvatura constante deseado en la zona de transición. Este gradiente de curvatura constante está en la dirección de la línea portadora respectiva.

15 En la etapa 110, para cada línea portadora, se determina un perfil de curvatura de la superficie posterior entre la primera línea límite y un borde exterior en la pieza elemental de la lente a lo largo de la línea portadora, en el que una curvatura a lo largo de la línea portadora entre la segunda línea límite y el borde exterior es constante e igual a la curvatura a lo largo de la línea portadora en la zona de transición en la segunda línea límite, y en el que el perfil de curvatura en la zona de transición se determina en base al gradiente de curvatura constante deseado respectivo. En la Fig. 2, se muestra una simple superficie ejemplar resultante en la imagen en la parte media derecha.

20 En la primera línea límite 18, la curvatura del nuevo perfil de curvatura dentro del plano de la línea portadora recta, es decir, en el ejemplo dado, la curvatura tangencial o radial, es igual a la curvatura del área de superficie ópticamente preservada de la forma de la lente 10 original dentro de la línea límite 18. Eso significa que las curvaturas dentro y fuera de la línea de límite son iguales entre sí acercándose a la línea límite 18. Por lo tanto, la curvatura a lo largo de la primera línea límite 18 se determina preferiblemente como continúa. Eso significa que preferiblemente no se proporcionan dobleces en la línea límite 18.

25 El perfil de curvatura de la forma predeterminada dentro de la línea límite 18 se fija con los nuevos perfiles de curvatura fuera de la línea límite 18 unidos a él. En la vista directa en la superficie posterior, por lo tanto, en esta etapa, el perfil determinado y hijo de la superficie posterior se parece a una "araña" siendo el perfil de curvatura ópticamente preservado dentro de la línea límite 18 el cuerpo y formando cada nuevo perfil de curvatura a lo largo de una línea portadora una pata. Esta descripción de la superficie posterior puede ser ya suficiente para fabricar la lente oftálmica.

30 Sin embargo, en una etapa adicional opcional, para la fabricación posterior y para proporcionar un alisado angular, se puede proporcionar una descripción completa de la superficie posterior. Por lo tanto, el método puede comprender además etapas para proporcionar un alisado angular de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la primera línea límite. Primero, se puede formar una serie de valores de coeficiente de los coeficientes correspondientes de una función respectiva que describe cada línea portadora en la zona de transición, en particular de los polinomios cúbicos de cada línea portadora. Luego, para cada coeficiente correspondiente, se puede determinar una primera serie de Fourier de primer orden que se aproxime a la serie de valores de coeficientes para obtener un primer conjunto de series de Fourier, cada una de las cuales depende de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el primer conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado. Aún más, para cada coeficiente, se puede determinar una segunda serie de Fourier de segundo orden que se aproxima a la serie de valores de coeficiente, para obtener un segundo conjunto de series de Fourier, cada una de las cuales depende de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el segundo conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado, en el que el segundo orden es más elevado que el primer orden, y en el que el segundo conjunto de series de Fourier se aplica en la primera línea límite. Luego, el segundo conjunto de series de Fourier se puede combinar al primer conjunto de series de Fourier radialmente hacia afuera sobre una zona de combinación, en particular de modo que solo el primer conjunto de series de Fourier se aplique más allá de la zona de combinación. En particular, la combinación puede ser conducida mediante la siguiente fórmula
 35 $Z = Z_2(A, R) + W(R) \cdot (Z_1(A, R) - Z_2(A, R))$, en la que Z es la altura sagital resultante, A es el ángulo alrededor del punto portador, R es la distancia radial desde el punto portador, $Z_1(A, R)$ es la altura sagital en el ángulo A y la distancia radial R basada en el primer conjunto de series de Fourier, y $Z_2(A, R)$ es la altura sagital en el ángulo y la distancia radial basada en el segundo conjunto de series de Fourier, y en donde W(R) es un polinomio de combinación de quinto orden, en particular en donde $W(R) = 10 \cdot t^3 - 15 \cdot t^4 + 6 \cdot t^5$, en donde $t = \frac{(R - RD)}{\text{delta}}$, y en donde RD es la distancia radial entre la
 40 primera línea límite y el punto portador en el ángulo A, y en donde delta es el ancho de la zona de combinación, en particular en donde delta es 0,6 veces la distancia radial entre la primera línea límite y el punto portador en el ángulo A.
 45

50 Para lentes minus, el método ya podría terminar aquí. Sin embargo, puede ser necesario reajustar aún más la altura sagital del perfil de curvatura fijo dentro de la línea límite en el caso de una lente plus. En caso de que el grosor reducido de la lente deba ser considerado significativo de modo que, debido al grosor reducido y las condiciones de una lente real,
 55 las propiedades ópticas dentro de la línea límite 18 puedan deteriorarse, se puede realizar una etapa de optimización que comienza en la forma de lente original de la superficie posterior y la vuelve a ajustar para restaurar las propiedades ópticas de la forma de la lente original.

La Fig. 3 muestra otras ilustraciones simplificadas para mostrar en general el desarrollo de la forma de la lente a través del método. La Fig. 3 es generalmente independiente de la Fig. 2. En la columna izquierda, se muestra el desarrollo de una forma de una lente plus. En la columna derecha, se muestra el desarrollo de una forma de una lente minus.

5 Con respecto a la lente plus, de arriba a abajo, se proporciona una forma de lente 10 predeterminada de una lente 60 para gafas acabada sin cortar que tiene una superficie frontal 70 y una superficie posterior 72, en donde la forma de lente 10 predeterminada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal 70 y una forma predeterminada de la superficie posterior 72 de la lente 60 para gafas acabada sin cortar, de modo que la lente 60 para gafas acabada sin cortar satisfaga propiedades ópticas predeterminadas. Luego, se determina una primera línea límite 18 en la superficie posterior 72, en la que se debe preservar un perfil 20 de curvatura de la forma predeterminada de la superficie posterior 72 dentro de la primera línea límite 18. Luego, se determina una extensión portadora 38 de la superficie posterior 72 entre la primera línea límite 18 y un borde exterior 16 de la lente 60 para gafas acabada sin cortar, en donde una curvatura de la extensión portadora 38 en la primera línea límite 18 puede ser igual a la curvatura límite. En el caso de la lente plus, la forma de lente 10 predeterminada proporciona una potencia focal positiva. Por lo tanto, se determina una forma de lente 40 de la lente 60 para gafas acabada sin cortar, en donde la forma de lente modificada 40 comprende la forma predeterminada de la superficie frontal 70, y una forma modificada de la superficie posterior 72. Esto conduce al nuevo perfil de curvatura de la superficie posterior determinada que luego se puede mover hacia la superficie frontal hasta que se satisfaga un requisito de grosor.

20 Con respecto a la lente minus, de arriba a abajo, se proporciona una forma de lente 10 predeterminada de una lente 60 para gafas acabada sin cortar que tiene una superficie frontal 70 y una superficie posterior 72, en donde la forma de lente 10 predeterminada comprende una forma predeterminada de superficie frontal 70 y una forma predeterminada de la superficie posterior 72 de la lente 60 para gafas acabada sin cortar, de modo que la lente 60 para gafas acabada sin cortar satisfaga propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona de prescripción. Luego, se determina una primera línea límite 18 en la superficie posterior 72, en la que se debe preservar un perfil de curvatura de la forma predeterminada de la superficie posterior 72 dentro de la primera línea límite 18. Entonces, se determina un nuevo perfil 38 de curvatura de la superficie posterior 72 entre la primera línea límite 18 y un borde exterior 16 de la lente 60 para gafas acabada sin cortar, en el que una curvatura del nuevo perfil 38 de curvatura en la primera línea límite 18 puede ser igual a la curvatura límite. En el caso de la lente minus, la forma de lente 10 predeterminada proporciona una potencia focal negativa. Se mantiene o conserva una altura sagital del perfil de curvatura fija de la forma de lente 10 predeterminada de la superficie posterior 72 dentro de la primera línea límite 18. Por lo tanto, se reduce el grosor de la forma modificada. Por lo tanto, se determina una forma de lente 40 modificada de la lente 60 para gafas acabada sin cortar, en donde la forma de lente 40 modificada comprende la forma predeterminada de la superficie frontal 70, y una forma modificada de la superficie posterior 72 con extensiones portadoras. Esto conduce a que el nuevo perfil de curvatura de la superficie posterior sea determinado.

35 La Fig. 4 muestra una lente para gafas o lente oftálmica 60 acabada sin cortar. Tiene una periferia o borde exterior 16 que puede ser circular o elíptico, en el ejemplo de la Fig. 4 es circular. El punto portador puede entonces ser el centro geométrico 14 como se explicó anteriormente. En la superficie posterior mostrada en la Fig. 4, la primera línea límite 18 cubre un área preservada 62 que es el área de la superficie posterior dentro de la primera línea límite 18 que tiene una superficie de forma libre, es decir, un perfil de curvatura de superficie que no tiene simetrías. No es ni punto ni plano ni rotacionalmente simétrico. Entre una porción de margen 66 y la zona de prescripción 20, hay una zona de transición 64 que tiene una longitud o anchura 68. La longitud o anchura de la zona de transición se establece como constante, es decir, la longitud es la misma en cualquier dirección radial desde el punto portador 14.

45 La Fig. 5 muestra una sección a lo largo de la línea X-X en la Fig. 4. Una superficie frontal de la lente para gafas acabada sin cortar es esférica. Por lo tanto, es simétrica rotacionalmente con respecto al centro geométrico y tiene una sola curvatura. La superficie posterior se designa con el número de referencia 72. La primera línea límite 18 se elige de modo que el ángulo mínimo 12 de rotación del ojo se encuentre dentro de la línea límite 18. En otras palabras, la primera línea límite 18 se elige de modo que para todos los rayos a través del ojo para un ángulo de visión del ojo menor o igual de 12 grados, los puntos de intersección correspondientes de los rayos a través de la superficie posterior estén dentro de la línea límite 18. El ojo 74 puede determinarse con su centro de rotación de acuerdo con el ojo estándar utilizado para cálculos. La lente oftálmica 60 comprende una superficie frontal y una superficie posterior, en la que la superficie frontal es una superficie convexa rotacionalmente simétrica, y en la que la superficie posterior comprende una zona de prescripción que es asimétrica, una porción de margen y una zona de transición ubicada entre la zona de prescripción y la porción de margen, y en la que un gradiente de curvatura de la superficie posterior a lo largo de una línea recta que emana desde un punto en la superficie posterior es constante dentro de la zona de transición, y en la que la zona de transición tiene la misma longitud a lo largo de cualquier línea recta que emana desde el punto, en particular en el que la longitud se mide paralela a un plano tangencial a un punto de vértice de la superficie frontal o un plano tangencial a la superficie posterior en el centro geométrico de la superficie posterior de la lente.

Con referencia a las Figs. 6 a 8, se describen otros principios de la determinación de las líneas portadoras dentro de la zona de transición.

60 En general, se puede comenzar con la superficie posterior de la lente oftálmica, un contorno 19 de montura y la ubicación de una cruz de ajuste 15. Primero, se puede determinar el radio y el centro de la línea límite interna 18. Se puede prever

que la primera línea límite 18 no se cruza con la línea 19 de montura en el lado nasal como se muestra en la Fig. 6. Se puede medir una distancia 13 a la primera línea límite 18 desde la cruz de ajuste 15 a lo largo del meridiano 180. Se puede determinar el centro y el radio de un círculo que describe la línea de límite interior 18 para satisfacer un requisito de distancia al límite interior desde la cruz de ajuste y no debe intersectar la línea 19 de montura en el lado nasal.

5 Una vez que se define la primera línea límite 18, el cambio a la superficie en la zona de transición 64 debe determinarse y aplicarse. Luego, desde la segunda línea límite 22 de la zona de transición 64 hasta al menos el borde de la montura, la curvatura radial debe mantenerse constante. Esta extensión circular puede continuar hasta el borde de la lente para gafas acabada sin cortar. La Fig. 7 muestra las regiones y límites relevantes.

10 Un enfoque general para proporcionar el gradiente de curvatura constante deseado es construir un polinomio cúbico a modo de parte para la zona de transición, en lugar de un único polinomio cúbico global único. Esto elimina la dificultad de lograr el gradiente deseado y puede determinarse directamente. La curvatura unidimensional viene dada por

$$C = \frac{Z_{xx}}{(1 + Z_x^2)^{3/2}}$$

en donde Z_x y Z_{xx} son las derivadas primera y segunda de la altura de la superficie en la dirección de la línea portadora respectiva. Entonces el gradiente G es solo la derivada de C

15
$$G = \frac{Z_{xxx}}{(1 + Z_x^2)^{3/2}} - \frac{3Z_x Z_{xx}^2}{(1 + Z_x^2)^{5/2}}$$

Para la condición inicial se puede usar la pendiente S , la curvatura C y el gradiente G , y establecer Z a cero. El valor correspondiente de la zona óptica en la primera línea límite puede usarse como alternativa. Luego, para el primer intervalo, es

20
$$Z = a_0 + b_0 x + c_0 x^2 + d_0 x^3$$

donde

$$a_0 = 0, b_0 = s, c_0 = C(1 + b_0^2)^{3/2} / 2$$

Además, en el primer intervalo

$$Z_x = b_0, Z_{xx} = 2c_0, Z_{xxx} = 6d_0$$

Así la ecuación para G resulta

25
$$G = \frac{6d_0}{(1 + b_0^2)^{3/2}} - \frac{12b_0 c_0^2}{(1 + b_0^2)^{5/2}}$$

o

$$d_0 = (G(1 + b_0^2)^{3/2} + 12b_0 c_0^2 / (1 + b_0^2)) / 6$$

Ahora, la función de línea portadora se puede desarrollar en pequeños pasos. Así, si en general se escribe para el intervalo i ésimo

30
$$Z_i = a_i + b_i \Delta x + c_i \Delta x^2 + d_i \Delta x^3$$

donde $\Delta x = x - x_i$, entonces

35
$$\begin{aligned} a_{i+1} &= a_i + b_i \Delta x + c_i \Delta x^2 + d_i \Delta x^3 \\ b_{i+1} &= b_i + 2c_i \Delta x + 3d_i \Delta x^2 \\ c_{i+1} &= c_i + 3d_i \Delta x \\ d_{i+1} &\cong (G(1 + b_{i+1}^2)^{3/2} + 12b_{i+1} c_{i+1}^2 / (1 + b_{i+1}^2)) / 6 \end{aligned}$$

Esto puede resolverse mediante integración numérica. La idea es que la serie de salida estaría representada por una curva spline cúbica estándar. Más allá del final y radialmente hacia afuera de la zona de transición, el gradiente de curvatura puede establecerse en cero, lo que produce una función de curvatura constante más allá de la segunda línea límite. Opcionalmente, si la pendiente de la función excede un valor límite, la función puede extenderse con un polinomio cuadrático más allá de ese punto, para evitar que la curva resulte demasiado escalonada.

40

La Fig. 8 muestra la curvatura unidimensional para una línea portadora que comienza en 13 dioptrías con un gradiente de -4 dioptrías/mm sobre una longitud de 5 mm. La función es una curva spline cúbica hecha de pasos de 1 mm de la función numéricamente integrada. La curvatura final después de la zona de transición es de aproximadamente -6,97 dioptrías.

5 Las Figs. 9a a 9c muestran un ejemplo simple de una lente oftálmica 60 que puede ser una lente para gafas acabada sin cortar. Este ejemplo está destinado a ser un simple ejemplo de visión única de la extensión del portador. La prescripción de la lente es de -5 dioptrías, la superficie frontal es de 3,5 dioptrías en esfera de índice de refracción 1,530, el índice del material es de 1,586 y la superficie posterior en el centro geométrico es de 8,02 dioptrías en el índice de 1,530. En general, a lo largo de la solicitud, las curvaturas en dioptrías se dan con un índice de refracción de 1,53 como valor de referencia e independiente del índice de refracción del material realmente utilizado. Por lo tanto, en caso de que se dé una curvatura en dioptrías, la curvatura correspondiente en radio se puede calcular por $r = \frac{1,53-1}{\text{dioptrías}}$. Esto

10 proporcionará el radio en metros. Este nuevo cálculo es bien conocido por las personas expertas en la técnica con un índice de refracción conocido que es 1,53 en toda la solicitud. El diámetro total de la pieza elemental que se muestra es de 80 mm. La primera línea límite 18 es un radio interno de la extensión R_{in} de 25 mm, y la segunda línea límite 22 es un radio externo R_{out} es 35 mm. El centro de los límites de la extensión circular está desplazado en 10 mm hacia el lado nasal del centro geométrico de la pieza elemental de la lente. El gradiente de la curvatura tangencial en el anillo entre R_{in} y R_{out} es -0,8 dioptrías/mm. Este gradiente toma la curvatura tangencial desde poco más de ocho dioptrías en el límite interior hasta poco más de cero dioptrías en el límite exterior. El grosor de la lente normal a la superficie frontal en el borde temporal de la pieza elemental sería de aproximadamente 8 mm sin la extensión; con la extensión portadora que se reduce a menos de 5,0 mm.

15 El ejemplo en la Fig. 10a ilustra una implementación de la extensión portadora en un diseño de lente progresivo único que tiene una prescripción de distancia de -3,00 dioptrías con una potencia de adición de +2,50 dioptrías. El centro del anillo de extensión del soporte (x_0, y_0) está en (10,0), descentrado 10 mm nasalmente desde el punto de referencia del prisma. El radio interior de la primera línea límite es de 25 mm y el radio exterior de la segunda línea límite es de 40 mm. La tasa de cambio de variación de curvatura o gradiente de curvatura en el anillo se fija a -0,25 D/mm. Las gráficas de contorno en la Fig. 10a ilustran el astigmatismo superficial y el astigmatismo óptico residual con el contorno del marco superpuesto. Las dimensiones de la caja de la montura son 64 x 36 mm, ancho del puente 18 mm, inclinación pantoscópica es 5°, ángulo de envolvente de la montura 15°, distancia de la pupila monocular del usuario es 32 mm, altura de ajuste de 21 mm. El anillo grueso muestra la ubicación de la primera línea límite.

20 El ejemplo en la Fig. 10b ilustra una implementación de la extensión del portador en un diseño de lente progresiva única que tiene una prescripción de distancia de +3,00 dioptrías con una potencia de adición de +2,50 dioptrías. El centro del anillo de extensión portador (x_0, y_0) está en (10,0), descentrado 10 mm nasalmente desde el punto de referencia del prisma. El radio interior de la primera línea límite es de 25 mm y el radio exterior de la segunda línea límite es de 40 mm. La tasa de cambio de la variación de la curvatura o el gradiente de curvatura en el anillo se fija en -0,507 D/mm. Las gráficas de contorno en la Fig. 10b ilustran el astigmatismo superficial y el astigmatismo óptico residual con el contorno de la montura superpuesto. Las dimensiones de la caja de la montura son 64 x 36 mm, ancho del puente 18 mm, inclinación pantoscópica 5°, ángulo de envolvente de la montura 15°, distancia de la pupila monocular del usuario es 32 mm, altura de ajuste de 21 mm. El anillo grueso muestra la ubicación de la primera línea límite. El grosor central de esta lente es de 4,21 mm y el grosor del borde alrededor del perímetro de la montura que se muestra en la Fig. 10b varía de 1,0 mm a 3,5 mm. A modo de comparación, se muestra la misma lente sin la curva portadora. Tiene un grosor central de 7,21 mm, mientras que el grosor del borde alrededor del perímetro de la montura del mismo tamaño y forma varía entre 1,0 mm y 6,5 mm. La curva portadora tuvo el efecto de reducir el grosor central en 3 mm, así como de reducir el grosor máximo del borde en la misma cantidad con un perfil de grosor de borde mucho más uniforme.

25 En la Fig. 11, un método 150 para el alisado angular de una superficie determinada por líneas portadoras radialmente hacia afuera de una zona de prescripción delimitada por una primera línea límite.

30 En la etapa 152, se puede proporcionar una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde un punto portador en la zona de prescripción, en particular recta, en una dirección radial respectiva, en donde un perfil de curvatura de la superficie en una dirección a lo largo de cada línea portadora radialmente hacia afuera de la zona de prescripción tiene al menos una sección, en la que los perfiles de curvatura de las secciones correspondientes de cada línea portadora son proporcionados por polinomios correspondientes.

35 En la etapa 154, se puede formar una serie de valores de coeficientes de coeficientes correspondientes de los polinomios de cada línea portadora.

40 En la etapa 156, para cada coeficiente correspondiente, se puede determinar una primera serie de Fourier de primer orden que se aproxime a la serie de valores de coeficiente para obtener un primer conjunto de series de Fourier cada una dependiente de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el primer conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado.

ES 2 751 750 T3

En otros perfeccionamientos, para cada coeficiente, se puede determinar una segunda serie de Fourier de segundo orden que se aproxima a la serie de valores de coeficiente para obtener un segundo conjunto de series de Fourier, cada una dependiente de un ángulo alrededor del punto portador, describiendo el segundo conjunto de series de Fourier cualquier línea portadora en una dirección radial para un ángulo dado, en el que el segundo orden es más alto que el primer orden, y en el que el segundo conjunto de series de Fourier se aplica en la primera línea límite. El segundo conjunto de series de Fourier puede entonces combinarse al primer conjunto de series de Fourier radialmente hacia afuera sobre una zona de combinación, en particular para que solo el primer conjunto de series de Fourier se aplique más allá de la zona de combinación.

En particular, la mezcla puede realizarse mediante la siguiente fórmula:

$$Z = Z_2(A, R) + W(R) \cdot (Z_1(A, R) - Z_2(A, R)),$$

en la que Z es la altura sagital resultante, A es el ángulo alrededor del punto portador, R es la distancia radial desde el punto portador, $Z_1(A, R)$ es la altura sagital en el ángulo A y la distancia radial R basada en el primer conjunto de series de Fourier, y $Z_2(A, R)$ es la altura sagital en el ángulo A y la distancia radial R basada en el segundo conjunto de series de Fourier, y en donde W(R) es un polinomio de combinación de quinto orden, en particular en donde

$$W(R) = 10 \cdot t^3 - 15 \cdot t^4 + 6 \cdot t^5,$$

en donde $t = \frac{(R - RD)}{\text{delta}}$ y en donde RD es la distancia radial entre la primera línea límite y el punto portador en el ángulo A, y en donde delta es el ancho de la zona de combinación, en particular en donde delta es 0,6 veces la distancia radial entre la primera línea límite y el punto portador en el ángulo A.

En la Fig. 12, se muestra un método 200 de acuerdo con un ejemplo de la exposición y para minimizar la diferencia de grosor entre dos lentes oftálmicas para las mismas gafas. Comprende proporcionar en 202, para cada lente oftálmica, una forma de lente original que satisfaga propiedades ópticas predeterminadas sobre la superficie posterior completa y una forma de lente modificada que tiene una superficie frontal y una superficie posterior, en donde la forma de lente modificada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal y una forma predeterminada de la superficie posterior dentro de una zona de prescripción de la superficie posterior delimitada por una primera línea límite, de modo que la lente oftálmica satisfaga las propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona de prescripción, y una extensión de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la prescripción zona por líneas portadoras.

Luego, en la etapa 204, la forma de lente modificada de la lente oftálmica que tiene un grosor máximo más pequeño se adapta reemplazando la superficie posterior por una combinación de la forma de lente original y la forma de lente modificada de acuerdo con

$$CS = OS + A \cdot (MS - OS)$$

en donde CS es la altura sagital de la superficie posterior combinada, OS es la altura sagital de la superficie posterior de la forma de la lente original, MS es la altura sagital de la superficie posterior de la lente modificada forma y A es un valor desde 0 a 1 inclusive.

Luego, en la etapa 206, el parámetro A puede optimizarse para minimizar la diferencia de grosor entre las dos lentes oftálmicas.

En la práctica, se podrían aplicar extensiones de portadores para ambas lentes de la montura de gafas si para cualquiera de las lentes el grosor del borde excede, por ejemplo, 5 mm en cualquier punto fuera de la primera línea límite o fuera de la línea de montura o límite de montura. Cuando se han determinado líneas portadoras para lentes minus, luego se puede determinar el grosor máximo del borde para ambas lentes. Si la diferencia es mayor que un umbral especificado (por ejemplo, 1 mm), entonces, para equilibrar el grosor del borde de las lentes para los ojos derecho e izquierdo, la extensión para la lente más delgada se modifica como se explicó anteriormente.

La determinación puede dar como resultado mapas de grosores de borde de lente para un par de lentes que tienen prescripciones muy diferentes en los ojos derecho e izquierdo, por ejemplo, ojo derecho -4,00 dioptrías de esfera, ojo izquierdo: -2,00 dioptrías de esfera/-2,00 dioptrías de cilindro a 150° y adición de +2,50 dioptrías con un equilibrio de grosor de borde temporal máximo puede dar como resultado que ambas lentes tengan un grosor de borde temporal máximo de 7,55 mm.

Finalmente, la Fig. 13 muestra un método para la fabricación generalmente designado con el número de referencia 300. Después del comienzo, se lleva a cabo un método 100 según el primer aspecto y/o un método 150 según el tercer ejemplo es conducido en la etapa 302. Después, basado en la forma de la lente modificada, se llevaría a cabo una etapa 304 de fabricación que fabrica la lente 60 para gafas acabada sin cortar. Posteriormente, la lente 60 para gafas acabada sin cortar podría procesarse adicionalmente, en particular en un proceso de rebordeado que corta la lente fuera de la lente para gafas acabada sin cortar hacia su forma final que, en particular, se puede enviar a continuación hacia un dispensador oftálmico. El método puede terminar entonces.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) implementado por ordenador para proporcionar una forma de lente para una lente oftálmica (60), que comprende las siguientes etapas:
- 5 a) proporcionar (102) una forma de lente predeterminada de una lente oftálmica (60), que tiene una superficie frontal y una superficie posterior, en la que la forma de lente predeterminada comprende una forma predeterminada de la superficie frontal y una forma predeterminada de la superficie posterior dentro de una zona (20) de prescripción de la superficie posterior delimitada por una primera línea límite (20), de modo que la lente oftálmica (60) satisface propiedades ópticas predeterminadas dentro de la zona (20) de prescripción;
- 10 b) determinar (104) un punto portador en la superficie posterior dentro de la zona (20) de prescripción y una pluralidad de líneas portadoras que se extienden cada una desde el punto portador en una dirección respectiva;
- c) determinar (106) una zona (24) de transición de la superficie posterior, en donde la zona (24) de transición se extiende radialmente hacia afuera desde la primera línea límite (18) hacia el borde exterior (60) de la lente oftálmica (60) y termina en una segunda línea límite (22) que delimita la zona de transición radialmente hacia afuera;
- 15 d) para cada línea portadora (30-37), establecer (108) un gradiente de curvatura constante deseado en la zona (24) de transición;
- e) para cada línea portadora (30-37), determinar (110) un perfil de curvatura de la superficie posterior entre la primera línea límite (18) y un borde exterior de la lente oftálmica (60) a lo largo de la línea portadora (30-37), y en donde el perfil de curvatura en la zona (24) de transición se determina en base al gradiente de curvatura constante deseado respectivo; y
- 20 caracterizado por aplanar un perfil de la curvatura de la zona (20) de prescripción en la dirección de las líneas portadoras (30-37) a lo largo de la primera línea límite (18) mediante aproximación por una función polinómica o una curva spline o una serie de Fourier para obtener un perfil de curvatura aplanado y para proporcionar un alisado angular de la superficie posterior radialmente hacia afuera de la primera línea límite (18), y en donde el perfil de curvatura aplanado es utilizado como un valor de curvatura de inicio radialmente hacia dentro para cada línea portadora (30-37).
- 25 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por que una curvatura a lo largo de la línea portadora (30-37) entre la segunda línea límite (22) y el borde exterior es esencialmente constante, y es igual a la curvatura a lo largo de la línea portadora (30-37) en la zona (24) de transición en la segunda línea límite (22).
3. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el gradiente de curvatura constante deseado se establece en base a la curvatura de la zona (20) de prescripción en la primera línea límite (18) y una condición límite para la curvatura dentro de la zona (24) de transición.
- 30 4. Método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el gradiente de curvatura constante deseado se establece en base a la curvatura de la zona (20) de prescripción en la primera línea límite (18) y un objetivo de curvatura a alcanzar en la segunda línea límite (22), y en donde el objetivo de curvatura es cero y/o una curvatura de la superficie frontal.
5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el gradiente de curvatura es establecido para que sea negativo en caso de que la lente oftálmica (60) sea una lente minus y el gradiente de curvatura es establecido para que sea positivo en caso de que la lente oftálmica (60) sea una lente plus.
- 35 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el perfil de curvatura se determina determinando una curva spline cúbica desde la primera línea límite (18) hasta la segunda línea límite (22), en la que la curva spline cúbica se compone de una pluralidad de secciones, cada una descrita por un polinomio cúbico, y en donde los polinomios cúbicos se determinan al nivel de sección desde la primera línea límite (18) hasta la segunda línea límite (22).
- 40 7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el perfil de curvatura se determina determinando una curva spline cúbica desde la primera línea límite (18) hasta la segunda línea límite (22), en donde la curva spline cúbica está compuesta de una pluralidad de secciones, cada una descrita por un polinomio cúbico, y en donde los polinomios cúbicos se determinan al nivel de sección desde la primera línea límite (18) hasta la segunda línea límite (22) de modo que una altura sagital, una pendiente y una curvatura de la superficie posterior a lo largo de la línea portadora (30-37) son continuas y el gradiente de curvatura se restablece al gradiente de curvatura constante deseado para cada polinomio en el extremo radialmente hacia adentro de cada sección.
- 45 8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que una longitud (68) de la zona (24) de transición a lo largo de cada línea portadora (30-37) es constante dando como resultado la segunda línea límite (22) que delimita la zona (24) de transición radialmente hacia afuera y estando la segunda línea límite (22) radialmente desplazada de la primera línea límite (18) por la longitud.
- 50

9. El método según la reivindicación 8, caracterizado por que la longitud de la zona (24) de transición está dentro de un intervalo de al menos 10 mm hasta 20 mm inclusive.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el gradiente de curvatura constante tiene una magnitud en el intervalo de 0,05 dioptrías/mm y hasta 1,5 dioptrías/mm inclusive.
- 5 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que la longitud de cada sección está dentro de un intervalo de al menos 0,5 mm hasta 2 mm inclusive.
12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que el método comprende una etapa adicional de comprobación, para cada línea portadora (30-37), si un grosor de la lente oftálmica en un borde exterior y/o en una línea de montura pretendida a lo largo de la cual se va a rebordear la lente oftálmica (60) está por encima de un umbral predefinido y, de no ser así, cambiar la magnitud del gradiente de curvatura deseado.
- 10 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que la lente oftálmica (60) es una lente para gafas acabada sin cortar.
14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que un perfil de curvatura de la forma de lente predeterminada de la superficie posterior se preserva dentro de la primera línea límite (18).
- 15 15. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que al menos una altura sagital de la zona (20) de prescripción de la superficie posterior transita continuamente en la primera línea límite (18) a cada línea portadora (30-37), preferiblemente en donde además una pendiente de la zona (20) de prescripción de la superficie posterior en la dirección a lo largo de las líneas portadoras (30-37) transita continuamente en la primera línea límite (18) a cada línea portadora (30-37), más preferiblemente en donde además una curvatura de la zona (20) de prescripción de la superficie posterior en la dirección a lo largo de las líneas portadoras (30-37) transita continuamente en la primera línea límite (18) a cada línea portadora (30-37).
- 20 16. El método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, caracterizado por que la longitud ha de medirse dentro de un plano paralelo a un plano tangencial en el punto portador de la superficie posterior.
17. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado por que el punto portador está desplazado nasalmente desde un punto de referencia de prisma de la lente oftálmica (60).
- 25 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado por que la primera línea límite (18) es circular y la segunda línea límite (22) es circular.
19. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17, caracterizado por que el perfil de curvatura a lo largo de cada línea portadora (30-37) radialmente hacia afuera de la segunda línea límite (22) se determina mediante un arco circular.
- 30 20. Un método (300) para fabricar una lente oftálmica (60), que comprende las etapas de proporcionar (302) una forma de lente para una lente oftálmica (60) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, y fabricar (304) la lente oftálmica (60) según la forma de la lente.
- 35 21. Un producto de programa de ordenador que comprende un código de programa para llevar a cabo las etapas de un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, cuando el producto de programa de ordenador se ejecuta en un dispositivo de procesamiento de datos.
- 40 22. Un medio de almacenamiento legible por máquina que tiene almacenado en él un programa de ordenador que comprende un código de programa para llevar a cabo las etapas de un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, cuando el programa informático o el código del programa se ejecutan en un dispositivo de procesamiento de datos.

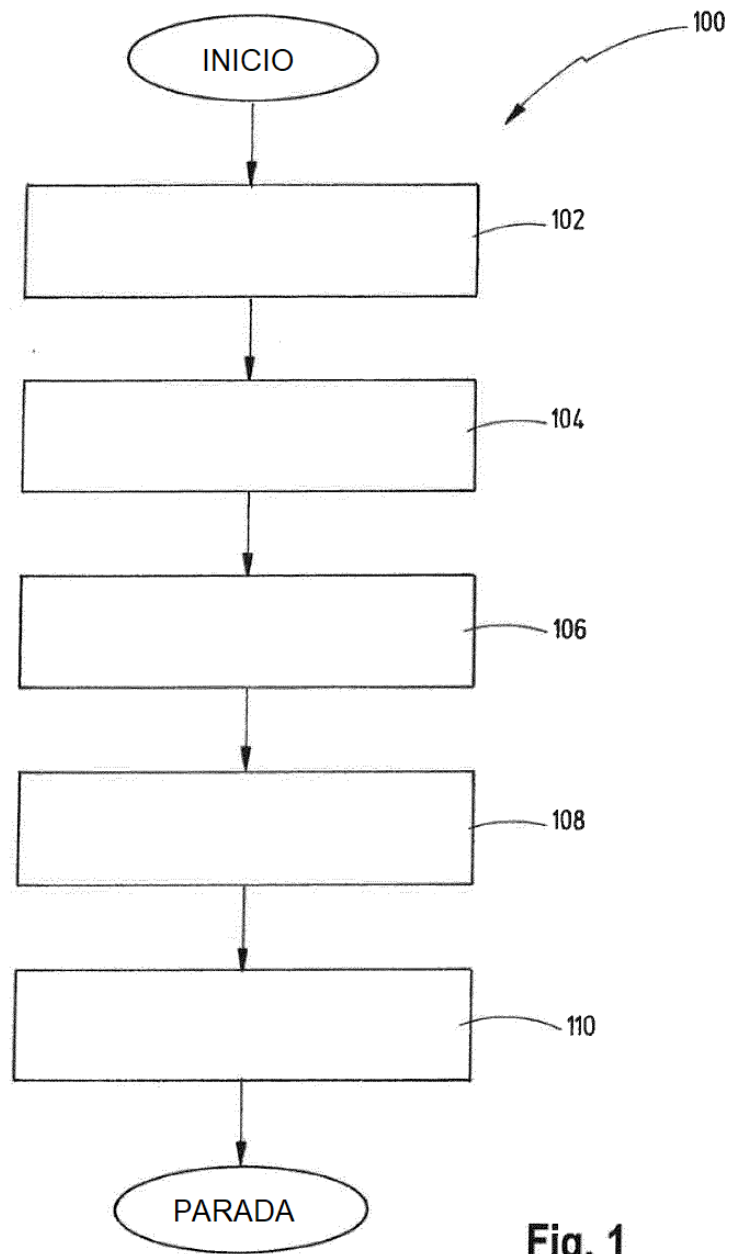
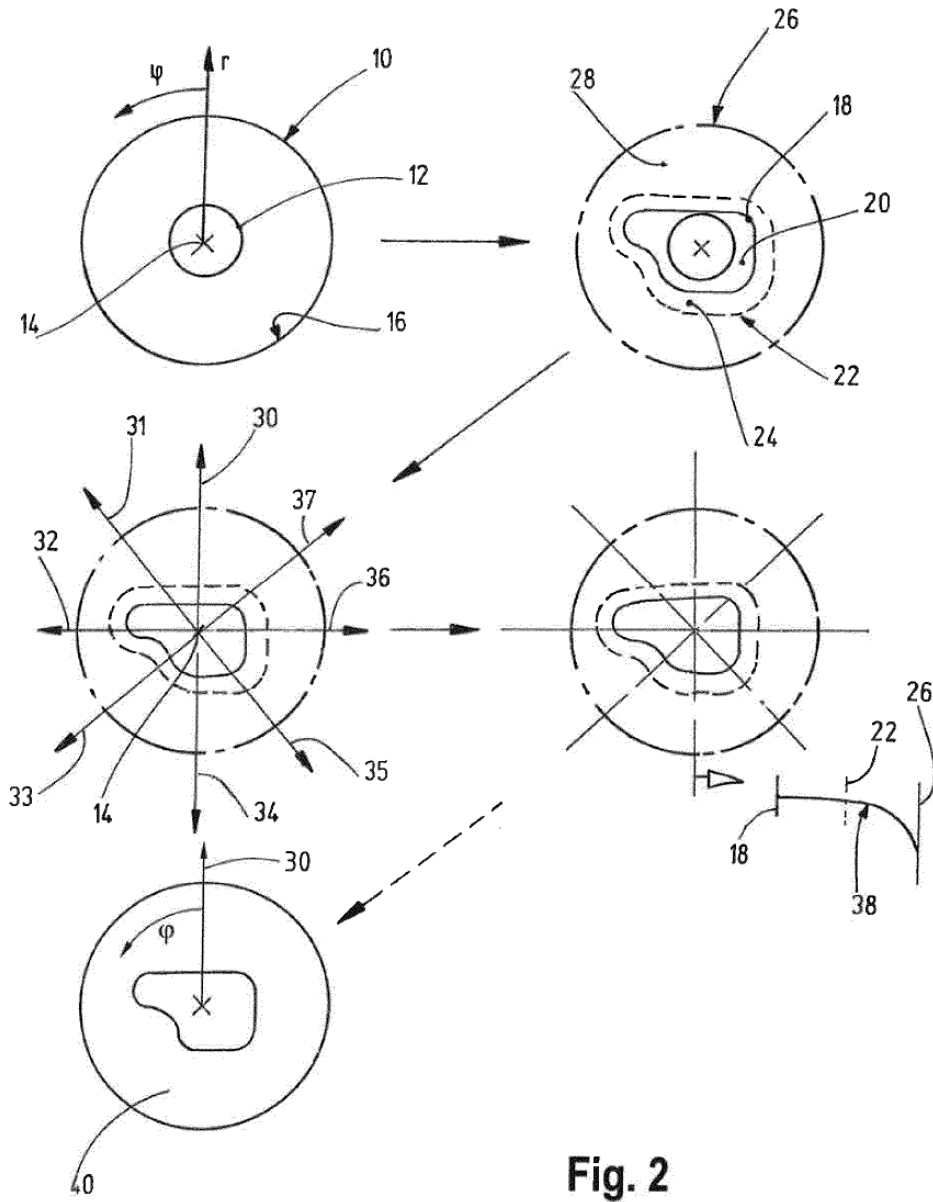


Fig. 1



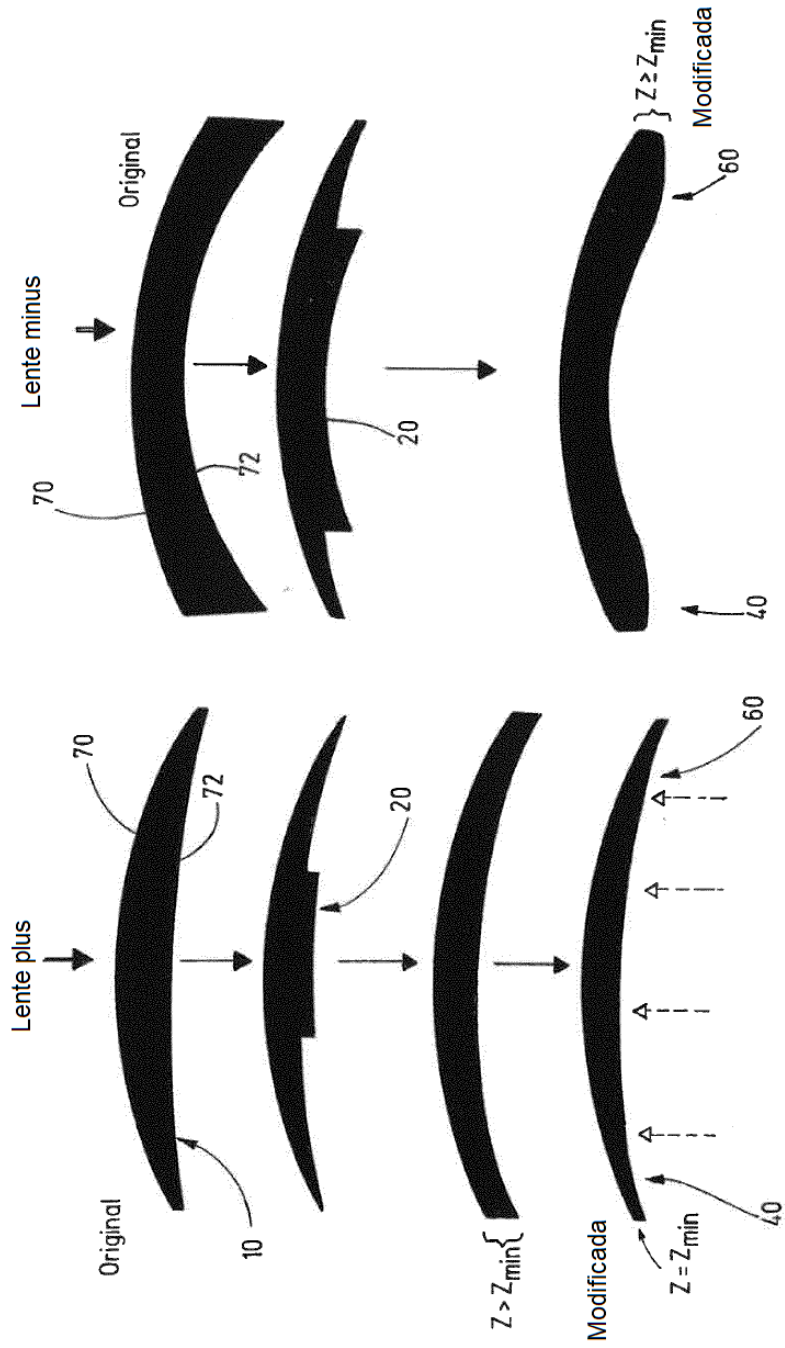


Fig. 3

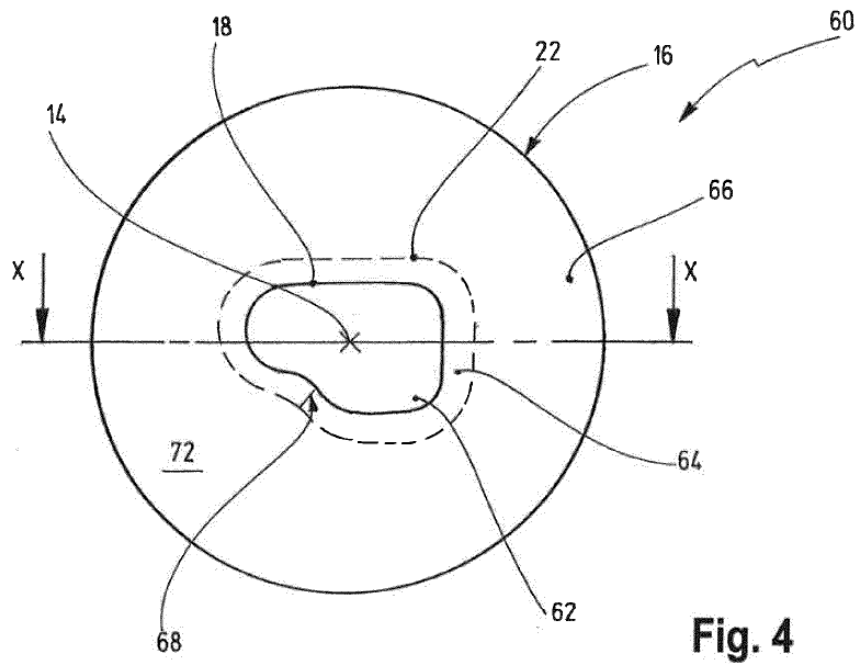


Fig. 4

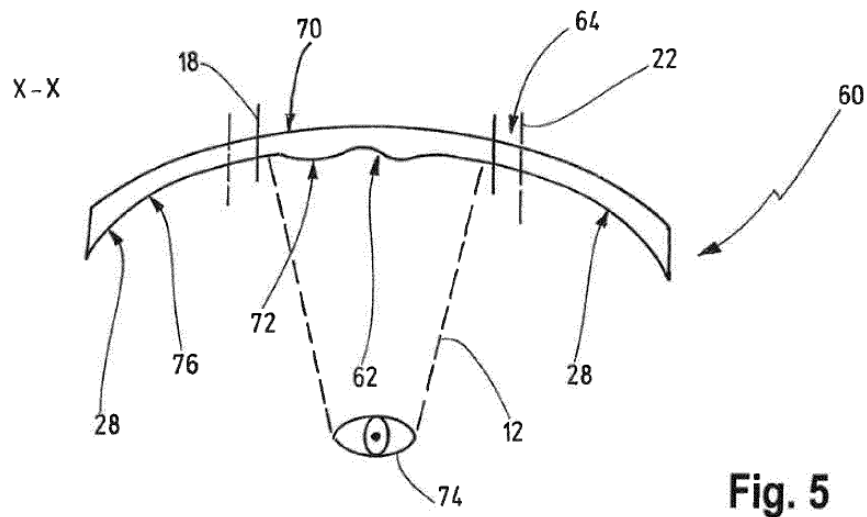


Fig. 5

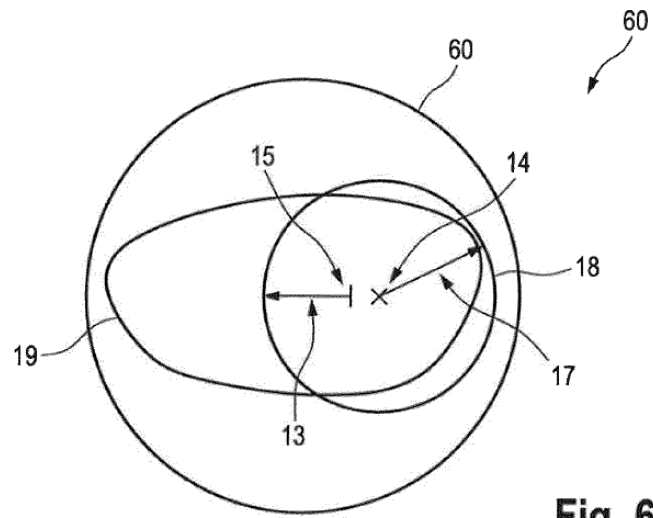


Fig. 6

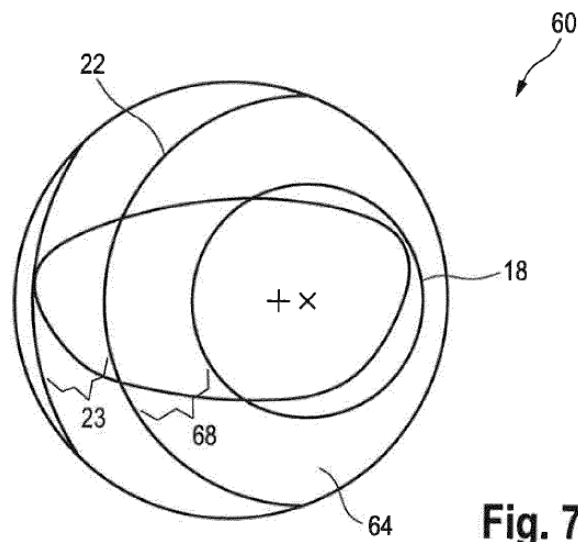


Fig. 7

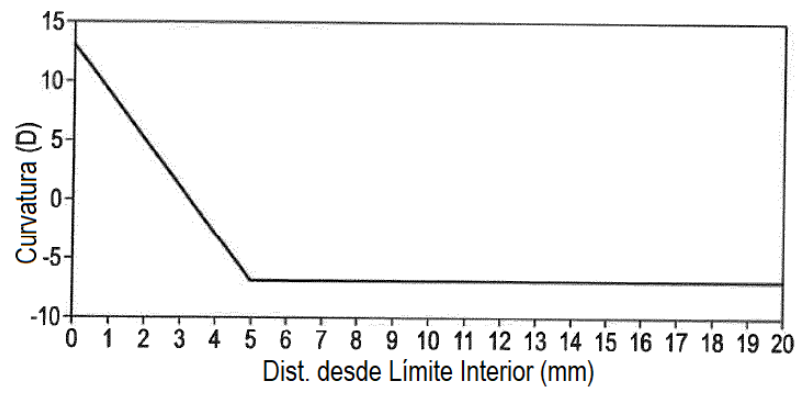


Fig. 8

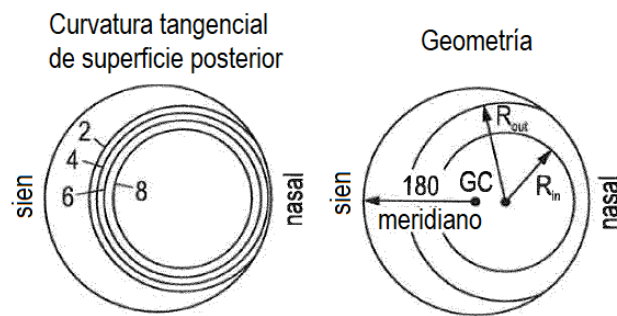


Fig. 9a

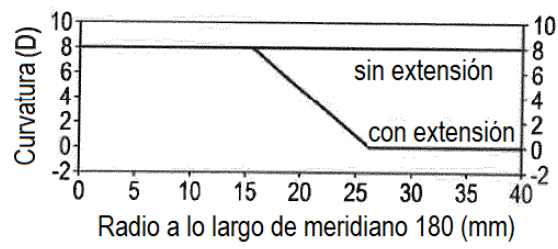


Fig. 9b

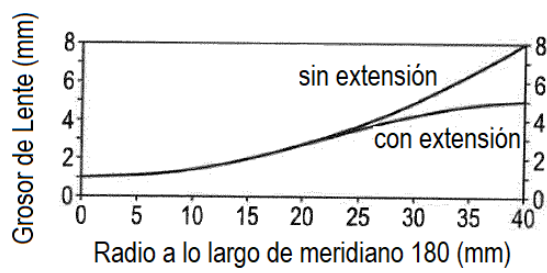


Fig. 9c

Rx=-3,00 DS con Extensión Portadora Combinada:
In=50 mm, Out=80 mm, Dec=10mm; ROC=0.25 D/mm
Astigmatismo Superficial

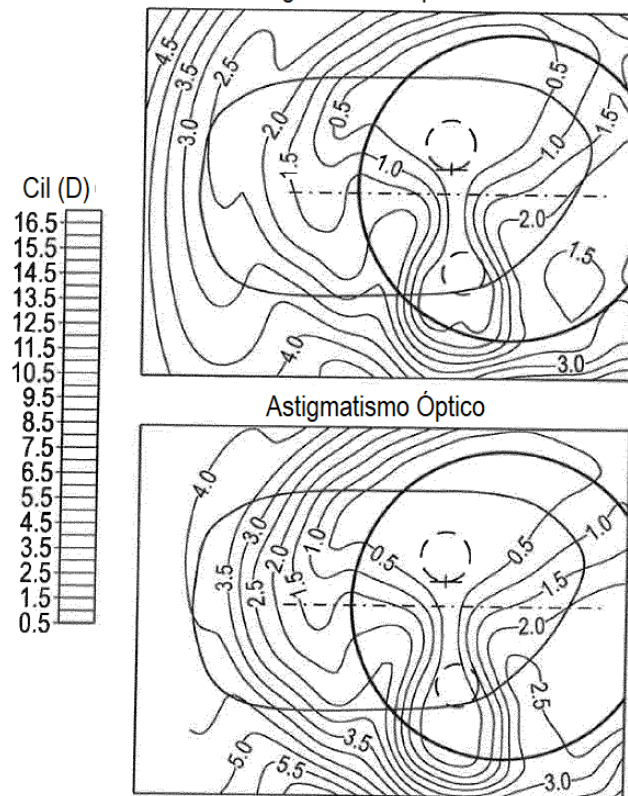


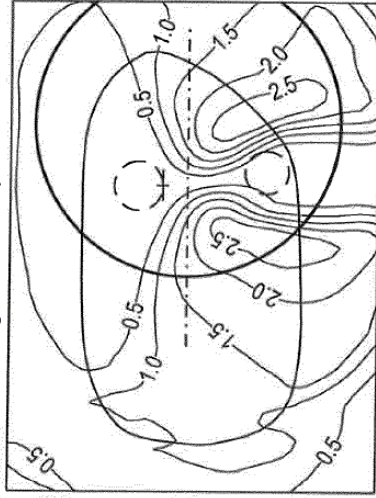
Fig. 10a

Ejemplo Curva Portadora Combinada: Rx = +3.00 D

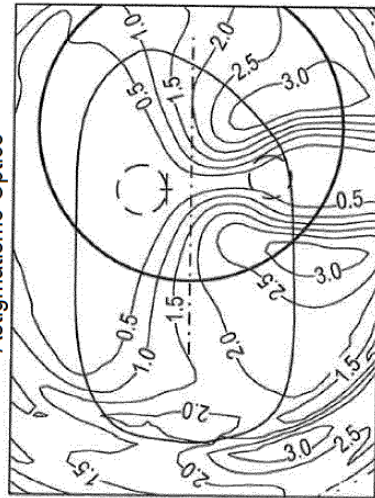
Rx=+3,00 DS con Extensión Portadora Combinada:

In=50 mm, Out=80 mm, Dec=10mm; ROC=-0.507 D/mm

Portadora No Cosmética
Astigmatismo Superficial

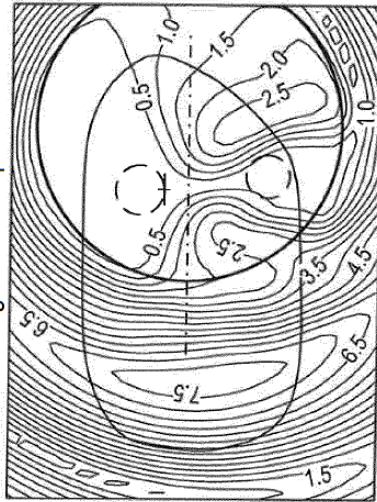


Astigmatismo Óptico

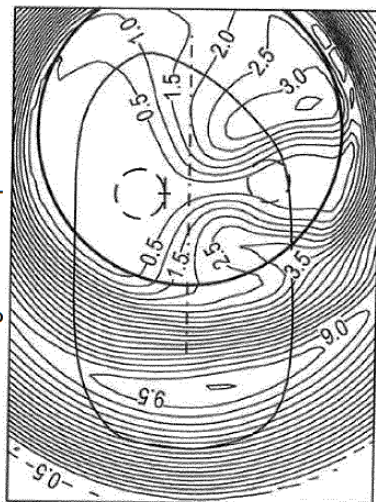


CT = 7.21 mm

Astigmatismo Superficial



Astigmatismo Óptico



CT = 4.21 mm

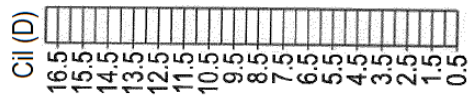


Fig. 10b

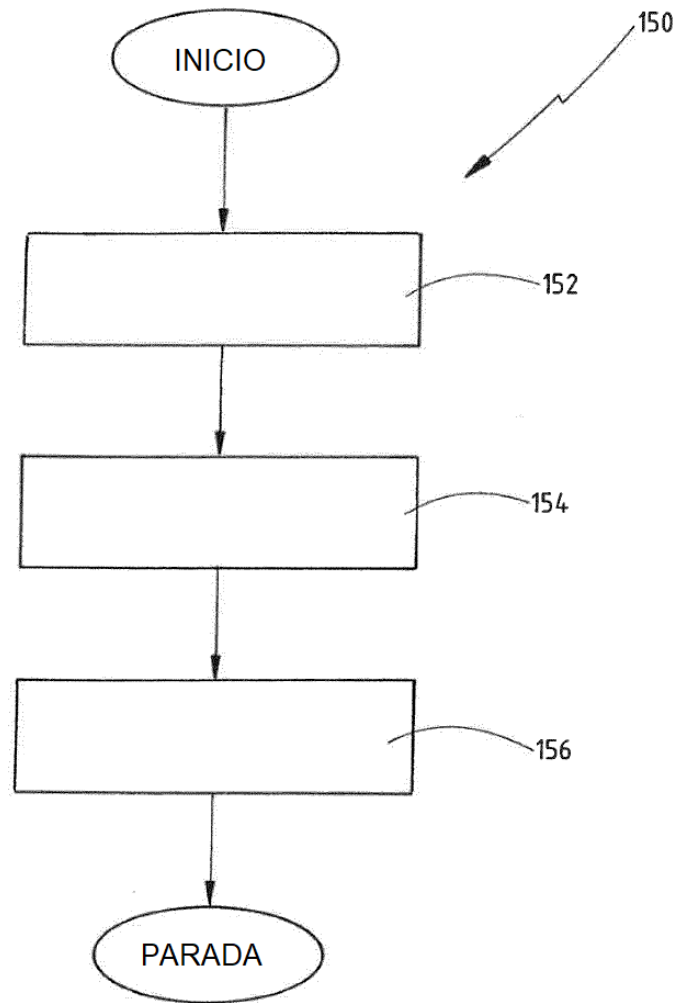


Fig. 11

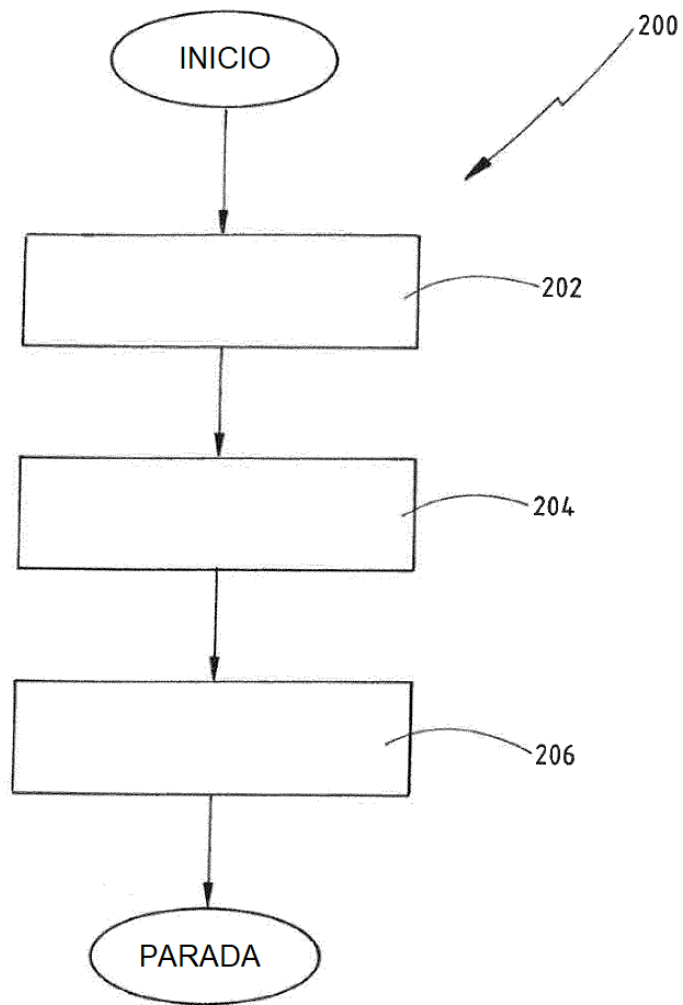


Fig. 12

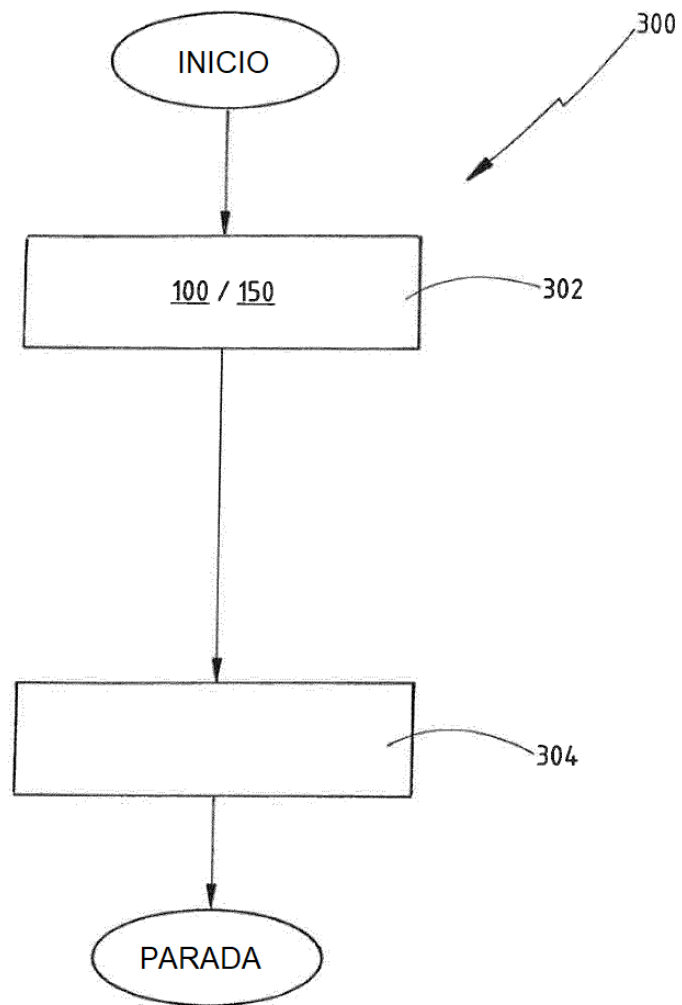


Fig. 13