

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 617**

51 Int. Cl.:

**G02B 27/00** (2006.01)

**G02C 7/02** (2006.01)

**G02C 7/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2019 PCT/EP2019/066879**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020 WO20002355**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2019 E 19734058 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2023 EP 3814828**

54 Título: **Método implementado por computadora, sistema de procesamiento de datos para producir un diseño objetivo y programa informático, medio de almacenamiento que tiene instrucciones para producir un diseño objetivo, método para proporcionar una lente de gafas, medio de almacenamiento que tiene una representación numérica de una lente de gafas y método para producir un lente de gafas**

30 Prioridad:  
**27.06.2018 DE 102018115412**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.03.2024**

73 Titular/es:  
**CARL ZEISS VISION INTERNATIONAL GMBH  
(100.0%)  
Turnstrasse 27  
73430 Aalen, DE**

72 Inventor/es:  
**WELSCHER, MARKUS**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 962 617 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 implementado por computadora, sistema de procesamiento de datos para producir un diseño objetivo y programa informático, medio de almacenamiento que tiene instrucciones para producir un diseño objetivo, método para proporcionar una lente de gafas, medio de almacenamiento que tiene una representación numérica de una lente de gafas y método para producir un lente de gafas

La presente invención se refiere a un método implementado por computadora y a un sistema de procesamiento de datos para producir un diseño objetivo adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas. Además, la invención se refiere a un programa informático, así como a un medio de almacenamiento no transitorio legible por computadora con instrucciones para producir dicho diseño objetivo. La invención se refiere además a un procedimiento para proporcionar una lente de gafas, así como a un procedimiento para producir una lente de gafas.

Las lentes de gafas se pueden dividir en aquellas con un solo efecto dióptrico, las llamadas lentes de gafas monofocales conformes a la norma DIN ISO 13666:2013-10 sección 8.3.1, y aquellas con diferentes efectos de enfoque, las llamadas lentes de gafas multifocales conformes a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 8.3.2. El término "efecto dióptrico" forma un término común para el efecto de enfoque y el efecto prismático de la lente de gafas, el término "efecto de enfoque" forma a su vez un término común para el efecto esférico, de acuerdo con el cual un haz de rayos paralelo y paraxial se enfoca en un punto (DIN ISO 13666:2013-10, sección 11.1) y que normalmente se tiene en cuenta en una prescripción mediante el valor "esfera", y el efecto astigmático de la lente de gafas, de acuerdo con el cual se proyecta un haz de rayos paralelo y paraxial se enfoca en dos líneas focales perpendiculares entre sí (DIN ISO 13666 :2013-10, sección 12.1) y que normalmente se tiene en cuenta en una prescripción mediante un valor "cilindro". En el marco de la presente descripción, un haz de rayos debe considerarse como un haz de rayos paraxial si no supera un diámetro de 0,05 mm, en particular 0,01 mm. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 11.2, el valor "esfera" indica la potencia refractiva del vértice en el lado de la imagen de una lente de gafas con efecto esférico o la potencia refractiva del vértice en una de los dos cortes principales de una lente de gafas con efecto astigmático. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 7.4, un corte principal es aquel plano meridiano de una superficie con la curvatura máxima o mínima medida de esta superficie, en donde el término "plano meridiano" se refiere a un plano conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.7.1, que contiene los centros de curvatura de una superficie. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 12.2, se entiende por sección principal de una lente de gafas con efecto astigmático, en particular, uno de los dos planos meridianos perpendiculares entre sí, paralelos a las dos líneas focales. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 12.5, el valor "cilindro" indica la diferencia astigmática que, conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 12.4, indica la diferencia entre la potencia refractiva del vértice en el primer corte principal y la potencia refractiva del vértice en el segundo corte principal de una lente de gafas con efecto astigmático, respecto del primer o segundo corte principal. La dirección del corte principal, que se utiliza como referencia, está caracterizada por el "eje" del ángulo conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 12.6. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 12.2.1, el primer corte principal es el corte principal con menor poder de refracción, el segundo corte principal DIN ISO 13666:2013-10, sección 12.2.2 es el corte principal con mayor poder de refracción.

El uso de varios efectos de enfoque permite al usuario de gafas corregir defectos visuales tanto en la parte cercana como en la lejana con una sola lente de gafas. Si la transición entre la parte lejana y la parte cercana es suave, se habla de lentes de gafas progresivas, tal como se define en la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 8.3.5: Una lente de gafas progresiva es una lente de gafas con al menos una superficie progresiva y un efecto creciente (positivo) cuando el usuario de gafas mira hacia abajo. De acuerdo con el sección 7.7 de la norma DIN ISO 13666:2013-10, una superficie progresiva significa una superficie no rotosimétrica con un cambio continuo de la curvatura en toda la superficie o una parte de la misma, que generalmente sirve para proporcionar una suma cercana creciente o un efecto de degeneración.

Hoy en día, las lentes de gafas progresivas se pueden adaptar individualmente al ojo medido basándose en la refracción medida del ojo de un paciente. Para ello, al menos una de las superficies de la lente de gafas, a menudo la superficie posterior o la superficie del lado del ojo, que está destinada a estar orientada hacia el ojo en las gafas (DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.9), está provista con una superficie de forma libre. Una superficie de forma libre representa una superficie a la que se le puede dar forma libremente durante la producción y, en particular, no necesita presentar una simetría axial o simetría rotacional y produce diferentes efectos (esféricos y/o astigmáticos y/o prismáticos) en diferentes zonas de la lente de gafas. En un sentido más amplio, se entiende por superficie de forma libre una superficie compleja, que puede representarse en particular mediante funciones definidas regionalmente, en particular funciones definidas regionalmente dos veces continuamente diferenciables. Ejemplos de funciones adecuadas definidas regionalmente son (en particular por partes) funciones polinómicas (en particular splines polinómicos, como por ejemplo splines bicúbicos, splines de grado superior de cuarto grado o superior, polinomios de Zernike, superficies de Forbes, polinomios de Chebyshev, B-splines racionales no uniformes polinómicos (NURBS)) o series de Fourier. En este caso hay que distinguir entre superficies simples, como por ejemplo superficies esféricas, superficies asféricas, superficies cilíndricas, superficies tóricas, superficies atóricas o también las superficies descritas en la página 12, líneas 6-13 del documento WO 89/04986 A1, que se describen

como círculo al menos a lo largo de un corte principal. Una superficie de forma libre en sentido estricto conforme a la norma DIN SPEC 58194 de diciembre de 2015, sección 2.1.2, es una superficie de lente fabricada con tecnología de forma libre, que se describe matemáticamente dentro de los límites de la geometría diferencial y no es simétrica ni en puntos ni en ejes.

5 La producción de superficies de forma libre en una lente de gafas se realiza normalmente mecanizando con desprendimiento de viruta de la lente de gafas, por ejemplo mediante fresado, como parte de un procedimiento de CNC, en el que la superficie de forma libre se produce de forma controlada numéricamente sobre la base de una descripción matemática de la superficie. La descripción matemática de la superficie de forma libre se realiza normalmente con la ayuda de funciones definidas regionalmente. Una función definida regionalmente es una función que se define entre puntos de cuadrícula de una cuadrícula bidimensional generalmente plana, por ejemplo en una superficie rectangular de una cuadrícula rectangular, y que describe una superficie parcial de la superficie de forma libre. Por ejemplo, si la cuadrícula rectangular se encuentra en el plano x-y de un sistema de coordenadas cartesiano, las funciones definidas regionalmente pueden ser funciones de las coordenadas x e y. Los valores de sus funciones forman entonces la coordenada z asignada a un punto en el plano x-y, y el conjunto de todas las coordenadas z de una función definida regionalmente forma una superficie parcial de la superficie de forma libre. En el caso más simple, los puntos de la superficie de forma libre están dados por la coordenada z en cada ubicación del plano x-y. En otras palabras, los valores de las funciones definidas regionalmente indican la altura respectiva de un punto de la superficie de forma libre sobre un punto en el plano x-y. Las funciones definidas regionalmente se determinan generalmente de tal manera que las transiciones a las funciones definidas regionalmente definidas en las superficies de cuadrícula adyacentes sean continuas al menos en la primera derivada, preferiblemente también en la segunda derivada. Si las funciones definidas regionalmente son polinomios, se denominan splines.

El modelo matemático de la superficie de forma libre se determina mediante un método de optimización en el que se especifica un diseño objetivo óptico a lograr o un diseño objetivo de superficie a lograr. Un diseño objetivo óptico es una distribución o especificación de errores de imagen en toda la lente de gafas o, también, más allá en la trayectoria de rayos del usuario (por ejemplo, desviación residual astigmática, desviación residual esférica, prisma, simetría horizontal, distorsión, pero también errores de orden superior como por ejemplo coma). Además, el diseño objetivo óptico puede contener especificaciones para las desviaciones residuales astigmáticas y esféricas en puntos de referencia (por ejemplo, punto de referencia de diseño de lejanía o punto de referencia de diseño de cercanía) o la suma en la trayectoria de rayos de medición de un dispositivo de medición (por ejemplo, dispositivo de medición de potencia refractiva del vértice). En el diseño objetivo óptico, por ejemplo, la distribución de los valores que se deben alcanzar con una lente de gafas para el error residual esférico admisible de la lente de gafas y para el error residual astigmático admisible en la llamada trayectoria de rayos del usuario de gafas, es decir, en una trayectoria de rayos que pasa a través de la pupila del ojo o a través del punto de giro del ojo. Normalmente, estos errores residuales se definen en forma de valores individuales en una gran cantidad de puntos en la superficie anterior de la lente (es decir, el lado de la lente alejado del ojo), los llamados puntos de optimización. Por error residual esférico se entiende la desviación de la corrección esférica provocada por la lente de gafas con respecto a la corrección esférica prescrita, y por error residual astigmático se entiende la desviación de la corrección astigmática provocada por la lente de gafas con respecto a la corrección astigmática prescrita. En el marco del cálculo del rayo para calcular la distribución de los valores de los errores residuales esféricos y astigmáticos en toda la lente de gafas se utilizan haces de rayos, de los cuales un rayo, en lo sucesivo denominado rayo principal, no solo discurre a través de la lente de gafas, sino también a través del punto de giro del ojo, pasando los rayos principales a través de la superficie anterior de la lente de gafas en los puntos de optimización. Generalmente se tienen en cuenta las condiciones de uso de la lente de gafas respectiva y la superficie de forma libre se optimiza para las respectivas condiciones de uso. Las condiciones de uso pueden determinarse, por ejemplo, mediante el ángulo de preinclinación (DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.18), también llamado ángulo pantoscópico, el ángulo de lente de montura (DIN ISO 13666:2013-10, sección 17.3) y la distancia de vértice-córnea (DIN ISO 13666 :2013-10, sección 5.27) y se adaptan para cada lente de gafas al usuario respectivo. El término "ángulo de preinclinación" se refiere a un ángulo en el plano vertical entre la normal a la superficie anterior de una lente de gafas en su centro de acuerdo con el sistema de caja (sistema de medidas y definiciones que se basa en un rectángulo, que está definido por las tangentes horizontales y verticales en los bordes exteriores de la lente de gafas o de la lente de gafas en bruto) y la línea de fijación del ojo en la posición primaria, que normalmente se supone que es horizontal (dirección de visión cero). Por "ángulo de lente de montura" se entiende el ángulo entre el plano de la montura y el plano de la lente derecho o izquierdo, en donde el término "plano de lente" describe un plano tangencial a la superficie anterior de una lente de demostración o de soporte incorporada en la montura de gafas en su centro geométrico de la lente (una lente de demostración o lente de soporte es la lente de gafas sin efecto dióptrico insertada en la montura de gafas por el fabricante con fines de demostración) y el término "plano de montura" es un plano a través del cual pasan las dos líneas centrales verticales de los planos derecho e izquierdo de lente (en el caso de que ambas líneas centrales no sean paralelas entre sí, esto se aplica aproximadamente). El término "distancia de vértice-córnea" se refiere a la distancia entre la superficie posterior de la lente de gafas y el ápex de la córnea, medida en la dirección de visión perpendicular al plano de montura.

Además del ángulo de preinclinación, el ángulo de lente de montura y la distancia de vértice-córnea, las condiciones de uso generalmente también incluyen la distancia de la pupila conforme a la norma (DIN ISO 13666:2013-10,

sección 5.29), es decir, la distancia entre los centros de las pupilas en el caso de que los ojos se fijen en un objeto infinitamente distante cuando se mira de frente, los datos de centrado, es decir, las dimensiones y distancias necesarias para centrar la lente de gafas delante del ojo, y el modelo de distancia del objeto, que determina la distancia del objeto para la cual se optimiza un punto específico en la superficie de lente de gafas. El diseño objetivo óptico se define normalmente con respecto a la superficie anterior de lente de gafas, ya que los puntos de referencia de diseño de lejanía y cercanía generalmente también se definen en la superficie anterior de las lentes de gafas, siendo los puntos de referencia de diseño de lejanía y cercanía conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, secciones 5.13 y 5.14 aquellos puntos en la superficie anterior de una lente de gafas terminada o la superficie mecanizada terminada de una lente de gafas en los que, de acuerdo con el fabricante, los valores objetivo de diseño para la parte lejana o la parte cercana están presentes.

Una forma alternativa de especificar un diseño objetivo al diseño objetivo óptico es especificar propiedades de superficie de la superficie de forma libre en el diseño objetivo, por ejemplo un poder de refracción de superficie y un astigmatismo de superficie en los respectivos puntos de optimización, que en este caso se encuentran en la superficie a la que se va a formar la superficie de forma libre. El poder de refracción de superficie es una medida de la capacidad de una sección de superficie que rodea un punto de optimización para cambiar la vergencia (índice de refracción del material de la lente de gafas dividido por el radio de curvatura del frente de onda) de un haz de rayos que incide en la sección de superficie en el aire. El astigmatismo de superficie en un punto de optimización representa la diferencia de los poderes refractivos de superficie en los cortes principales en un punto de optimización de la superficie. Los cortes principales en el punto de optimización son los planos meridianos de la sección de superficie que rodean el punto de optimización con curvatura máxima y mínima, en donde los planos meridianos son planos que representan el centro de curvatura de la sección de superficie que rodea el punto de optimización y el vector normal de la sección de superficie en el punto de optimización. A continuación, se pretende que el término "diseño objetivo" incluya tanto el diseño objetivo de superficie como el diseño objetivo óptico.

En el marco de un método de optimización, se especifica una lente de gafas de partida, por ejemplo una lente de gafas monofocal simple. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 8.3.1, una lente de gafas monofocal es una lente de gafas que desde el diseño solo existe un efecto dióptrico. La geometría de la lente de gafas de partida resulta de los datos de refracción del usuario de gafas y normalmente incluye una superficie posterior esférica o tórica, que para la optimización se reemplaza por una superficie aproximada, que está determinada por las funciones definidas regionalmente. Para esta lente de gafas de partida, los valores resultantes para, por ejemplo, el error residual esférico y el error residual astigmático en los respectivos puntos de optimización se calculan mediante el cálculo del rayo y se comparan con los valores especificados por el diseño objetivo óptico. El cálculo del rayo realizado calcula los valores en los distintos puntos de optimización para un haz de rayos cuyo rayo principal discurre por el punto de optimización en la parte frontal de la lente de gafas y por el punto de giro del ojo, es decir, aquel punto alrededor del cual el ojo gira cuando el ojo se mueve. A partir de la desviación entre, por ejemplo, los valores predeterminados para el error residual esférico y el error residual astigmático, por un lado, y los valores calculados, por otro lado, se puede determinar una función de error o un error global, cuyo o cuyos valores dependen de la forma de las funciones definidas regionalmente o de sus parámetros. Esta función de error o este error global se puede minimizar mediante un método de optimización en el que las funciones definidas regionalmente, es decir, sus parámetros, se cambian de tal manera que la función de error cumple finalmente una condición de terminación. La condición de terminación se puede realizar, por ejemplo, cuando el valor de la función de error alcanza un mínimo o cae por debajo de un valor límite predeterminado. Las funciones optimizadas definidas regionalmente representan en última instancia la superficie de forma libre. Sobre la base de esta superficie de forma libre se realiza el mecanizado controlado por computadora de la superficie posterior de la lente de gafas. Adicional o alternativamente a la superficie posterior, también se puede utilizar la superficie anterior (conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.8, la superficie, que en uso correcto, de una lente de gafas se encuentra alejada del ojo) optimizarse de manera correspondiente mediante el método de optimización. En lugar de utilizar un diseño objetivo óptico, la optimización también se puede llevar a cabo utilizando un diseño objetivo de superficie, adaptándose entonces el método de optimización al uso del diseño objetivo de superficie.

El objetivo de optimización individual de este tipo es que todos los usuarios de lentes de gafas de una familia de lentes de gafas, independientemente de los valores de los datos de refracción e independientemente de las condiciones de uso produzcan la misma impresión visual. Esto significa que el objetivo de la optimización individual es, por ejemplo, realizar el mismo diseño óptico para todas las lentes de una familia de lentes de gafas. Se entiende por familia de lentes de gafas un conjunto de lentes de gafas progresivas con el mismo aumento de efectividad, es decir, la misma longitud de progresión y la misma diferencia en el efecto en la zona de visión cercana (parte cercana) que el efecto en la zona de visión lejana (parte lejana). La longitud de progresión se refiere a una longitud que define una extensión de la zona de progresión o del canal de progresión en la dirección del aumento del efecto. De acuerdo con el sección 14.2.14 de la norma DIN EN ISO 13666:2013-10, la zona de progresión es la zona de transición entre las partes lejana y cercana de una lente de gafas progresiva, o entre las partes cercana e intermedia de una lente de gafas degresiva. De acuerdo con 14.1.25 de la norma DIN EN ISO 13666:2013-10, el canal de progresión es la zona de una lente de gafas progresiva que permite una visión nítida para distancias que se encuentran entre la lejanía y la cercanía. Por ejemplo, la distancia vertical en el campo central de visión desde el punto en la superficie anterior de la lente de gafas en el que comienza el aumento de efecto hasta el punto en la

superficie anterior en el que se logra el aumento requerido de efecto para la visión de cerca por primera vez se puede utilizar como longitud de progresión. Alternativamente también es posible, por ejemplo, utilizar la longitud de una línea curva que discurre en el centro de la zona de progresión entre un punto en la parte cercana y un punto en la parte lejana, por ejemplo el punto de referencia cercano y el punto de referencia lejano.

5 Por ejemplo, en los documentos DE 10 2012 000 390 A1 y WO 2008/089999 A1 se describen métodos de optimización para lentes de gafas.

10 C Brooks: "Lens Design in "Systems for Ophthalmic Dispensing", 1 de enero de 2007, Elsevier describe en la sección "atoric lenses" en la página 421 del capítulo 18 que la asferización es problemática si la lente también está destinada a corregir el astigmatismo y, por lo tanto, existe un componente de cilindro en la prescripción. Se describe que la asferización basada en uno de los poderes refractivos no es ideal. También se afirma que es ventajoso un diseño de lente atórico en el que la asferización se produce a lo largo de ambos meridianos.

15 En Darryl Meister: Personalizes Lenses de Zeiss - Zeiss Individual Progressive Lenses: The Optics of Truly Customized Progressive Lenses" se describe la producción de lentes con ayuda de diseños objetivo. No se menciona explícitamente la producción de lentes con efecto astigmático.

20 El documento JP 2005 201971 A1 describe una lente de gafas para la corrección del astigmatismo, así como un procedimiento para fabricarlo.

25 La creación de un diseño objetivo para una lente de gafas que debe presentar un efecto astigmático es difícil si el diseño objetivo debe tener en cuenta una dirección predeterminada. En una lente de gafas multifocal, como en particular una lente de gafas progresiva, la orientación de la lente de gafas durante el uso está determinada por la disposición de la parte cercana con respecto a la parte lejana. Esta determinación requiere la creación de un diseño objetivo teniendo en cuenta una dirección predeterminada. Asimismo, las condiciones de uso de una lente de gafas pueden por ello determinar su orientación durante el uso. Por lo tanto, la consideración de las condiciones de uso en el diseño objetivo puede requerir por ello tener en cuenta una dirección predeterminada en el diseño objetivo. Debido a la dirección predeterminada, existen diversas opciones para orientar la posición axial del efecto cilíndrico con respecto a la dirección predeterminada, de modo que debido al número muy elevado de orientaciones posibles de la posición axial en relación con la dirección predeterminada se requiere un número muy grande de diseños objetivo. Por lo tanto, crear una gran cantidad de diseños objetivo que representen diferentes efectos astigmáticos requeriría mucho esfuerzo.

35 A partir del documento US 6.382.789 B1 se conoce un método de optimización para lentes de gafas, en el que se utiliza un diseño objetivo esférico para optimizar una lente de gafas con efecto astigmático. Durante la optimización se minimiza el astigmatismo residual, que indica la diferencia entre el efecto astigmático conseguido con la lente de gafas que se va a crear y el efecto astigmático prescrito.

40 En un diseño objetivo esférico, el efecto astigmático se puede tener en cuenta en forma del equivalente esférico, que se calcula de acuerdo con la ecuación

$$\text{Equivalente esférico} = \text{Esfera} + 0,5 \times \text{Cilindro}$$

45 Esto hace que un diseño objetivo de una lente de gafas con un valor para esfera de +3 dioptrías y sin efecto astigmático sea idéntico a un diseño objetivo con un valor para esfera de +2 dioptrías y un valor para cilindro de +2 dioptrías o un diseño objetivo para una lente de gafas con un valor para esfera de 0 dioptrías y un valor para cilindro de +6 dioptrías.

50 Aunque el esfuerzo requerido para crear diseños objetivo usando el procedimiento descrito en el documento US 6,382,789 B1 es relativamente bajo, dado que la orientación de la posición axial en relación con una dirección dada no se tiene en cuenta en el diseño objetivo, cuando se utilizan objetivos esféricos en los diseños para optimizar una lente de gafas con efecto astigmático que no tienen en cuenta las diferentes asferizaciones que se pueden conseguir en las lentes de gafas a producir, dependiendo del tamaño de los valores para cilindro en los dos cortes principales, lo que tiene como resultado que en el marco del algoritmo de optimización, en un corte principal se realizan requisitos que no se pueden conseguir y en otro corte principal se permite libertades innecesarias. En cualquier caso, los valores para cilindro y eje no se encuentran en el diseño objetivo, lo que dificulta el desarrollo completo de las posibilidades del algoritmo de optimización.

60 En comparación con el documento US 6.382.789 B1, el objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para producir un diseño objetivo que permita un desarrollo más completo de las posibilidades del algoritmo de optimización. Además, es objeto de la presente invención proporcionar un sistema de procesamiento de datos para producir un diseño objetivo que permita un desarrollo más completo de las posibilidades del algoritmo de optimización. Otros objetos de la presente invención son proporcionar un programa informático y un medio de almacenamiento que permitan llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención. Además, un objeto de la

invención es proporcionar un procedimiento ventajoso para proporcionar una lente de gafas y un procedimiento ventajoso para producir una lente de gafas.

5 Estos objetos se logran mediante un procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 1, un programa informático según la reivindicación 10, un sistema de procesamiento de datos según la reivindicación 11, un medio de almacenamiento no transitorio legible por computadora según la reivindicación 12 y un procedimiento para proporcionar una lente de gafas según la reivindicación 13, 1 y un procedimiento según la reivindicación 15. Las reivindicaciones dependientes incluyen perfeccionamientos ventajosos de la invención.

10 De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento implementado por computadora para producir un diseño objetivo teniendo en cuenta un efecto astigmático prescrito, que es adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas que presenta el efecto astigmático. El procedimiento incluye un paso de proporcionar un diseño objetivo de partida que se basa en un valor de partida esférico específico y no tiene en cuenta el efecto astigmático o lo tiene en cuenta indirectamente, dado que el equivalente esférico encuentra aplicación como valor de  
15 partida esférico. El diseño objetivo de partida se puede adaptar, por ejemplo, para conseguir un determinado efecto esférico o, si se desea producir un diseño objetivo para una lente de gafas multifocal, se pueden adaptar varios efectos esféricos específicos en la lente de gafas a producir.

20 El procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza dado que el diseño objetivo se produce corrigiendo el diseño objetivo de partida mediante un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas. El diseño objetivo de corrección se forma a partir de un primer diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario y un segundo diseño objetivo en base al valor de partida esférico específico restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo. La corrección del diseño objetivo de partida basada en el diseño objetivo de corrección se realiza sumando el diseño objetivo de partida y el diseño  
25 objetivo de corrección. Se debe considerar que un diseño objetivo tiene en cuenta directamente el efecto astigmático, si se tienen en cuenta las diferentes asferizaciones que se pueden conseguir en la lente de gafas a producir en base al tamaño de los valores de los cilindros en los dos cortes principales. En consecuencia, se debe considerar que un diseño objetivo no tiene en cuenta directamente el efecto astigmático si no tiene en cuenta las diferentes asferizaciones que se pueden lograr en la lente que se va a producir dependiendo del tamaño de los  
30 valores de los cilindros en los dos cortes principales. Por ejemplo, un diseño objetivo esférico que se basa en el equivalente esférico de los valores para esfera y cilindro de la prescripción para el usuario no tiene en cuenta las diferentes asferizaciones que se pueden conseguir en la lente de gafas a producir dependiendo del tamaño de valores del cilindro en los dos cortes principales, de modo que no se tenga en cuenta directamente el efecto astigmático. Cabe señalar que un diseño objetivo esférico que no incluye ni el valor para cilindro ni el valor para eje de la prescripción para el usuario y por lo tanto no tiene en cuenta el efecto astigmático en absoluto, también es un  
35 diseño objetivo que no tiene en cuenta directamente el efecto astigmático. Por lo tanto, el término "no tiene en cuenta directamente" también incluye el caso "no tiene en cuenta en absoluto" en el marco de la presente invención.

40 Por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con la invención prevé que el efecto astigmático de una lente de gafas, tal como resulta de la prescripción, no se tenga en cuenta directamente en el diseño objetivo, sino indirectamente en forma de una corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático para un diseño objetivo de partida que no tiene en cuenta directamente el efecto astigmático. Este enfoque es ventajoso porque el diseño objetivo de partida no necesita tener en cuenta directamente el efecto astigmático (pero opcionalmente puede tenerlo en cuenta indirectamente, por ejemplo en forma del equivalente esférico). En cambio, el diseño objetivo de partida puede tener  
45 en cuenta otros parámetros, cuya consideración, junto con la consideración directa del efecto astigmático, requeriría un gran esfuerzo. Por lo tanto, no es necesario tener en cuenta estos parámetros en el diseño objetivo de corrección. Si el diseño objetivo a producir es, por ejemplo, un diseño objetivo para su uso en la optimización de una lente de gafas que presenta una orientación específica cuando está en uso, el diseño objetivo de partida puede tener en cuenta datos que representan una dirección predeterminada, estando condicionada la dirección predeterminada por la orientación de la lente de gafas durante su uso. Luego se crea el diseño objetivo de corrección sin considerar la dirección predeterminada. En el caso de una lente de gafas multifocal, como por ejemplo una lente de gafas progresiva, la orientación de la lente de gafas y la dirección predeterminada resultante en el diseño objetivo se derivan de la disposición de la parte cercana con respecto a la parte lejana. Tener en cuenta las condiciones de uso de la lente de gafas también requiere una dirección determinada en el diseño objetivo. Por lo tanto, en el caso de  
50 una lente de gafas monofocal, puede ser necesaria una dirección predeterminada en el diseño objetivo teniendo en cuenta las condiciones de uso. En el marco de la creación del diseño objetivo para lentes de gafas multifocales o lentes de gafas monofocales, normalmente se utilizan condiciones de uso generales, es decir, condiciones de uso adaptadas a un grupo definido de usuarios. La optimización de una lente de gafas con ayuda del diseño objetivo creado normalmente se lleva a cabo teniendo en cuenta las condiciones de uso individuales del usuario.

60 Con el procedimiento de acuerdo con la invención se tiene en cuenta directamente en el diseño objetivo de corrección, la provisión o determinación de un diseño objetivo de partida adecuado y la provisión o determinación de un diseño objetivo de corrección adecuado son posibles con poco esfuerzo, especialmente si, por ejemplo, una determinada orientación de la lente de gafas requiere una dirección determinada en el diseño objetivo. De este modo, la propia corrección también se puede realizar con poco esfuerzo. El diseño objetivo así producido permite  
65

evitar que en el marco del algoritmo de optimización para optimizar una lente de gafas con efecto astigmático se presenten requisitos inalcanzables en un corte principal y se deje libertades innecesarias en otro corte principal, lo que conduciría a que se dificulte el algoritmo de optimización en el desarrollo completo de sus posibilidades. Sin embargo, con un diseño objetivo generado de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención se puede conseguir el desarrollo completo de las posibilidades del algoritmo de optimización. Al mismo tiempo, el esfuerzo necesario para crear el diseño objetivo sigue siendo manejable.

El diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático puede ser, en particular, un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal. Un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal debe entenderse en este caso como un diseño objetivo que se puede utilizar para optimizar una lente de gafas monofocal. Un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal es significativamente más fácil de producir que un diseño objetivo para una lente de gafas multifocal. Para corregir el diseño objetivo de partida, sigue siendo adecuado un diseño objetivo de lente de gafas monofocal, incluso si el diseño objetivo de partida debería ser una lente de gafas multifocal. El diseño objetivo para una lente de gafas monofocal es en particular un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal atórica. Esto permite una mejor corrección de las aberraciones.

El diseño objetivo de corrección se basa en particular en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario o en el valor para cilindro y el valor para esfera de la prescripción para el usuario. Esto significa que el valor requerido al crear el diseño objetivo de corrección se puede tomar directamente de la prescripción sin ninguna conversión. Al corregir el diseño objetivo de partida en base al diseño objetivo de corrección, el valor para eje de la prescripción para el usuario puede usarse entonces para determinar la orientación del diseño objetivo de corrección con respecto al diseño objetivo de partida. Esto significa que no se requiere un diseño objetivo de corrección separado para cada combinación de cilindro y eje, sino solo para cada valor para cilindro, lo que reduce significativamente la serie de diseños objetivo de corrección.

En una configuración del procedimiento de acuerdo con la invención, el diseño objetivo de partida proporcionado también se basa en un valor de partida esférico específico. Este valor de partida esférico específico puede ser cualquier valor para esfera, lo que mantiene el esfuerzo para proporcionar el diseño objetivo de partida particularmente bajo. Sin embargo, también puede estar dado mediante el equivalente esférico de los valores para cilindro y eje de la prescripción para el usuario. Un diseño objetivo de partida de este tipo ya presenta una cierta adaptación al efecto astigmático de la lente de gafas a producir, de modo que la corrección es menor que si en el un diseño objetivo de partida se utiliza cualquier valor de partida esférico. Luego se forma el diseño de corrección usando un diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario y un diseño objetivo en base al valor de partida esférico. De este modo, el diseño objetivo de corrección se puede producir a partir de dos diseños objetivo fáciles de formar. En particular, el diseño objetivo de corrección puede formarse a partir de la diferencia entre el diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario y el diseño objetivo en base al valor de partida esférico. La sustracción de dos diseños objetivo es un procedimiento menos intensivo desde el punto de vista computacional. El diseño objetivo en base al valor de partida esférico y el diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario son en particular diseños objetivo para lentes de gafas monofocales esféricas o atóricas, es decir, un diseño objetivo en cada caso que se utiliza para optimizar unas lentes de gafas monofocales esféricas o atóricas. Los diseños objetivo presentan una estructura sencilla y, por lo tanto, se pueden crear y sustraer con muy poco esfuerzo.

El diseño objetivo para una lente de gafas monofocal en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario puede determinarse en particular mediante una serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales, cada uno de los cuales se caracteriza por una combinación de un valor para esfera y un valor para cilindro. Esta configuración permite calcular de antemano una serie de diseños objetivo en base a una serie de valores para cilindro y esferas diferentes y agruparlos, por ejemplo, en forma de matriz. En una primera configuración concreta, que tiene un esfuerzo especialmente reducido para determinar el diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario, la determinación de este diseño objetivo tiene lugar eligiendo un diseño objetivo entre la serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales, por ejemplo, seleccionando un diseño objetivo de la matriz antes mencionada. Este manera de proceder para determinar el diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario funciona mejor cuanto más cerca estén dispuestos en la matriz la serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales, es decir, cuanto menores sean las diferencias entre los valores para esfera y cilindro de lentes de gafas monofocales adyacentes en la matriz.

La determinación del diseño objetivo para una lente de gafas monofocal en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario también se puede realizar interpolando entre dos diseños objetivo a partir de la serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales, por ejemplo interpolando el valores para cilindro y esfera entre al menos dos diseños objetivo, por ejemplo, entre diseños objetivo adyacentes en la matriz. Esta manera de proceder permite obtener buenos resultados también cuando la matriz de las lentes de gafas monofocales no es muy densa, es decir, las diferencias de los valores para esfera y cilindro entre diseños objetivo adyacentes para lentes de gafas monofocales en la matriz son relativamente grandes. Pero incluso en el caso de una matriz relativamente densa, el uso de la interpolación puede conducir a un diseño objetivo aún mejor adaptado a los valores de acuerdo con la prescripción y, por tanto, a un diseño objetivo de corrección aún mejor adaptado a la prescripción.

Un programa informático de acuerdo con la invención para producir un diseño objetivo que tiene en cuenta un efecto astigmático, que es adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas que presenta el efecto astigmático incluye instrucciones que, cuando se ejecutan en una computadora, hacen que la computadora proporcione un diseño objetivo de partida, que se basa en un valor de partida esférico específico y que no tiene en cuenta el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas o lo tiene en cuenta indirectamente utilizando el equivalente esférico como valor de partida esférico. Además, el programa informático de acuerdo con la invención incluye instrucciones que, cuando se ejecutan en una computadora, hacen que la computadora produzca el diseño objetivo corrigiendo el diseño objetivo de partida mediante un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas, que se basa en el valor para cilindro y el valor para esfera de acuerdo con la prescripción para el usuario. El diseño objetivo de corrección se forma mediante un primer diseño objetivo en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario y un segundo diseño objetivo en base al valor de partida esférico específico, restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo. La corrección del diseño objetivo de partida se realiza mediante el diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección. El programa informático de acuerdo con la invención incluye por tanto instrucciones que, al ejecutarse en una computadora, hacen que se ejecute el procedimiento de acuerdo con la invención. Los perfeccionamientos descritos en relación con el procedimiento de acuerdo con la invención y las ventajas asociadas a ellos también se pueden implementar con el programa informático de acuerdo con la invención mediante instrucciones correspondientes del programa informático.

Un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con la invención para producir un diseño objetivo que tiene en cuenta un efecto astigmático, que es adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas que presenta el efecto astigmático, comprende un procesador y una memoria. El procesador está diseñado para proporcionar un diseño objetivo de partida en base a instrucciones de un programa informático almacenado en la memoria, que se basa en un valor de partida esférico específico y no tiene en cuenta el efecto astigmático o lo tiene en cuenta indirectamente mediante el uso del equivalente esférico como valor de partida esférico. Además, el procesador está diseñado para producir el diseño objetivo en base a las instrucciones del programa informático almacenado en la memoria corrigiendo el diseño objetivo de partida mediante un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas, que se basa en el valor para cilindro y el valor para esfera de la prescripción para el usuario. El diseño objetivo de corrección se forma a partir de un primer diseño objetivo, que se basa en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, y un segundo diseño objetivo, que se basa en el valor de partida esférico específico restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo. La corrección del diseño objetivo de partida se realiza mediante el diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección.

El procedimiento implementado por computadora de acuerdo con la invención se puede ejecutar con el sistema de procesamiento de datos de acuerdo con la invención. Otros perfeccionamientos del sistema de procesamiento de datos de acuerdo con la invención resultan del procedimiento de acuerdo con la invención, que luego se almacena en la memoria del sistema de procesamiento de datos en forma de un programa informático con las instrucciones correspondientes. Por tanto, las ventajas descritas en relación con los perfeccionamientos del procedimiento de acuerdo con la invención pueden trasladarse a perfeccionamientos correspondientes del sistema de procesamiento de datos de acuerdo con la invención.

Un medio de almacenamiento no transitorio legible por computadora de acuerdo con la invención incluye instrucciones para producir un diseño objetivo que tiene en cuenta un efecto astigmático, que es adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas que presenta el efecto astigmático. Las instrucciones incluidas en el medio de almacenamiento, hacen que una computadora, cuando se ejecutan en ella, proporcione un diseño objetivo de partida que se basa en un valor de partida esférico específico y no tiene en cuenta el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción o lo tiene en cuenta indirectamente, dado que se usa el equivalente esférico como valor de partida esférico. Además, el medio de almacenamiento incluye instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan en una computadora, hacen que la computadora produzca el diseño objetivo corrigiendo el diseño objetivo de partida mediante un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas, que se basa en el valor para cilindro y el valor para esfera de la prescripción para el usuario. El diseño objetivo de corrección se forma a partir de un primer diseño objetivo, basado en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, y un segundo diseño objetivo, basado en el valor de partida esférico específico, restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo. La corrección del diseño objetivo de partida se realiza mediante el diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección.

El medio de almacenamiento legible por computadora de acuerdo con la invención permite proporcionar instrucciones que permitan llevar a cabo el procedimiento implementado por computadora de acuerdo con la invención para un sistema de procesamiento de datos. Los perfeccionamientos del medio de almacenamiento legible por computadora de acuerdo con la invención incluyen instrucciones que representan perfeccionamientos del procedimiento de acuerdo con la invención. Por lo tanto, las ventajas de los perfeccionamientos del medio de

almacenamiento legible por computadora de acuerdo con la invención se pueden deducir fácilmente de las ventajas descritas con referencia al procedimiento implementado por computadora de acuerdo con la invención.

5 En el procedimiento de acuerdo con la invención para proporcionar una lente de gafas se especifica una lente de gafas de partida y un diseño objetivo, que indica al menos una propiedad que debe conseguir la lente de gafas. Mediante un algoritmo de optimización se optimiza al menos una superficie de la lente de gafas de partida de tal manera que la lente de gafas de partida con la superficie optimizada alcance al menos una propiedad que se debe conseguir mediante el diseño objetivo, hasta una desviación admisible. La lente de gafas de partida que presenta la superficie optimizada se proporciona finalmente como lente de gafas.

10 El procedimiento de acuerdo con la invención para proporcionar una lente de gafas se caracteriza dado que como diseño objetivo se utiliza un diseño objetivo que se produce según el procedimiento de acuerdo con la invención para producir un diseño objetivo que tiene en cuenta un efecto astigmático. Las ventajas asociadas resultan directamente de las ventajas descritas con referencia al procedimiento implementado por computadora para producir un diseño objetivo que tenga en cuenta un efecto astigmático.

15 Una propiedad puede ser, por ejemplo, un error residual astigmático o esférico. Pero también es posible que la propiedad sea un astigmatismo de superficie o un poder de refracción superficial.

20 La al menos una superficie que se optimiza puede ser la superficie posterior o la superficie anterior de la lente de gafas. Pero también existe la posibilidad de optimizar tanto la superficie posterior como la superficie anterior de la lente de gafas.

25 La al menos una superficie de la lente de gafas de partida a optimizar puede ser una superficie de forma libre. Como tal, puede representarse, por ejemplo, mediante las funciones definidas regionalmente y descritas al principio.

30 La desviación puede venir dada, por ejemplo, por el valor de una función de error, el valor de la función de error depende de la diferencia entre la propiedad alcanzada y la propiedad a alcanzar o, en el caso de varias propiedades, de las diferencias entre las propiedades alcanzadas y las respectivas propiedades a alcanzar. Una desviación puede considerarse admisible, por ejemplo, si el valor de la función de error no supera un valor límite predeterminado o si el valor de la función de error presenta un mínimo.

35 La provisión de la lente de gafas puede tener lugar en particular proporcionando una representación numérica de la lente de gafas, estando dada entonces la representación numérica de la lente de gafas por una representación numérica de la lente de gafas de partida que presenta la superficie optimizada. De acuerdo con la invención también se pone a disposición un medio de almacenamiento con una representación numérica de este tipo de una lente de gafas.

40 Además, de acuerdo con la invención se proporciona un procedimiento para producir una lente de gafas. En este procedimiento está previsto un cuerpo de partida, a partir del cual se fabrica la lente de gafas a partir de una representación numérica prevista de la lente de gafas, mediante mecanizado por desprendimiento de material, en particular mediante mecanizado con desprendimiento de viruta. La producción puede realizarse en particular controlada por computadora. La representación numérica de la lente de gafas se lee, bien de un medio de almacenamiento de acuerdo con la invención que contiene una representación numérica de una lente de gafas, o se proporciona por medio del procedimiento de acuerdo con la invención para fabricar de una lente de gafas. Las ventajas asociadas con el procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de una lente de gafas resultan de las ventajas del procedimiento de acuerdo con la invención para proporcionar una lente de gafas y, por tanto, como se ha indicado anteriormente, de las ventajas descritas con referencia al procedimiento implementado por computadora para producir un diseño objetivo que tenga en cuenta un efecto astigmático.

50 Otras características, propiedades y ventajas de la presente invención resultan de la siguiente descripción de un ejemplo de realización con referencia a las figuras adjuntas.

La Figura 1, muestra un diagrama de flujo que representa un ejemplo de realización del procedimiento implementado por computadora para producir un diseño objetivo.

55 La Figura 2, muestra un diagrama de flujo para un posible procedimiento para determinar un diseño objetivo de corrección.

La Figura 3, muestra en un diagrama de bloques esquemáticamente los componentes de un sistema de procesamiento de datos adecuado para llevar a cabo el procedimiento para producir un diseño objetivo.

60 En el marco de la descripción de la invención se utilizan las siguientes definiciones:

Diseño objetivo

Un diseño objetivo en el sentido de la presente invención es una especificación que deben lograrse en un método de optimización de una distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas. En el primer caso se habla de diseño objetivo óptico, en el segundo caso de diseño objetivo de superficie. Por lo tanto, un diseño objetivo óptico es la especificación de una distribución de errores de imagen en toda la lente o, también, además de ello, en la trayectoria de rayos del usuario (por ejemplo, desviación residual astigmática, desviación residual esférica, prisma, simetría horizontal, distorsión, pero también errores de orden superior como coma). Adicionalmente, el diseño objetivo óptico también puede contener especificaciones para las desviaciones residuales astigmáticas y esféricas en puntos de referencia (por ejemplo, punto de referencia de construcción de lejanía o punto de referencia de construcción de cercanía) o la suma en la trayectoria de rayos de medición de un dispositivo de medición, por ejemplo en la trayectoria de rayos de un dispositivo de medición de poder refractivo del vértice. Por el contrario, en un diseño objetivo de superficie se especifican las propiedades de superficie que se deben conseguir en el método de optimización de la superficie de forma libre a formar, por ejemplo un poder de refracción de superficie y un astigmatismo de superficie. El poder de refracción de superficie es una medida de la capacidad de una sección de superficie que rodea un punto de optimización para cambiar la vergencia (índice de refracción del material de la lente de gafas dividido por el radio de curvatura del frente de onda) de un haz de rayos que incide en la sección de superficie en aire. El astigmatismo de superficie en un punto de optimización representa la diferencia en los poderes de refracción de superficie en los cortes principales en un punto de optimización de la superficie. A menos que el siguiente texto se refiera específicamente a un diseño objetivo óptico o a un diseño objetivo de superficie, sino solo a un diseño objetivo, el término "diseño objetivo" siempre debe utilizarse para incluir ambos tipos de diseños objetivo.

#### Diseño objetivo de partida

En el marco de la invención, bajo el término "diseño objetivo de partida" debe entenderse un diseño objetivo que es adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas y forma un punto de partida sobre la base del cual finalmente se produce el diseño objetivo a producir por medio de una corrección.

#### Dirección predeterminada

En el caso de una lente de gafas multifocal, por ejemplo una lente de gafas progresiva, la orientación cuando se usa está determinada por la disposición de la parte cercana con respecto a la parte lejana. Las condiciones de uso de una lente de gafas también pueden determinar una orientación específica de la lente de gafas durante su uso, de modo que si se tienen en cuenta las condiciones de uso, también con una lente de gafas monofocal está determinada una orientación de la lente de gafas de visión durante su uso. La orientación de la lente de gafas está incluida en un diseño objetivo para una optimización de una lente de gafas de este tipo en forma de una dirección predeterminada que tiene en cuenta la orientación de la lente de gafas.

#### Diseño objetivo de corrección

En el marco de la invención, bajo el término "diseño objetivo de corrección" debe entenderse un diseño objetivo que es adecuado para su uso en la optimización de una lente de gafas y se utiliza para corregir el diseño objetivo de partida.

#### Prescripción

El término "prescripción" se refiere a una recopilación en la que se especifican en forma de valores adecuados los efectos dióptricos necesarios para la corrección de una ametropía diagnosticada. En el caso de un efecto esférico, la prescripción puede contener un valor "Sph" para esfera. En el caso de efecto astigmático, la prescripción podrá contener valores "Cyl" para cilindro y "Ach" para eje y, en caso de efecto prismático, un valor para prisma. La prescripción también puede contener otros valores, en el caso de lentes de gafas multifocales, por ejemplo el valor "Add", que indica la diferencia entre la poder refringente del vértice en la parte cercana de la lente de gafas y en la parte lejana de la lente de gafas. También se puede incluir en la prescripción un valor "PD" para la distancia interpupilar.

#### Valor de partida esférico

En el contexto de la presente invención, el término "valor de partida esférico" debe entenderse como un valor para "esfera", que puede elegirse arbitrariamente y en particular no necesita coincidir con el valor para "esfera" de la prescripción para el usuario de lentes de gafas. En el ejemplo de realización de la presente invención, el valor de partida esférico es un valor que corresponde al equivalente esférico de los valores para esfera y cilindro de la prescripción para el usuario. Sin embargo, esto no es obligatorio.

#### Equivalente esférico

El término "equivalente esférico" se refiere a una efecto esférico medio de una lente de gafas con un efecto esférico y una efecto astigmático, basándose el efecto esférico medio tanto en el efecto esférico como en el efecto astigmático de la lente de gafas. El equivalente esférico se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación: equivalente esférico = esfera + 0,5 x cilindro.

5

#### Condiciones de Uso

El término "condiciones de uso" se refiere a la posición y orientación de las gafas en relación con los ojos y la cara del usuario mientras las usa. Las condiciones de uso pueden determinarse, por ejemplo, mediante el ángulo de preinclinación (DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.18), también llamado ángulo pantoscópico, el ángulo de lente de montura (DIN ISO 13666:2013-10, sección 17.3) y la distancia de vértice-córnea (DIN ISO 13666 :2013-10, sección 5.27) y se adaptan para cada lente de gafas al usuario respectivo. Los valores típicos para el ángulo de preinclinación están entre -20 grados y +30 grados, los valores típicos para la distancia de vértice-córnea están en el rango entre 20 mm y 30 mm y los valores típicos para el ángulo de lente de montura están en el rango de -5 grados a +15 grados. Además del ángulo de preinclinación, el ángulo de lente de montura y la distancia de vértice-córnea, las condiciones de uso suelen incluir también la distancia de la pupila de acuerdo con (DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.29), es decir, la distancia entre los centros de las pupilas en el caso de que los ojos fijen un objeto infinitamente distante cuando miran de frente, los datos de centrado, es decir, las dimensiones y distancias necesarias para centrar la lente delante del ojo, y el modelo de distancia al objeto, que determina la distancia de objeto para la cual se optimiza un punto específico en la superficie de lente de gafas. Las condiciones de uso pueden ser condiciones de uso individuales, es decir, que están adaptadas a un usuario específico, o condiciones de uso generales, es decir, que están adaptadas a un grupo definido de usuarios.

10

15

20

#### Corte principal

25

Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 7.4, un corte principal es el plano meridiano de una superficie con la curvatura máxima o mínima medida de esta superficie, haciendo referencia el término "plano meridiano" conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, sección 5.7.1 a un plano que contiene el o los centros de curvatura de una superficie.

30

#### Interpolación

En el marco de la presente invención, el término "interpolación" debe entenderse como cualquier tipo de determinación de valores intermedios entre valores discretos de un conjunto de datos. Por ejemplo, la interpolación se puede realizar adaptando una función continua o no continua a los valores discretos del conjunto de datos de tal manera que cada uno de los valores discretos del conjunto de datos esté representado por valores de función, y luego se pueden utilizar como valores intermedios entre los valores de función que representan los valores discretos del conjunto de datos que se encuentran en los valores de función.

35

40

#### Proporcionar

En el marco de la presente invención, el término "proporcionar" pretende significar cualquier tipo de puesta a disposición de datos, en particular el término "proporcionar" pretende significar poner a disposición mediante lectura desde una memoria o una red, y poner a disposición mediante la recepción de datos, la escritura en una computadora, etc.

45

#### Lente de gafas esférica

Por "lente de gafas esférica" debe entenderse una lente de gafas con una superficie esférica, siendo una superficie esférica parte de una superficie de rotación cuya curvatura cambia desde el vértice a la periferia (DIN ISO 13666:2013-10, sección 7.3). Por el contrario, una superficie esférica forma parte de una superficie interior o exterior de una esfera (DIN ISO 13666:2013-10, sección 7.1).

50

#### Lente de gafas atórica

55

Bajo el término "lente de gafas atórica" debe entenderse una lente de gafas con una superficie atórica, siendo una superficie atórica una superficie que presenta dos cortes principales mutuamente perpendiculares de diferente curvatura y en la que la sección transversal en al menos uno de los cortes principales es no circular (DIN ISO 13666:2013-10, sección 7.6). En el caso de una superficie tórica, por el contrario, las secciones transversales en ambas secciones principales son nominalmente circulares (DIN ISO 13666:2013-10, sección 7.5).

60

A continuación, se describe el procedimiento de acuerdo con la invención para crear un diseño objetivo en el ejemplo de la creación de un diseño objetivo para su uso en la optimización de una lente de gafas progresiva que, además de un efecto esférico, también incluye un efecto astigmático. Una lente de gafas progresiva es una lente de gafas con al menos una superficie de lente de gafas progresiva y un aumento (efecto positivo cuando el usuario mira

65

5 hacia abajo DIN ISO 3666:2013-10, sección 8.3.5), con una superficie de lente de gafas progresiva conforme a la norma DIN ISO 3666 :2013-10, sección 7.7 siendo una superficie no rotosimétrica con un cambio continuo de curvatura en toda o parte de la superficie, que generalmente sirve para proporcionar una suma de cercanía creciente, también llamada suma. Conforme a la norma DIN ISO 13666:2013-10, la suma es la diferencia entre la el poder refractivo de vértice de la parte cercana de la lente de gafas y el poder refractivo de vértice de la parte lejana de la lente de gafas de acuerdo con un procedimiento definido. En una prescripción de lente de gafas progresiva se especifica el valor de suma además de los valores ya mencionados en la prescripción. La prescripción suele contener también un valor para la distancia interpupilar.

10 Para explicar la invención, se supone que el efecto esférico a conseguir con la lente de gafas progresiva se especifica en una prescripción mediante un valor para esfera y un valor para la suma, y el efecto astigmático a conseguir mediante valores para cilindro y eje. La lente de gafas progresiva presenta una parte lejana y una parte cercana, cuya disposición entre sí determina la orientación de la lente de gafas durante el uso y determina una dirección predeterminada en el diseño objetivo. La dirección predeterminada normalmente no corresponde a la dirección dada por la posición del eje del efecto astigmático, es decir, la dirección dada por el valor para eje de la prescripción para el usuario.

15 Para poder adaptar de forma óptima una lente de gafas progresiva al usuario, también se tienen en cuenta las condiciones generales de uso en el diseño objetivo, es decir, condiciones de uso que contienen valores típicos para el ángulo de preinclinación, el ángulo de lente de montura y la distancia de vértice-córnea para un grupo definido de usuarios. Además de los valores contenidos en la prescripción, también se pueden incluir valores generales para el ángulo de lente de montura, la distancia de vértice-córnea y el ángulo de preinclinación al crear un diseño objetivo para usar en la optimización de una lente de gafas progresiva. En el caso de una lente de gafas monofocal, tener en cuenta las condiciones de uso determina una orientación de la lente y, por tanto, una dirección predeterminada que se debe tener en cuenta al crear el diseño objetivo.

20 El procedimiento implementado por computadora que se muestra en la Figura 1 mediante un diagrama de flujo comienza con los valores especificados en la prescripción para el usuario, así como los datos que representan la dirección predeterminada que se proporcionan a la computadora en la que se lleva a cabo el procedimiento y que representa un sistema de procesamiento de datos de acuerdo con la invención. Esta provisión se puede hacer, por ejemplo, ingresando los valores en la computadora por medio de una interfaz hombre-máquina como por ejemplo un teclado, una pantalla táctil, una unidad de entrada de voz, etc. o, si los valores están disponibles electrónicamente, pueden leerse a través de una interfaz adecuada desde una memoria en la computadora o recibirse desde la computadora a través de una red (paso S1).

25 A partir de los valores para esfera y cilindro especificados en la prescripción, en el presente ejemplo de realización se calcula a continuación en el paso S2 el equivalente esférico de los valores para esfera y cilindro. Este equivalente esférico se utiliza en el presente ejemplo de realización tanto para proporcionar un diseño objetivo de partida como para proporcionar un diseño objetivo de corrección para corregir el diseño objetivo. Sin embargo, cabe señalar en este punto que el equivalente esférico no necesariamente tiene que tenerse en cuenta al proporcionar el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección y puede ser reemplazado por un valor de partida esférico específico libremente seleccionable, como se explicará más adelante. Sin embargo, utilizar el equivalente esférico como valor de partida esférico específico significa que el diseño objetivo de partida ya presenta una adaptación al efecto astigmático de la lente de gafas.

30 En el paso S3, se proporciona entonces un diseño objetivo de partida, que en el presente ejemplo de realización tiene en cuenta el equivalente esférico calculado en el paso S2, así como los datos que representan la dirección predeterminada. Además, en el diseño objetivo de partida en el presente ejemplo de realización también se tiene en cuenta el valor para la suma. Si el diseño objetivo buscado es un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal en lugar de una lente de gafas progresiva, el valor para la suma, por supuesto, no se tiene en cuenta.

35 El diseño objetivo de partida representa un diseño objetivo que se basa en datos que representan la dirección predeterminada y no tiene en cuenta directamente el efecto astigmático. En la medida en que en el diseño objetivo de partida se tenga en cuenta el equivalente esférico, en el que se incluye el valor para cilindro, esto solo conduce a un cambio en el efecto esférico representado por el diseño objetivo de partida, sin cambiar el efecto esférico en la lente de gafas a producir dependiendo del tamaño de los valores para cilindro que se tienen en cuenta las diferentes asferizaciones que se pueden conseguir en ambos cortes principales. El efecto esférico indicado por el equivalente esférico representa simplemente un compromiso con el que se reducen las diferencias percibidas por el usuario a lo largo de los cortes principales. Por lo tanto, el diseño objetivo de partida es un diseño objetivo que no tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas.

40 En el presente ejemplo de realización, el diseño objetivo de partida se proporciona seleccionando un diseño objetivo de partida de una serie de diseños objetivo, que en el presente ejemplo de realización se caracteriza por valores para esfera, suma y datos que representan la dirección predeterminada. En el presente ejemplo de realización, la selección del diseño objetivo de partida con respecto al valor para esfera se realiza de tal manera que se selecciona

un diseño objetivo con un valor para esfera que corresponde al equivalente esférico calculado en el paso S2. La selección del diseño objetivo de la serie de diseños objetivo se puede llevar a cabo automáticamente basándose en los tamaños especificados en el paso S1, cuando se utiliza el equivalente esférico también con el cálculo automatizado del equivalente esférico en el paso S2.

Cabe señalar en este punto que el diseño objetivo de partida del presente ejemplo de realización se puede considerar como la suma de un diseño objetivo que tiene en cuenta la dirección predeterminada y, si está disponible, la suma y posiblemente otros parámetros tales como diseño duro o blando, por un lado, y, por otro lado, el diseño objetivo que tiene en cuenta el equivalente esférico para una lente de gafas monofocal.

Para que el diseño objetivo a ser creado pueda tener en cuenta el efecto astigmático indicado en la prescripción mediante cilindro y eje, en el marco del procedimiento de acuerdo con la invención tiene lugar una corrección del diseño objetivo de partida proporcionado en S3, con ayuda de un diseño objetivo de corrección determinado en el paso S4, que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas. Este diseño objetivo de corrección no tiene en cuenta los datos que representan la dirección predeterminada, sino solo el valor para cilindro de la prescripción para el usuario. El diseño objetivo de corrección puede ser en particular un diseño objetivo destinado a optimizar una lente de gafas monofocal con el correspondiente efecto astigmático.

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo mediante el cual se describe a continuación la determinación del diseño objetivo de corrección. Para determinar el diseño objetivo de corrección, en el paso S401 se selecciona automáticamente un primer diseño objetivo de una matriz de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales atóricas, caracterizándose cada diseño objetivo por un valor para cilindro y un valor para esfera. En el presente ejemplo de realización, el primer diseño objetivo seleccionado de la matriz de diseños objetivo es un diseño objetivo cuyos valores para cilindro y esfera son los más cercanos a los valores para cilindro y esfera de la prescripción para el usuario. Alternativamente, el primer diseño objetivo puede basarse en una interpolación entre los valores para cilindro y esfera de al menos aquellos diseños objetivo de la matriz que presentan valores para cilindro y esfera adyacentes a los valores para cilindro y esfera de la prescripción para el usuario. El primer diseño objetivo determinado en el paso 401 representa un diseño objetivo para optimizar una lente de gafas atórica para gafas monofocales. En este diseño objetivo no se incluyen datos que tengan en cuenta la dirección predeterminada.

En el paso S402, se selecciona un segundo diseño objetivo, que es un diseño objetivo para optimizar una lente de gafas monofocal esférica. Este diseño objetivo tampoco tiene en cuenta los datos que representan la dirección predeterminada. Por lo tanto, se caracteriza únicamente por un valor para esfera en el que se basa la lente de gafas monofocal esférica. Este segundo diseño objetivo se determina seleccionando automáticamente el diseño objetivo de una serie de diseños objetivo caracterizados por diferentes valores para esfera, que, con su valor para esfera, se acerca más al equivalente esférico calculado en el paso S2. Al igual que con la determinación del primer diseño objetivo en el paso S401, la determinación del segundo diseño objetivo en el paso S402 también se puede realizar alternativamente mediante interpolación entre diseños objetivo de la serie de diseños objetivo.

Después de seleccionar el primer diseño objetivo en el paso S401 y seleccionar el segundo diseño objetivo en el paso S402, el diseño objetivo de corrección se calcula basándose en los diseños objetivo seleccionados en el paso S403. El cálculo se lleva a cabo restando el segundo diseño objetivo seleccionado en el paso S402 del primer diseño objetivo seleccionado en el paso S401. Los valores especificados en los diseños objetivo para la distribución de errores de imagen o las propiedades de superficie se restan entre sí en los puntos correspondientes de los diseños objetivo. En el caso de magnitudes direccionales, como por ejemplo la desviación residual astigmática, al formar la diferencia también se tienen en cuenta las direcciones de las magnitudes en los respectivos puntos, por ejemplo mediante la formación de diferencias vectoriales. El diseño objetivo de corrección calculado de esta manera representa entonces el diseño objetivo de corrección determinado en el paso S4 de la Figura 1.

En el paso S5, el diseño objetivo de partida seleccionado se corrige en base al diseño objetivo de corrección determinado. Para ello, en el presente ejemplo de realización tiene lugar una suma del diseño objetivo de partida y del diseño objetivo de corrección. Una suma de diseños objetivo significa que los valores para la distribución de errores de imagen en el caso de un diseño objetivo óptico se suman en los puntos correspondientes del diseño objetivo de partida y del diseño objetivo de corrección. En el caso de un diseño objetivo de superficie, los valores de una propiedad de superficie se suman en los puntos correspondientes del diseño objetivo de partida y del diseño objetivo de corrección. En el caso de magnitudes dirigidas, durante la suma también se tienen en cuenta las direcciones de las magnitudes en los respectivos puntos, por ejemplo mediante suma de vectores. Durante la suma, el valor para eje de la prescripción para el usuario también se tiene en cuenta ajustando la orientación del diseño objetivo de corrección en relación con el diseño objetivo de partida antes de la suma a la posición del eje especificada en la prescripción por el valor para eje.

Dado que, como se indicó anteriormente, el efecto del diseño objetivo de partida se puede ver como la suma de un diseño objetivo que tiene en cuenta la dirección predeterminada y, si está presente, la suma y un diseño objetivo esférico para una lente de gafas monofocal basado en la media esférica, y que para la formación del diseño objetivo de corrección el segundo diseño objetivo restado del primer diseño objetivo es también un diseño objetivo esférico

basado en la media esférica para una lente de gafas monofocal, las contribuciones basadas en la media esférica se anulan en el diseño objetivo de partida corregido con el diseño objetivo de corrección. Por esta razón, se puede utilizar cualquier otro valor de partida esférico en lugar de la media esférica, siempre que se utilice el mismo valor de partida esférico en el diseño objetivo de partida y en el diseño objetivo de corrección.

5 El diseño objetivo de partida corregido con el diseño objetivo de corrección finalmente se genera en el paso S6 como el diseño objetivo creado en el marco del procedimiento y teniendo en cuenta el efecto astigmático de la lente de gafas. Esta salida puede realizarse enviando el diseño objetivo a una aplicación o guardándolo en un medio de almacenamiento.

10 Los pasos de procedimiento descritos con referencia a las Figuras 1 y 2 ejecutan normalmente en una computadora. Por tanto, para poder realizar el procedimiento existe un programa informático que incluye instrucciones que, cuando el programa se ejecuta en la computadora, hacen que ésta ejecute los pasos representados en las Figuras 1 y 2. El programa informático puede residir en la computadora o proporcionarse en un medio de almacenamiento no transitorio legible por computadora para cargarlo en la computadora. Un medio de almacenamiento no volátil legible por computadora de este tipo puede ser, por ejemplo, un disco duro móvil o no móvil, una unidad semiconductora móvil o no móvil (SSD, Solid State Drive), una memoria USB u otro medio de almacenamiento móvil o no móvil. En el caso de un medio de almacenamiento no móvil, por ejemplo, es posible acceder al medio de almacenamiento a través de una red.

20 A continuación, con referencia a la Figura 3, se describe un sistema de procesamiento de datos 1 de acuerdo con la invención, que es adecuado para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención. Un sistema de procesamiento de datos 1 de este tipo puede ser una computadora en el que se ejecute un programa informático de acuerdo con la invención. Sin embargo, también existe la posibilidad de diseñar el sistema de procesamiento de datos 1 como un dispositivo dedicado, en el que los pasos de procedimiento se implementan permanentemente, por ejemplo mediante circuitos integrados de aplicación específica (ASIC, Application Specific Integrated Circuits).

25 El sistema de procesamiento de datos 1 representado en la Figura 3 está diseñado en particular para ejecutar el procedimiento con todos los pasos de procedimiento descritos en las Figuras 1 y 2. Comprende una interfaz 3 a través de la cual se pueden ingresar o leer en el sistema de procesamiento de datos 1 los valores contenidos en la prescripción para el usuario y los datos que representan la dirección predeterminada o a través de la cual se pueden recibir valores contenidos en la prescripción para el usuario y los datos que representan la dirección predeterminada. Por lo tanto, la interfaz 3 puede ser una interfaz hombre-máquina o una interfaz de datos para una red o un soporte de datos externo.

35 La interfaz 3 está conectada a una unidad de cálculo 5, que calcula el equivalente esférico para estos valores basándose en los valores de la prescripción para el usuario para esfera y cilindro introducidos en el sistema de procesamiento de datos 1 a través de la interfaz 3.

40 La unidad de cálculo 5 está conectada con una primera unidad de determinación de diseño objetivo 7, que también está conectada a la interfaz 3. La unidad de cálculo 5 selecciona un diseño objetivo de partida que mejor se corresponde con el equivalente esférico y los datos que representan la dirección predeterminada, mediante el valor para el equivalente esférico recibido de la unidad de cálculo 5 y basándose en los datos que representan la dirección predeterminada. La serie de diseños objetivo, a partir de la cual se realiza la selección, se almacena en una memoria 8. Si el diseño objetivo de partida seleccionado se basa en el equivalente esférico, ya presenta un primer ajuste al efecto astigmático de acuerdo con la prescripción. Sin embargo, este ajuste no es obligatorio. El diseño objetivo de partida seleccionado también puede basarse en un valor de partida esférico diferente. Esto simplemente da como resultado un diseño objetivo de corrección diferente que si el diseño objetivo de partida seleccionado se basara en el equivalente esférico.

50 El sistema de procesamiento de datos 1 incluye dos unidades de determinación de diseño objetivo adicionales, concretamente una segunda unidad de determinación de diseño objetivo 9 y una tercera unidad de determinación de diseño objetivo 11. La segunda unidad de determinación de diseño objetivo 9 está conectada a la interfaz 3 para recibir de ella aquel valor de la prescripción para obtener el usuario que se refiere al cilindro. En base al valor recibido, la segunda unidad de determinación de diseño objetivo 9 selecciona entonces un diseño objetivo para optimizar una lente de gafas monofocal atórica a partir de una matriz almacenada en la memoria 12 en el paso S401. Esta selección se realiza como se describe con referencia al paso S401 en la Figura 3. La memoria 12 puede ser idéntica a la memoria 8 y/o a la memoria 10. En lugar de seleccionar el primer diseño objetivo, la segunda unidad de determinación de diseño objetivo 9 también puede determinar el primer diseño objetivo mediante interpolación, como se describe con referencia a la Figura 2.

60 La tercera unidad de determinación de diseño objetivo 11 está conectada con la unidad de cálculo 5 para obtener de ella el equivalente esférico calculado. Está diseñada para seleccionar el segundo diseño objetivo proporcionado en el paso S402. La serie de diseños objetivo a partir de la cual se realiza la selección se almacena en una memoria 10. Esta memoria 10 contiene una serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales esféricas. La tercera

unidad de determinación de diseño objetivo 11 selecciona de la serie de diseños objetivo el diseño objetivo cuyo valor para esfera se acerca más al equivalente esférico calculado. Alternativamente, la determinación del segundo diseño objetivo por parte de la tercera unidad de determinación de diseño objetivo 11 también puede tener lugar mediante una interpolación entre diseños objetivo de la serie de diseños objetivo, como se ha descrito con referencia a la Figura 2. Si en el diseño objetivo de partida se incluye un valor de partida esférico diferente al de la media esférica, este otro valor de partida esférico también se incluye en el segundo diseño objetivo en lugar de la media esférica. En este caso, la unidad de cálculo 5 se sustituye por una unidad de determinación para determinar el valor de partida esférico. No es necesario conectarla a la interfaz 3, ya que la selección del valor de partida esférico no necesita basarse en los datos contenidos en la prescripción.

La segunda unidad de determinación de diseño objetivo 9 y la tercera unidad de determinación de diseño objetivo 11 están conectadas a una unidad de diferenciación 13. La unidad de diferenciación 13 recibe el primer diseño objetivo de la unidad de selección 9 y el segundo diseño objetivo de la unidad de selección 11 y resta el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo para producir el diseño objetivo de corrección.

La primera unidad de determinación de diseño objetivo 7 y la unidad de diferenciación 13 están conectadas ambas a una unidad de suma 15, que recibe el diseño objetivo de partida de la primera unidad de determinación de diseño objetivo 7 y el diseño objetivo de corrección de la unidad de diferenciación 13. La unidad de suma 15 forma la suma del diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección para producir el diseño objetivo deseado. Este diseño objetivo se envía finalmente a una interfaz de salida 17, desde donde se puede, por ejemplo, guardar en un medio de almacenamiento, introducir en una red o transmitir a una máquina de fabricación.

El diseño objetivo puede usarse entonces junto con una lente de gafas de partida para proporcionar una lente de gafas. En el presente ejemplo de realización, la lente de gafas se proporciona como parte de un procedimiento implementado por computadora, de modo que la lente de gafas de partida es simplemente un modelo numérico definido por sus parámetros. La superficie posterior de la lente de gafas de partida, es decir, del modelo numérico, es una superficie de forma libre que se describe mediante una serie de funciones definidas regionalmente, como se explicó al principio.

El diseño objetivo describe en el presente ejemplo de realización al menos un error residual esférico y un error residual astigmático como propiedades que deben lograrse con la lente de gafas hasta una desviación admisible. Para ello se optimizan las funciones definidas regionalmente que describen la superficie de forma libre. La optimización se lleva a cabo utilizando un algoritmo de optimización iterativo, en el que los valores de los parámetros de las funciones definidas regionalmente que describen la superficie de forma libre se cambian en cada paso de iteración y el error residual esférico alcanzado actualmente y el error residual astigmático alcanzado actualmente se determinan utilizando los respectivos valores de los parámetros. El valor de una función de error se determina a partir del error residual esférico alcanzado actualmente y del error residual astigmático alcanzado actualmente. En el presente ejemplo de realización, la función de error se selecciona de modo que su valor de función sea menor cuanto menor sea la diferencia entre el error residual esférico actualmente logrado y el error residual esférico especificado por el diseño objetivo y la diferencia entre el error residual astigmático actualmente logrado y el error residual astigmático especificado por el diseño objetivo. Si estas diferencias son tan pequeñas que el valor de la función de error ya no sobrepasa un valor límite predeterminado, se termina el algoritmo de optimización iterativo en el presente ejemplo de realización. Como lente optimizada se proporciona la lente de gafas de partida con la superficie de forma libre, que viene dada por los parámetros de las funciones definidas regionalmente cuando finaliza el algoritmo de optimización iterativo.

En el presente ejemplo de realización la provisión tiene lugar mediante almacenamiento de una representación numérica de la lente de gafas optimizada o se puede leer o recuperar de un medio de almacenamiento no transitorio, para su uso posterior. A partir de la representación numérica proporcionada de la lente de gafas optimizada se puede producir una lente de gafas objetivo. Para ello está previsto un cuerpo de partida, a partir del cual se fabrica la lente de gafas a partir de la representación numérica proporcionada de la lente de gafas mediante mecanizado con desprendimiento de viruta controlado por computadora u otro mecanizado por desprendimiento de material adecuado.

En lugar de realizar el procedimiento iterativo hasta que el valor de la función de error ya no supere un valor límite, como en el presente ejemplo de realización, el procedimiento también se puede realizar hasta que se encuentre un mínimo de la función de error. Un mínimo de la función de error se caracteriza porque cuando cambian los parámetros de las funciones definidas regionalmente, el valor de la función de error ya no se vuelve más pequeño.

Aunque en el presente ejemplo de realización se ha optimizado la superficie posterior de la lente de gafas, alternativa o adicionalmente se puede optimizar la superficie anterior de la lente de gafas. En este caso, la superficie anterior estaría representada alternativa o adicionalmente por funciones definidas regionalmente y optimizadas como se describe.

5 En lugar de un error residual esférico y un error residual astigmático, como en el ejemplo de realización, el diseño objetivo puede especificar un poder de refracción superficial y un astigmatismo de superficie en ejemplos de realización alternativos. En los pasos de iteración del algoritmo de optimización se determinan a continuación el poder refringente superficial alcanzado actualmente con los valores de parámetros respectivos y el astigmatismo de superficie alcanzado actualmente con los valores de parámetros respectivos.

10 La presente invención se ha descrito en detalle con fines explicativos utilizando ejemplos de realización concretos. Sin embargo, un experto en la materia reconocerá que puede desviarse de los ejemplos de realización descritos. Por ejemplo, las secuencias de los pasos S3 y S4 y/o los pasos S401 y S402 especificados en el ejemplo de realización no son obligatorias. Más bien, el orden también se puede invertir o los pasos S3 y S4 o los pasos S401 y S402 se pueden ejecutar en paralelo. Además, no es necesario que el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección incluyan el equivalente esférico de los valores para esfera y cilindro de acuerdo con la prescripción para el usuario. En cambio, cualquier valor para esfera se puede incluir en el diseño objetivo de partida y en el diseño objetivo de corrección. Por lo tanto, un experto en la técnica reconocerá que se pretende que la protección reivindicada esté limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento implementado por computadora para producir un diseño objetivo que tenga en cuenta un efecto astigmático de acuerdo con la prescripción, que sea adecuado para la optimización en el marco de la producción de una lente de gafas que presente el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción y que sea una especificación para una distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas, que comprende:
- proporcionar un diseño objetivo de partida en el que la especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en un valor de partida esférico específico y que no tiene en cuenta el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas o dado que tiene en cuenta indirectamente que el equivalente esférico se utilice como valor de partida esférico;
  - caracterizado por que la creación del diseño objetivo corrigiendo el diseño objetivo de partida en base a un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas, en el que tiene lugar la especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de propiedades de superficie de la lente de gafas en base al valor para cilindro y al valor para esfera de la prescripción para el usuario, en donde
    - el diseño objetivo de corrección basado en un primer diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basa en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, y un segundo diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basa en el valor de partida esférico específico, se forma restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo, y
    - el diseño objetivo de partida se corrige mediante el diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección.
2. Procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 1, caracterizado por que el diseño objetivo a producir es un diseño objetivo para su uso en la optimización de una lente de gafas que presenta una orientación específica durante su uso y el diseño objetivo de partida tiene en cuenta datos que representan una dirección predeterminada, estando condicionada la dirección predeterminada por la orientación de la lente de gafas está durante su uso.
3. Procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que el diseño objetivo de corrección es un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal.
4. Procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 3, caracterizado por que el diseño objetivo de corrección es un diseño objetivo para una lente de gafas monofocal atórica.
5. Procedimiento implementado por computadora de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que al corregir el diseño objetivo de partida en base al diseño objetivo de corrección, se utiliza el valor para eje de la prescripción para el usuario para determinar la orientación del diseño objetivo de corrección con respecto al diseño objetivo de partida.
6. Procedimiento implementado por computadora según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el diseño objetivo, cuya especificación de la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basa en el valor de partida esférico específico y el diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas según el valor para cilindro de la prescripción para el usuario son en cada caso diseños objetivo para la optimización de lentes de gafas monofocales.
7. Procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 6, caracterizado por que el diseño objetivo para la optimización de lentes de gafas monofocales, cuya especificación para la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, se determina en base a una serie de diseños objetivo para la optimización de lentes de gafas monofocales, cada uno de los cuales se caracteriza por una combinación de un valor para esfera y un valor para cilindro.
8. Procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 7, caracterizado por que la determinación del diseño objetivo para la optimización de lentes de gafas monofocales, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, tiene lugar seleccionando un diseño objetivo de la serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales.

9. Procedimiento implementado por computadora según la reivindicación 7, caracterizado por que la determinación del diseño objetivo para una lente de gafas monofocal en base al valor para cilindro de la prescripción para el usuario, tiene lugar interpolando entre dos diseños objetivo de la serie de diseños objetivo para lentes de gafas monofocales.

5 10. Programa informático para producir un diseño objetivo que tiene en cuenta un efecto astigmático de acuerdo con la prescripción, que es adecuado para su uso en el marco de la producción de una lente de gafas que presenta el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción para optimizarla y es una especificación para una distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas, que comprende  
 10 instrucciones que, cuando se ejecutan en una computadora, hacen que la computadora proporcione un diseño objetivo de partida en el que la especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en un valor de partida esférico específico y que no tiene el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas o se tiene en cuenta indirectamente mediante el uso del equivalente esférico como valor de partida esférico, caracterizado por que el programa  
 15 informático también incluye instrucciones que, cuando se ejecutan en una computadora, hacen que la computadora cree el diseño objetivo mediante una corrección del diseño objetivo de partida basada en un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de la lente de gafas, en el que la especificación para la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro y el valor para esfera de la prescripción para el usuario, en donde

20 - el diseño objetivo de corrección basado en un primer diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, y un segundo diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor de partida esférico específico, se forma restando el segundo diseño objetivo del primer  
 25 diseño objetivo, y

- el diseño objetivo de partida se corrige mediante el diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección.

30 11. Sistema de procesamiento de datos para producir un diseño objetivo que tiene en cuenta un efecto astigmático de acuerdo con la prescripción, que es adecuado para su uso en el marco de la producción de una lente de gafas que presenta el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción para optimizarla y es una especificación para una distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas, en el que el sistema de procesamiento de datos comprende un procesador y al menos una memoria y el procesador está diseñado para proporcionar un diseño objetivo de partida basado en instrucciones de un programa informático  
 35 almacenado en la memoria, en donde la especificación de la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en un valor de partida esférico específico y en la que el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas no se tiene en cuenta o se tiene en cuenta indirectamente utilizando el equivalente esférico como valor de partida esférico, caracterizado por que el procesador también está diseñado para crear el diseño objetivo basándose en las instrucciones del programa  
 40 informático almacenado en la memoria mediante una corrección del diseño objetivo de partida en base a un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas, en el que la especificación para la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro y el valor para esfera de la prescripción para el usuario, donde

45 - el diseño objetivo de corrección, basado en un primer diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, y un segundo diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de  
 50 gafas se basan en el valor de partida esférico específico, se forma restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo, y

- el diseño objetivo de partida se corrige en base al diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección.

55 12. Medio de almacenamiento no volátil legible por computadora con instrucciones almacenadas en el mismo para producir un diseño objetivo que tenga en cuenta un efecto astigmático de acuerdo con la prescripción, que sea adecuado para su uso en el marco de la producción de una lente de gafas que presente el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción, para optimizarla y sea una especificación para una distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente, las instrucciones, cuando se ejecutan en una computadora, hacen que la computadora proporcione un diseño objetivo de partida en el que la especificación para  
 60 la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en un valor de partida esférico específico y que el efecto astigmático de acuerdo con la prescripción de la lente de gafas no se tiene en cuenta o se tiene en cuenta indirectamente utilizando el equivalente esférico como valor de partida esférico, caracterizado por que el medio de almacenamiento también incluye instrucciones almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan en una computadora, la computadora crea el diseño objetivo  
 65 corrigiendo el diseño objetivo de partida mediante un diseño objetivo de corrección que tiene en cuenta directamente

el efecto astigmático de la lente de gafas, en el que la especificación para la distribución de los errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro y el valor para esfera de la prescripción para el usuario, en donde

- 5 - el diseño objetivo de corrección, basado en un primer diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor para cilindro de la prescripción para el usuario, y un segundo diseño objetivo, cuya especificación para la distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de las propiedades de superficie de la lente de gafas se basan en el valor de partida esférico específico, se forma restando el segundo diseño objetivo del primer diseño objetivo, y
- 10 - el diseño objetivo de partida se corrige en base al diseño objetivo de corrección sumando el diseño objetivo de partida y el diseño objetivo de corrección.

13. Procedimiento para proporcionar una lente de gafas, en el que

- 15 - se especifican una lente de gafas de partida y un diseño objetivo, que es una especificación para una distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de propiedades de superficie de la lente,
- mediante un algoritmo de optimización, al menos una superficie de la lente de gafas de partida se optimiza de tal manera que la lente de gafas de partida con la superficie optimizada que se logra mediante la especificación que indica el diseño objetivo para una distribución de errores de imagen sobre la lente de gafas o de la superficie propiedades, y
- 20 - la lente de gafas de partida que presenta la superficie optimizada se proporciona como lente de gafas, caracterizado por que el diseño objetivo se especifica de acuerdo con el procedimiento implementado por computadora según una de las reivindicaciones 1 a 9.

- 25 14. El procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que la provisión de la lente de gafas se lleva a cabo proporcionando una representación numérica de la lente de gafas para su uso en la producción de una lente de gafas concreta, estando dada la representación numérica de la lente de gafas mediante una representación numérica de la lente de gafas de partida para gafas que presenta la superficie optimizada.

- 30 15. Procedimiento para la fabricación de una lente de gafas, en el que se proporciona un cuerpo de partida a partir del cual se fabrica la lente de gafas en base a una representación numérica proporcionada de la lente de gafas, mediante mecanizado por desprendimiento de material, caracterizado por que la representación numérica de la lente de gafas se proporciona por medio del procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14.

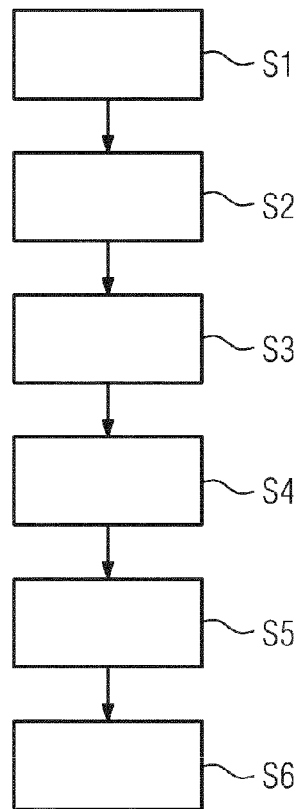


FIG 1

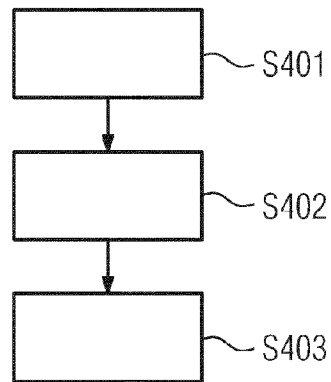


FIG 2

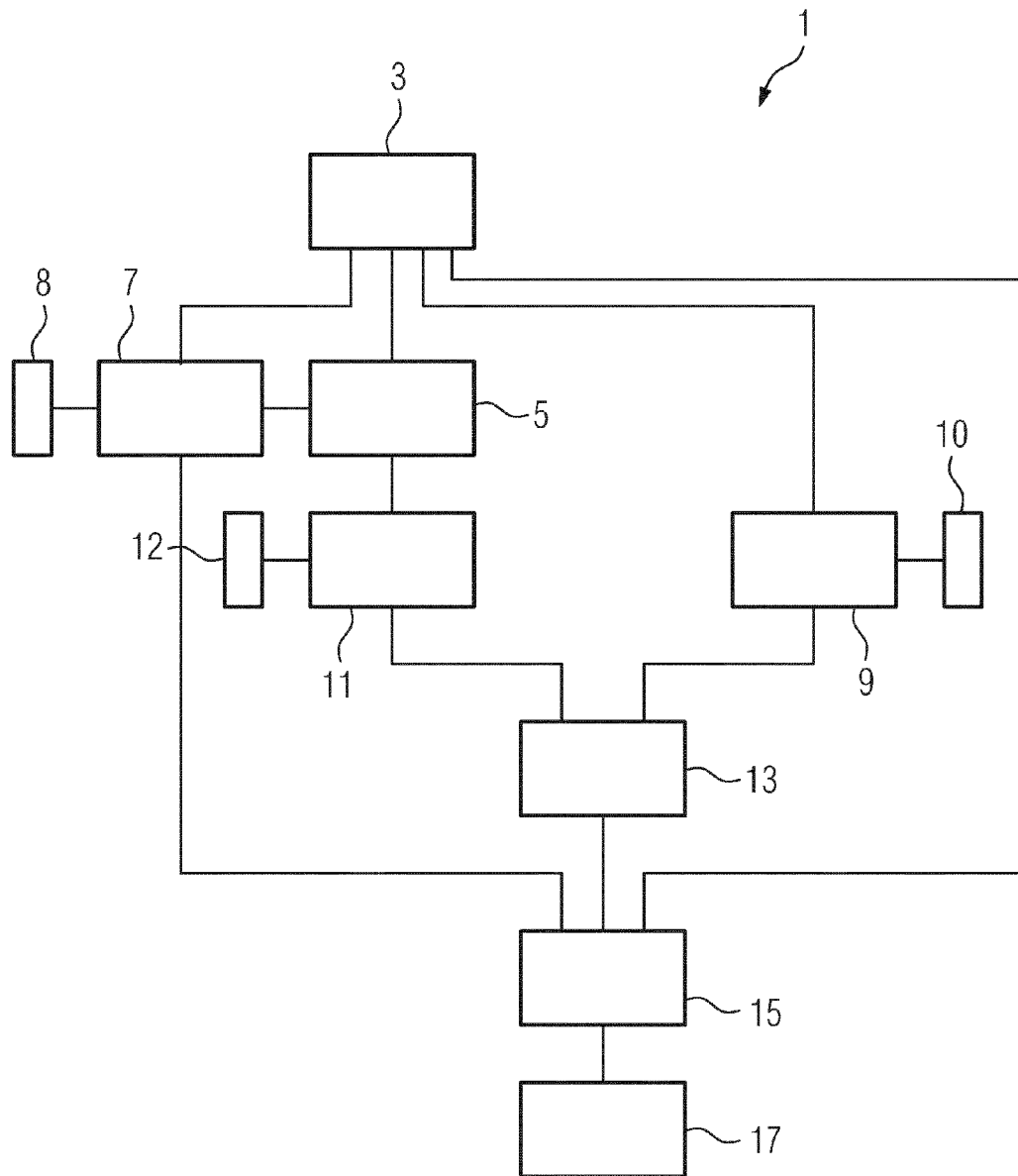


FIG 3