

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 356**

51 Int. Cl.:

G02C 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2006 PCT/EP2006/003826**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2006 WO06122636**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2006 E 06724563 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 1894056**

54 Título: **Serie de cristales para gafa y método para la fabricación**

30 Prioridad:

19.05.2005 DE 102005023126

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

01.02.2017

73 Titular/es:

**RODENSTOCK GMBH (100.0%)
Elsenheimerstrasse 33
80687 München, DE**

72 Inventor/es:

**ALTHEIMER, HELMUT;
ESSER, GREGOR;
BECKEN, WOLFGANG y
MÜLLER, WERNER**

74 Agente/Representante:

AYMAT ESCALADA, Carlos Jesús

ES 2 599 356 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

La presente invención se refiere a una serie de cristales para gafa así como a un método para la fabricación de un cristal para gafa.

5 Los cristales progresivos convencionales se caracterizan por el hecho de que presentan una zona para ver de lejos (denominada en lo que sigue, zona para lejos) y una zona para ver de cerca (en lo que sigue, zona de cerca). La zona de lejos está por lo general situada arriba y la zona de cerca en la parte inferior del cristal para gafa. Un punto de referencia de lejos es un punto de la zona de lejos en el que se logra el efecto prescrito para lejos, es decir en particular el efecto esférico prescrito. Un punto de referencia de cerca es un punto de la zona de cerca en el que se alcanza el efecto de cerca, es decir el efecto de lejos más la adición. En un punto de referencia prismático se alcanza el efecto prismático, en particular el prisma y el prisma de reducción de grosor.

El poder refringente de un cristal progresivo aumenta en una zona denominada de transición o progresión pasando de la zona de lejos a la zona de cerca. El aumento de poder refringente de la zona de lejos a la de cerca corresponde a la adición. En la zona de progresión es posible ver de forma nítida distancias medias.

15 Es bien sabido que en la fabricación de cristales de progresión para gafa el diseño zonal de los cristales progresivos para gafa depende de la prescripción, en particular de la curva básica y de la adición. Las propiedades zonales de los cristales de progresión con prescripciones diferentes deben distinguirse claramente para presentar propiedades de reproducción iguales en la posición de uso, es decir en la posición en la que se encuentra el cristal para gafa delante del ojo de un usuario de la misma. En el caso de dos cristales para gafa de adición igual pero de prescripciones esféricas diferentes, las superficies correspondientes difieren no solamente en el poder refringente zonal para lograr el efecto diferente sino también en el astigmatismo zonal para tener en cuenta los caminos ópticos diferentes. Por lo tanto se desarrollaron métodos para lograr efectos visuales de igual magnitud independientemente de la curva básica.

20 Se comprobó además que las propiedades de reproducción en el interior de una curva básica varían también mucho ya que partiendo de una superficie zonal y variando la superficie de receta se pueden generar prescripciones esféricas y astigmáticas diferentes. Pero, para poder hacerlo de forma óptima, es preciso modificar las propiedades zonales de las superficies progresivas. Por consiguiente en lugar de las superficies de receta simplemente esféricas y tóricas se utilizaron superficies de receta atóricas. Las modificaciones necesarias zonas se generaron con la superficie atórica en lugar de la progresiva para obtener las mismas propiedades en la posición de uso.

25 Finalmente se comprobó también que no solamente la prescripción, es decir el efecto esférico, cilíndrico y prismático deseado influyen en la posición de uso y se tienen que compensar mediante la configuración de la superficie progresiva, sino también la disposición del cristal para gafa delante del ojo. Los parámetros que se tuvieron que tener en cuenta adicionalmente fueron la distancia pupilar, la distancia córnea-vértice, la inclinación longitudinal del cristal para gafa y el ángulo de inclinación de la montura. Éstos y otros parámetros se resumen como parámetros individuales. El tener en cuenta los parámetros individuales ha permitido que se puedan calcular y fabricar individualmente superficies progresivas de cristales progresivos para gafa.

30 La patente US 3.960.442 presenta una serie de cristales para gafas.

Uno de los objetos de la presente invención consiste en presentar cristales para gafas que permiten al usuario un confort de visión mejorada.

40 Esto se consigue mediante la serie de cristales para gafa según la reivindicación 1 y el método para la fabricación de un cristal para gafa según la reivindicación 7. Las formas preferidas y variantes de realización constituyen el objeto de las sub-reivindicaciones.

Según un aspecto de la presente invención se ofrece una serie de cristales para gafas donde cada cristal para gafa de la serie comprende una superficie del lado del ojo y otra superficie del lado del objeto;

45 la superficie del lado del ojo y/o la del lado del objeto de cada cristal para gafa de la serie está concebida de modo que en posición de uso de los cristales para gafa delante de los ojos de cada usuario de la gafa, las especificaciones teóricas en los puntos de intersección de los primeros rayos con las superficies correspondientes del lado del ojo o del lado del objeto de los cristales para gafa son prácticamente idénticas;

cada primer rayo visual es un rayo preestablecido, del lado del ojo, que corta un centro pupilar y un centro de rotación óptico en el ojo correspondiente, y

50 todos los primeros rayos visuales presentan un ángulo visual predefinido idéntico del lado del ojo;

las especificaciones teóricas para cada punto de intersección comprenden

- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un poder refringente esférico y un valor real de un poder refringente esférico en posición de uso, y/o
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un astigmatismo y un valor real de un astigmatismo en posición de uso, y/o
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado en una posición axial del cilindro y un valor real de una posición axial del cilindro en posición de uso.

La terminología técnica utilizada corresponde a la terminología técnica que se define en las normas correspondientes, como por ejemplo la norma DIN EN ISO 8624, DIN 58208, DIN EN ISO 13666, DIN 5350 y DIN EN ISO 8980-2. Se remite además de a las normas mencionadas a las definiciones que se encuentran en el manual "Die Optik des Auges und der Sehhilfen" del Dr. Roland Enders, 1995, de Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg, así como en el manual "Optik und Technik der Brille" de Heinz Diepes y Ralf Blendowski, 2002 Verlag Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg. Las normas así como los libros mencionados constituyen para la definición de los términos una parte integrante de la presente solicitud de patente.

Los cristales para gafa de una serie se caracterizan por lo tanto por el hecho de que en cualquier posición de uso para los primeros rayos visuales que discurren todos a lo largo de ángulos visuales idénticos, del lado del ojo, cumplen esencialmente especificaciones teóricas idénticas. En particular las especificaciones teóricas de cada cristal para gafa de la serie son por lo tanto iguales para un primer rayo visual con ángulos visuales predeterminados idénticos, del lado del ojo. Las especificaciones teóricas de todos los cristales para gafa de una serie según la invención son por lo tanto prácticamente idénticas para por lo menos un rayo visual predeterminado del lado del ojo (primer rayo visual), donde en el sistema de referencia del cristal para gafa, a los puntos de intersección correspondientes del primer rayo visual con la superficie del lado del ojo y/o del objeto del cristal para gafa pueden corresponder coordenadas diferentes. Las especificaciones teóricas de los cristales para gafas se especifican por lo tanto de preferencia no en función de coordenadas en el sistema de referencia del cristal para gafas sino en posición de uso de los cristales para gafa únicamente en función de los ángulos visuales del lado del ojo.

La posición de uso se puede fijar por ejemplo en función de una posición de uso estandarizada. Utilizando cristales para gafa de la serie según una posición de uso estandarizada la distancia del centro de rotación del ojo es de aproximadamente 27,4 mm o aproximadamente 27,9 mm o aproximadamente 28,5 mm o aproximadamente 28,8 mm, la inclinación longitudinal, es decir el ángulo pantoscópico es de aproximadamente 8°, el ángulo de inclinación de la montura es de aproximadamente 0°, la distancia pupilar es de aproximadamente 63 mm, la distancia córnea-vértice es de aproximadamente 15 mm, la distancia al objeto en el centro de referencia de lejos es de aproximadamente 0 dpt y la distancia al objeto en el punto de referencia de cerca es de aproximadamente -2,5 dpt.

De preferencia, la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto de cada cristal para gafa de la serie de cristales para gafas está configurada de modo que cada cristal para gafa se puede disponer justo delante de un ojo de un usuario de gafa. En virtud de este tipo de configuración de la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto la realización anterior puede representarse simplificada para un primer rayo visual. El primer rayo visual del usuario de la gafa se establece en un sistema de coordenadas fijo de la cabeza de un usuario. El primer rayo visual se determina de preferencia en coordenadas esféricas en el sistema de coordenadas fijas de la cabeza del usuario de la gafa. El ángulo visual predefinido del lado del ojo corresponde a las coordenadas esféricas del rayo visual en el sistema de coordenadas de la cabeza del usuario. Las coordenadas esféricas se determinan de forma convencional. Por ejemplo se remite a la definición de las coordenadas esféricas en el manual "Taschenbuch der Mathematik" del Dr. Helmut Wörle y Hans-Joachim Rumpf, 1992 R. Oldenburg Verlag GmbH, Múnich, que constituye para la definición de las coordenadas esféricas un componente íntegro de la presente solicitud de patente. El plano básico descrito en "Taschenbuch der Mathematik" puede ser por ejemplo un plano comprendido entre dos rectas que se cortan. Una primera recta puede ser por ejemplo una recta de unión de dos centros pupilares del usuario de la gafa, encontrándose los ojos en una posición en la cual el usuario dirige la mirada en dirección visual cero. Alternativamente, la primera recta puede ser también la recta de unión de los dos centros de rotación óptica de los dos ojos del usuario de la gafa. La segunda recta puede ser por ejemplo una recta que corta la primera recta, que está orientada paralelamente a la dirección visual cero del usuario de la gafa. El rayo base indicado además en "Taschenbuch der Mathematik" puede ser por ejemplo un rayo que partiendo del centro de giro óptico de un ojo está orientado paralelamente a la dirección visual cero del usuario de la gafa. El rayo base descansa por lo tanto en el plano base. Si el usuario de la gafa mira en dirección visual cero, el rayo base corresponde al primer rayo visual. Si el usuario de la gafa no mira en dirección visual cero, el primer rayo visual no corresponde al rayo base. Es más bien el primer rayo visual el que corta el plano base. El ángulo visual corresponde a los ángulos representados en "Taschenbuch der Mathematik".

El centro de la pupila y/o el punto central de la pupila en el sentido de la invención es de preferencia el punto medio de un diafragma geométrico del ojo. El centro de la pupila y/o el punto central de la pupila puede ser también el punto central de un diafragma sensorial del ojo. Además el centro de la pupila y/o el punto central de la pupila puede ser según la invención el ápex de la córnea.

En otras palabras los ángulos visuales de un rayo visual se indican como coordenadas esféricas del rayo visual en el sistema de coordenadas fijo de la cabeza, determinándose de forma clara el ángulo en función de un plano base y de un rayo base del sistema de coordenadas. El plano base queda determinado por ejemplo por los dos centros de rotación óptica del usuario de la gafa y la dirección visual cero. El rayo base es por ejemplo un rayo visual en dirección visual cero. Las coordenadas esféricas de un rayo visual son ángulos que el rayo visual forma con el plano base y la dirección visual cero. Si por ejemplo se proyecta el rayo visual sobre el plano base, el ángulo de las coordenadas esféricas es el ángulo entre la proyección del rayo visual sobre el plano base y el rayo visual. Otro ángulo de las coordenadas esféricas es el ángulo entre la proyección del rayo visual sobre el plano base y la dirección visual cero, donde la dirección visual cero, en el rayo visual y la proyección del rayo visual sobre el plano base cortan el centro de rotación correspondiente. En otras palabras las coordenadas esféricas están claramente determinadas de preferencia en función del centro de rotación, de la dirección visual cero y de los dos ángulos descritos anteriormente.

De preferencia, el sistema de coordenadas en el sistema de referencia de la cabeza del usuario de la gafa es fijo, es decir que al mover la cabeza no se modifican las coordenadas del ángulo visual.

Si la serie de cristales para gafas contiene cristales para gafas para muchos usuarios, por ejemplo para cinco usuarios de gafas, se define para cada usuario de gafa en el sistema de referencia de una cabeza de cada usuario un sistema de coordenadas. En el caso de cinco usuarios de gafas existen por lo tanto cinco sistemas de coordenadas independientes. Además para cada cristal para gafa que se dispone delante del ojo de un usuario, se determina un primer punto de intersección en el cual el primer rayo visual corta la superficie del cristal para gafa del lado del ojo y/o del objeto. En otras palabras, en coordenadas del sistema de coordenadas correspondientes de cada usuario se indica un primer rayo visual, donde el primer rayo visual para cada usuario presenta ángulos visuales idénticos, es decir coordenadas iguales en coordenadas esféricas en cada uno de los sistemas de coordenadas de cada usuario. Dicho de otro modo, se determina para cada usuario un primer punto de intersección, siendo el primer punto de intersección el punto de corte del primer rayo visual con una de las superficies del cristal para gafa dispuesto delante del ojo de cada usuario.

Siguiendo con el ejemplo anterior, existen, para cinco usuarios de gafa cinco primeros rayos visuales y también cinco primeros puntos de intersección, donde los ángulos visuales, es decir las coordenadas esféricas de cada primer rayo visual en los sistemas de coordenadas individuales son idénticos. Las coordenadas de los puntos de intersección correspondientes en los sistemas de coordenadas del cristal para gafa correspondiente pueden diferir. Por ejemplo las coordenadas de cada punto de intersección en el sistema de coordenadas del cristal para gafa correspondiente se indican en coordenadas cartesianas. Las coordenadas cartesianas de los cinco puntos del ejemplo son de preferencia no idénticas.

El primer rayo visual tiene coordenadas claras en el sistema de coordenadas de la cabeza del primer usuario, es decir el ángulo visual en coordenadas esféricas de cada rayo visual se puede determinar claramente en el sistema de coordenadas del primer usuario de gafa. Asimismo, el primer ángulo visual tiene coordenadas claras en el sistema de coordenadas de la cabeza del segundo usuario, donde las coordenadas del primer rayo visual en el sistema de coordenadas de la cabeza del primer usuario son idénticas a las coordenadas del primer rayo visual en el sistema de coordenadas de la cabeza del segundo usuario. Para el segundo usuario se determina un punto de intersección del primer rayo visual, donde el primer rayo visual del segundo usuario en el sistema de coordenadas de la cabeza del segundo usuario presenta ángulos visuales idénticos, es decir coordenadas esféricas idénticas en el sistema de coordenadas de la cabeza del segundo usuario, como el primer rayo visual del primer usuario en el sistema de coordenadas del primer usuario. Lo mismo se aplica al tercero, cuarto y quinto usuario de gafa, donde el número de usuarios no se limita a cinco sino que puede ser cualquier cantidad de usuarios de gafa.

De preferencia la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto de cada cristal para gafa de la serie se configura además de modo,

que en posición de uso de los cristales para gafa delante de los ojos de cada usuario de la gafa, las especificaciones teóricas en los puntos de intersección de los enésimos rayos visuales con las superficies correspondientes del lado del ojo o del lado del objeto de los cristales para gafas son prácticamente idénticas;

cada enésimo rayo visual es un rayo preestablecido del lado del ojo, que corta un centro pupilar y un centro de rotación óptico del ojo correspondiente,

todos los enésimos rayos visuales presentan un ángulo visual predefinido idéntico del lado del ojo, y

los ángulos visuales de todos los rayos visuales enésimos difieren de los ángulos visuales de los demás rayos visuales.

N es aquí un número entero mayor o igual a 2. Por consiguiente los ángulos visuales de todos los enésimos rayos visuales difieren entre sí de modo que no existen dos rayos visuales i y j que presenten ángulos visuales idénticos.

En otras palabras, las propiedades anteriores de los cristales para gafa de la serie de cristales para gafa no se limitan a los primeros rayos visuales. Las propiedades anteriores se aplican más bien a cualquier número de rayos visuales, donde el número puede ser de N rayos visuales. De preferencia se aplican las propiedades para N = 2, muy particularmente para N = 10, y en particular para N = 100 rayos visuales.

5 Por ejemplo, las propiedades anteriores son válidas para dos rayos visuales por usuario de gafa, es decir un primer rayo visual y un segundo rayo visual por usuario de gafa. En el caso de muchos usuarios de gafa se indica para cada uno de ellos un primer y un segundo rayo visual, donde los ángulos visuales del primer rayo visual son idénticos para cada usuario de gafa. Los ángulos visuales del segundo rayo visual son asimismo idénticos para cada usuario de gafa. Los ángulos visuales del primero y del segundo rayo visual difieren sin embargo, es decir que el
10 primer rayo visual de un usuario de gafa difiere del segundo rayo visual del mismo usuario de gafa. Si por ejemplo N es de preferencia igual a 100, el primer rayo visual, el segundo, el tercero... y el centésimo rayo visual presentan ángulos visuales diferentes, es decir que el primer rayo visual, el segundo, el tercero y el centésimo de un mismo usuario de gafa no son idénticos, en el caso de una multiplicidad de usuarios de gafa los primeros rayos visuales presentan ángulos visuales iguales, es decir que el primer rayo visual de cada usuario tiene en el sistema de
15 coordenadas de preferencia fijo de la cabeza del usuario correspondiente, ángulos visuales idénticos, es decir coordenadas esféricas idénticas. Lo mismo se aplica a los segundos, terceros y centésimos rayos visuales.

De preferencia se dispone por lo menos de un rayo visual de modo que el punto de intersección correspondiente al rayo visual se encuentre fuera de la línea principal. En otras palabras, existe para cada usuario de gafa por lo menos un rayo visual que corta la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto del cristal para gafa en posición de uso
20 delante del ojo del usuario de la gafa fuera de la línea principal. La línea principal coincide en posición de uso prácticamente con la línea visual principal al inclinar la mirada.

Por ejemplo todos los puntos de intersección se encuentran fuera de la línea principal, en particular todos los puntos de intersección se encuentran fuera de la zona de progresión y/o fuera de la zona de cerca y/o fuera de la zona de lejos del cristal para gafa correspondiente. En otras palabras cortan de preferencia todos los rayos visuales predefinidos de un usuario de gafa para los cuales se aplican las propiedades antes citadas, la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto de cada cristal de gafa dispuesto delante del ojo del usuario de gafa fuera de la zona de progresión y/o de la zona de cerca y/o de la zona de lejos.

En particular se aplica para todos los rayos visuales antes citados, de preferencia, que el ángulo visual respecto de la dirección visual cero es superior, de preferencia a 10° aproximadamente. En otras palabras, se aplica para las
30 coordenadas esféricas de cada rayo visual el que las coordenadas esféricas son de preferencia superiores a 10° aproximadamente.

En particular, la serie de cristales para gafa comprenden tanto cristales unifocales como multifocales.

Además, de preferencia, todos los cristales para gafa de la serie presentan adición y/o poder refringente esférico prácticamente iguales.

35 De preferencia, la serie de cristales para gafa presenta una multiplicidad de cristales para gafas para el mismo usuario de la gafa. Los cristales para gafa presentan todos de preferencia configuraciones diferentes de las superficies del lado del ojo y/o del lado del objeto. Debido a las formas de superficie diferente del lado del ojo y/o del lado del objeto los cristales para gafa se pueden disponer en posiciones de uso diferente delante del ojo del usuario de la gafa. En otras palabras, difieren los parámetros individuales correspondientes a los diversos cristales para
40 gafa.

La serie de cristales para gafa puede comprender también una multiplicidad de cristales para gafa para diferentes usuarios, donde las superficies del lado del ojo y/o del lado del objeto de los cristales para gafa están concebidas para corresponder a prescripciones idénticas. En otras palabras, los cristales para gafa presentan efectos esféricos, valores de cilindro y posiciones axiales del cilindro idénticas, que corresponden prácticamente a valores prescritos,
45 donde los valores prescritos son prácticamente idénticos, es decir que los usuarios para gafa que llevan estos cristales para gafa presentan una ametropía prácticamente igual.

De preferencia la superficie de lado del ojo o del lado del objeto de cada cristal para gafa de la serie es diferente de la superficie del lado del ojo o del lado del objeto de los demás cristales para gafa correspondientes de la serie.

50 En otras palabras, los cristales para gafa diferentes de la serie pueden presentar una adición prácticamente igual y/o un poder refringente esférico prácticamente igual. Debido a los parámetros individuales diferentes, es decir a la disposición diferente de cada cristal para gafa delante de un ojo, difieren sin embargo entre sí las superficies optimizadas de los diferentes cristales para gafas.

De preferencia la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto de cada cristal para gafa de la serie se ha concebido de forma que,

en posición de uso de los cristales para gafa delante de los ojos exactamente de un usuario predeterminado, las especificaciones teóricas en los puntos de intersección de los primeros rayos visuales son prácticamente idénticas a las superficies del lado del ojo o del lado del objeto de los cristales para gafa.

En otras palabras, la presente invención se refiere de preferencia a una serie de cristales para gafa donde

5 cada cristal para gafa de la serie comprende una superficie del lado del ojo y una superficie del lado del objeto; la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto de cada cristal para gafa de la serie está concebida de modo que, en una posición de uso de los cristales para gafa delante de un ojo (o de los dos ojos) de un usuario predefinido las especificaciones teóricas en los puntos de intersección de un primer rayo visual con las superficies correspondientes del lado del ojo o del lado del objeto de los cristales para gafa son prácticamente idénticas;

10 el primer rayo visual es un rayo preestablecido del lado del ojo que corta un centro pupilar y un centro de rotación óptico del ojo correspondiente, y

el primer rayo visual presenta un ángulo visual del lado del ojo predeterminado;

las especificaciones teóricas para cada punto de intersección comprenden

- 15 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un poder refringente esférico y un valor real de un poder refringente esférico en la posición de uso y/o
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un astigmatismo y un valor real de un astigmatismo en la posición de uso, y/o
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un eje de cilindro y un valor real de un eje de cilindro en posición de uso.

20 Lo anterior se aplica de preferencia a una multiplicidad de rayos visuales N, donde N es de preferencia igual a dos, cinco o especialmente 100 rayos visuales.

La presente invención se refiere además a un método para la fabricación de un cristal para gafa sobre la base de un cristal prefabricado para gafa que comprende las siguientes etapas:

- 25 - especificación de un cristal prefabricado para gafa;
- especificación de un primer punto de intersección de una superficie del cristal prefabricado para gafa en un sistema de coordenadas del cristal prefabricado para gafa;
- determinación de un ángulo visual de un primer rayo visual del lado del ojo que corta la superficie del cristal prefabricado para gafa en posición de uso delante de un ojo de un usuario de gafa en el primer punto de intersección, donde:

30
$$(\varphi_1, \Psi_1) = S_{IP}(x_1, y_1);$$

- establecimiento de especificaciones teóricas de $g(\varphi_1, \Psi_1)$ del primer rayo visual;
- asignación de las especificaciones teóricas $g(\varphi_1, \Psi_1)$ del primer rayo visual como especificaciones teóricas $f(x_1, y_1)$ del primer punto de intersección (x_1, y_1) según la ecuación

35
$$f(x_1, y_1) = g(S_{IP}(x_1, y_1))$$

y

- cálculo del cristal para gafa teniendo en cuenta las especificaciones teóricas $f(x_1, y_1)$ del primer punto de intersección (x_1, y_1) partiendo del cristal para gafa prefabricado, donde

40 las especificaciones teóricas del primer punto de intersección comprenden

- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un poder refringente esférico y un valor real de un poder refringente esférico en la posición de uso, y/o
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un astigmatismo y un valor real de un astigmatismo en la posición de uso especificada y/o
- 45 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de una posición axial de cilindro y un valor real de una posición axial de cilindro en posición de uso

del cristal para gafa,

el primer rayo visual (S_1) es un rayo que corta por lo menos un centro pupilar y un centro de rotación óptico de un ojo y

5 S_{IP} es una transformación de coordenadas, en virtud de las cuales las coordenadas (x_1, y_1) del primer punto de intersección en el sistema de coordenadas del cristal prefabricado para gafa se convierten en ángulos visuales (φ_1, Ψ_1) del primer rayo visual del lado del ojo teniendo en cuenta parámetros individuales del cristal prefabricado para gafa en posición de uso.

10 De preferencia, el cristal para gafa prefabricado no es en realidad un cristal para gafa prefabricado sino únicamente un juego de datos de un cristal para gafa calculado. En particular, los parámetros de una posición de uso delante del ojo, que se utilizaron para la determinación y/o cálculo del cristal para gafa prefabricado y para determinar el ángulo visual del primer rayo visual del lado del ojo, se corresponden con los parámetros de la posición de uso del cristal para gafa prefabricado delante del ojo. En otras palabras, los parámetros individuales del cristal para gafa fabricado se corresponden con los parámetros individuales que se utilizaron para el cálculo y/o la determinación del cristal para gafa prefabricado.

15 El cristal para gafa prefabricado puede ser por ejemplo un cristal para gafa progresivo calculado y/o determinado de forma convencional. En particular el cristal para gafa prefabricado puede determinarse y/o calcularse de forma habitual con especificaciones teóricas como función de coordenadas cartesianas del cristal para gafa prefabricado.

De preferencia el método se realiza sobre la base de N puntos de intersección diferentes donde en cada punto de intersección un rayo visual corta exactamente la superficie del cristal para gafa prefabricado y los ángulos visuales de los rayos visuales N difieren entre sí.

20 Si el cristal para gafa prefabricado se calcula de forma convencional sobre la base de N_0 zonas de apoyo y/o puntos de cálculo, el número de rayos visuales o de puntos de intersección se corresponde de preferencia con el número de zonas de apoyo o puntos de cálculo, es decir $N = N_0$. Las zonas de apoyo o puntos de cálculo son de preferencia puntos de la superficie del cristal para gafa prefabricado del lado del ojo y/o del objeto en virtud del cual se calcula la forma de la superficie correspondiente para lograr por ejemplo una prescripción especificada (dentro de las especificaciones teóricas).

25 En otras palabras el método según la invención se puede utilizar de preferencia con una multiplicidad de rayos visuales N, donde cada vez se especifica el punto de intersección del primer rayo visual, el punto de intersección del segundo rayo visual, el punto de intersección del tercer rayo visual,... y el punto de intersección del enésimo rayo visual y se determina el ángulo visual de los rayos visuales correspondientes. Aquí los rayos visuales se indican en coordenadas esféricas donde el sistema de coordenadas correspondiente es siempre un sistema de coordenadas fijo respecto de la cabeza del usuario de la gafa o una multiplicidad de usuarios de gafa.

30 Además, de preferencia, en base a la transformación de coordenadas S_{IP} se pueden convertir coordenadas en los N puntos de intersección en coordenadas de los N rayos visuales correspondientes teniendo en cuenta parámetros individuales del cristal para gafa prefabricado. Dicho de otro modo, mediante la transformación de coordenadas S_{IP} se pueden convertir las coordenadas de cada punto de intersección, preferentemente en el sistema de coordenadas cartesianas de cada cristal para gafa en ángulos visuales, es decir coordenadas esféricas en el sistema de coordenadas de la cabeza de un usuario o de la cabeza de una multiplicidad de usuarios.

Particularmente de preferencia se realiza repetidas veces el método según la invención para cada cristal de gafa de una serie de cristales para gafa.

40 De preferencia se especifica uno o varios puntos de intersección de una superficie de una multiplicidad de cristales para gafa prefabricados en el sistema de coordenadas de los cristales para gafa prefabricados. De preferencia se especifica para la superficie correspondiente de cada cristal para gafa prefabricado un primer punto de intersección, un segundo, un tercero,... y un centésimo para la superficie correspondiente de los cristales para gafa. Las coordenadas del primer punto de intersección, del segundo, del tercero,... y el centésimo se indican siempre en el sistema de coordenadas del cristal para gafa correspondiente. Las coordenadas del primer punto de intersección son idénticas en el sistema de coordenadas correspondientes del cristal para gafa. Asimismo, las coordenadas del segundo punto de intersección en el sistema de coordenadas del cristal para gafa son de preferencia idénticas. Lo mismo se aplica a las coordenadas del tercero a centésimo punto de intersección.

45 Además los puntos de intersección no se limitan a 100. Es más bien posible poder especificar un número determinado N puntos de intersección.

50 La superficie del cristal para gafa prefabricado cuyos puntos de intersección se especifican puede ser por ejemplo una superficie del lado del objeto. También puede ser una superficie del lado del ojo del cristal para gafa prefabricado.

En otra variante de realización preferida del método de la presente invención, en una primera fase

- se determina un punto de intersección de referencia (x_R, y_R) de la superficie de un cristal para gafa de referencia en un sistema de coordenadas del cristal para gafa de referencia,
- a cada punto de intersección de referencia (x_R, y_R) se le asigna una especificación teórica $f(x_R, y_R)$,
- 5 - para cada punto de intersección de referencia (x_R, y_R) del cristal para gafa de referencia en posición de uso delante de un ojo se determina un ángulo visual (φ, ψ) de un rayo visual del lado del ojo en el sistema de coordenadas del ojo que corta la superficie del cristal para gafa de referencia en el punto de intersección de referencia, donde se tiene:

$$(\varphi, \psi) = S_{IP}(x_R, y_R),$$

- 10 - la especificación teórica de cada punto de intersección de referencia del cristal para gafa de referencia se asigna a la especificación teórica del rayo de referencia correspondiente, donde se tiene:

$$g(\varphi, \psi) = f_R(x_{IP}(\varphi, \psi))$$

y

- 15 x_{IP} es una transformación de coordenadas, en virtud de la cual los ángulos visuales de cada rayo visual se convierten en coordenadas de un punto de intersección de referencia correspondiente en el sistema de coordenadas del cristal para gafa de referencia correspondiente teniendo en cuenta parámetros individuales del cristal para gafa de referencia correspondiente en posición de uso.

Por consiguiente antes de fabricar un cristal para gafa o una serie de cristal para gafas se indica de preferencia un cristal para gafa de referencia. El cristal para gafa de referencia tiene de preferencia un efecto esférico medio y un astigmatismo medio con una posición axial media, es decir un cilindro medio con una posición axial del cilindro media. Además, para representar el cristal para gafa de referencia se utiliza de preferencia parámetros individuales medios. Un cristal para gafa de este tipo se puede calcular y/o determinar y eventualmente también fabricar sobre la base de un método de optimización convencional. En una superficie, que puede ser una superficie del cristal para gafa de referencia del lado del ojo o del lado del objeto se determina un punto de intersección de referencia o una multiplicidad de puntos de intersección de referencia. Para cada punto de intersección de referencia se conoce una especificación teórica o se asigna a cada uno de los puntos de intersección de referencia una especificación teórica predeterminada. Además, para cada punto de intersección de referencia se determina y/o calcula un rayo visual que en la posición de uso del cristal para gafa delante del ojo de un usuario tomado como ejemplo que corta el punto de intersección de referencia correspondiente.

En el sistema de coordenadas del usuario de la gafa, es decir en el sistema de coordenadas fijo respecto de la cabeza del usuario de la gafa, se determinan los ángulos visuales de los rayos visuales correspondientes en coordenadas esféricas. Seguidamente las especificaciones teóricas de los puntos de intersección de referencia se asignan a los rayos visuales correspondientes que cortan los puntos de intersección de referencia correspondientes. Si se elige por ejemplo solamente un punto de intersección de referencia, la especificación teórica del rayo visual que corta el punto de intersección de referencia en posición de uso del cristal para gafa corresponde a la especificación teórica del punto de intersección de referencia. Si se especifica por ejemplo un primer y un segundo punto de intersección de referencia, la especificación teórica del primer punto de intersección se asigna al primer rayo visual que corta el primer punto de intersección. De forma correspondiente se asigna la especificación teórica del segundo punto de intersección al segundo rayo visual, donde el segundo rayo visual en el segundo punto de intersección corta la superficie del cristal para gafa de referencia. Se aplicará en consonancia para una multiplicidad de puntos de intersección de referencia.

Las especificaciones teóricas de los rayos visuales correspondientes se utilizan a continuación en el método según la invención para fabricar uno o varios cristales para gafa, donde los cristales para gafa se diferencian por tener parámetros individuales diferentes. Por consiguiente el número de rayos visuales que se utilizan en una variante de realización preferida del método según la invención corresponde de preferencia al número de puntos en virtud de los cuales se calcula y/o determina el cristal para gafa de referencia, es decir el número de rayos visuales corresponde de preferencia al número de especificaciones teóricas indicadas.

Además se realiza de preferencia el método según la primera etapa para por lo menos un cristal para gafa diferente del cristal para gafa de referencia.

50 Preferentemente se realiza repetidas veces el método según la primera etapa para cada cristal de la gafa de una serie de cristales de gafa.

En otras palabras, las especificaciones teóricas se indican como función de las coordenadas cartesianas de los puntos de intersección de referencia del cristal para gafa de referencia y las especificaciones teóricas de los puntos

- de intersección de referencia correspondientes se asignan a los rayos visuales correspondientes a los puntos de intersección de referencia. Las especificaciones teóricas se pueden representar por lo tanto como funciones de los ángulos visuales de los rayos visuales correspondientes. Para cualquier número de cristales para gafa que se vaya a fabricar ulteriormente, se utilizan las especificaciones teóricas como función de los ángulos visuales de los rayos visuales, donde para cada punto de intersección de un cristal para gafa se calcula el rayo visual correspondiente y en particular se calculan los ángulos visuales del rayo visual correspondiente. Debido a la distribución de las especificaciones teóricas como función de los rayos visuales y/o de los ángulos de los rayos visuales se asignan a los puntos de intersección de los cristales para gafa prefabricados especificaciones teóricas mediante las cuales puede calcularse y/o determinarse y fabricarse el cristal para gafa prefabricado.
- 5 En otras palabras, todos los cristales para gafa de una serie de cristales para gafa fabricados según el método anterior presentan en posición de uso para el usuario correspondiente una sensación visual óptica idéntica en una dirección visual predeterminada, pudiendo ser diferentes las propiedades ópticas de los cristales para gafa correspondientes como función de las coordenadas cartesianas de los cristales correspondientes.
- 10 Además no es necesario realizar una asignación de especificaciones teóricas para todos los rayos visuales posibles y/o los distintos ángulos de los rayos visuales. Basta más bien con asignar especificaciones teóricas a una cantidad determinada de rayos visuales. Por ejemplo, el número de rayos visuales puede depender de una magnitud de la superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto. De preferencia los rayos visuales pueden elegirse y/o disponerse de modo que la distancia entre dos rayos visuales contiguos en coordenadas esféricas de preferencia sea igual a 2° , o todavía mejor a 1° . Si es preciso pueden interpolarse especificaciones teóricas para rayos visuales no determinados. Si se especifican por ejemplo puntos de intersección, donde a los puntos de intersección de los rayos visuales correspondientes no se asigna ninguna especificación teórica, se pueden interpolar las especificaciones teóricas de estos rayos visuales en virtud de especificaciones teóricas de rayos visuales contiguos.
- 15 Otro aspecto de la presente invención es la utilización de por lo menos un cristal para gafa de una serie de cristales para gafas para la corrección de ametropías ópticas por lo menos de un usuario de gafa donde el por lo menos un cristal para gafa de la serie comprende una superficie del lado del ojo y otra del lado del objeto.
- 20 La superficie del lado del ojo y/o del lado del objeto de por lo menos un cristal para gafa de la serie está concebida de modo que,
- 25 en posición de uso de por lo menos un cristal para gafa delante de los ojos del usuario correspondiente las especificaciones teóricas en los puntos de intersección de los primeros rayos visuales con las superficies correspondientes del lado del ojo o del lado del objeto de por lo menos un cristal para gafa son prácticamente idénticas;
- 30 cada primer rayo visual es un rayo preestablecido del lado del ojo que corta un centro pupilar y un centro de rotación óptico del ojo correspondiente, y
- todos los primeros rayos visuales presentan un ángulo visual predeterminado, idéntico, del lado del ojo;
- 35 las especificaciones técnicas para cada punto de intersección comprenden
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un poder refringente esférico y un valor real de un poder refringente esférico en posición de uso, y/o
 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un astigmatismo y un valor real de un astigmatismo en posición de uso, y/o
 - 40 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de una posición axial definido y un valor real de una posición axial definido en posición de uso
- de por lo menos un cristal para gafa de la serie.
- Siempre son válidas además las realizaciones anteriores de la serie de cristales de gafas de forma análoga también para la utilización de por lo menos un cristal de gafa de la serie de cristales para gafa.
- 45 A continuación se describe la invención a modo de ejemplo tomando como base formas de realización preferidas que se muestran en las figuras.
- La Figura 1: es una vista en perspectiva de una disposición de un cristal para gafa en posición de uso delante de un ojo de un usuario de gafa;
- La Figura 2: es una vista en sección de la Figura 1;
- 50 La Figura 3: es una vista en planta de la Figura 1;

La Figura 4: es una vista en planta de la Figura 3.

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un sistema de ojo 10 y de un primer cristal para gafa 12 de un usuario de gafa. El primer cristal para gafa 12 está dispuesto delante del ojo 10 de forma que un rayo luminoso en dirección visual cero 14 del ojo 10 corta una superficie 16, del lado del ojo, del primer cristal para gafa 12 en un punto visual cero 18 del primer cristal para gafa 12. Cuando el ojo 10 está orientado de forma que el usuario de la gafa mira en una dirección visual cero, el rayo visual corta en dirección visual cero 14 hacia un centro de rotación óptica 20 y una pupila 22 en el punto central 24. Además, la Figura 1 muestra un plano básico 26 formado por dos rectas 28, 14 que se cortan. La recta básica 26 se apoya en la recta 28 y el rayo visual en dirección visual cero 14. La recta 28 corta el centro de rotación óptico 20 del ojo 10 y el centro de rotación óptico 20' de un segundo ojo (que no se muestra) del usuario de la gafa. Si el usuario de la gafa mira en dirección visual cero el punto central 24 de la pupila 22 de un ojo 10 y un punto central de la pupila (no mostrado) del segundo ojo (no mostrado) del usuario de la gafa se encuentra también en el plano básico 26. En particular, en la Figura 1, el ojo 10 del usuario de la gafa se muestra en una disposición en la que partiendo de la disposición del ojo 10 en dirección visual cero, el ojo 10 está girado alrededor del centro óptico de rotación 20. Por consiguiente el usuario de la gafa no mira en dirección visual cero sino en una dirección distinta de aquella. La dirección visual en la que mira el usuario de la gafa se representa mediante un primer rayo visual 30. El primer rayo visual 30 corta el centro óptico de rotación 20 y el punto central 24 de la pupila 22 del ojo 10. Además el primer rayo visual 30 corta la superficie 16, del lado del ojo, en un primer punto de intersección 32. Se representa además un ángulo visual (φ_1, ψ_1) del primer rayo visual 30. En particular el ángulo visual del primer rayo visual 30 se indica en coordenadas esféricas, donde las coordenadas esféricas se refieren a un sistema de coordenadas fijo respecto de una cabeza (no mostrada) del usuario de la gafa. En particular, el sistema de coordenadas viene determinado por la línea base 26 y el rayo visual en dirección visual cero 14.

El primer rayo visual 30 mostrado en la Figura 1 corta el plano básico 26 en un centro de rotación óptico 20. Además, en la Figura 1 se representa una proyección 34 del primer rayo visual sobre el plano básico 26. En coordenadas esféricas se obtiene un ángulo azimutal φ_1 como el ángulo formado por la proyección 34 del primer rayo visual 30 sobre el plano 26 y el rayo visual en dirección visual cero 14. Un ángulo de inclinación ψ_1 representa el ángulo de corte del primer rayo visual 30 con el plano básico 26, es decir el ángulo de inclinación ψ_1 es un ángulo formado por el primer rayo visual 30 y la proyección 34 del primer rayo visual 30 sobre el plano básico 26. Si el usuario de la gafa mira en sentido visual cero, tanto el ángulo azimutal φ_1 como también el ángulo de inclinación ψ_1 es igual a 0°. El primer rayo visual 30 está determinado claramente en coordenadas esféricas quedando definido el ángulo visual del primer rayo visual 30 por el ángulo azimutal φ_1 y el ángulo de inclinación ψ_1 . Modificando la dirección visual del ojo 10 se modifica el ángulo visual, es decir el ángulo azimutal φ y/o el ángulo de inclinación ψ .

Dos rayos visuales diferentes, por ejemplo el primer rayo visual 30 y un segundo rayo visual (mostrado en las Figuras 2 a 4) se diferencian por lo menos en uno de los dos ángulos de las coordenadas esféricas, es decir se diferencian en el ángulo azimutal φ y/o el ángulo de inclinación ψ . Por consiguiente, para cualquier usuario de gafa cada rayo visual se puede representar claramente en un sistema de coordenadas fijo de la cabeza del usuario de la gafa en coordenadas esféricas.

La Figura 2 muestra una vista en sección vertical de la Figura 1, es decir una sección a lo largo del rayo visual en dirección visual cero 14 vertical al plano básico 26. El plano básico 26 es vertical al plano de la Figura 2. Por consiguiente el ángulo azimutal φ_1 no se puede ver en la Figura 2 sino únicamente el ángulo de inclinación ψ_1 del primer rayo visual 30. El primer rayo visual corta la superficie del lado del ojo 16 del primer cristal para gafa 12 en el primer punto de intersección 32. Además, en la Figura 2 se muestra un eje y del primer cristal para gafa 12. Una proyección del primer punto de intersección 32 sobre el eje y da como resultado una coordenada y_1 del primer punto de intersección 32. En la Figura 2 se representa además un segundo rayo visual 38. El segundo rayo visual 38 corresponde a una dirección visual modificada del ojo 10. Una dirección visual modificada del ojo 10 se consigue girando el ojo 10 alrededor del centro de rotación óptico 20, es decir que se modifica la posición del punto central 24 de la pupila 22 en el sistema de coordenadas fijo de la cabeza del usuario de la gafa, permaneciendo invariable el centro de rotación óptico 20 al modificar la dirección visual.

En particular el segundo rayo visual 38 corta el centro de rotación 20 y el punto central 24 de la pupila 22 del ojo 10. Como se puede ver en la Figura 2 el segundo rayo visual 38 presenta un ángulo de inclinación ψ_2 diferente del ángulo de inclinación ψ_1 del primer rayo visual 32. Por consiguiente el segundo rayo visual 38 corta la superficie 16 del lado del ojo, del primer cristal para gafa 12 en un segundo punto de intersección 40. Una proyección del segundo punto de intersección 40 sobre el eje y da como resultado una coordenada y_2 del segundo punto de intersección 40.

La Figura 3 muestra una sección de la Figura 1 a lo largo del plano básico 26. En la Figura 3 se representa la proyección 34 del primer rayo visual 30 sobre el plano básico 26. De forma análoga, en la Figura 3 se representa una proyección 42 del segundo rayo visual 38 sobre el plano básico 26. Además en la Figura 3 se representa una proyección del primer punto de intersección 32 sobre el eje x y una proyección del segundo punto de intersección 40 sobre el eje x. La proyección del primer punto de intersección 32 sobre el eje x da una coordenada x_1 del primer

punto de intersección 32. De forma análoga, la proyección del segundo punto de intersección 40 sobre el eje x da como resultado una coordenada x_2 del segundo punto de intersección 40.

En la Figura 3 se representa únicamente el ángulo azimutal φ_1 del primer rayo visual 30 y un rayo azimutal φ_2 del segundo rayo visual 42. Los ángulos de inclinación ψ_1 y ψ_2 no se pueden ver debido al plano de corte elegido en la Figura 3.

La Figura 4 muestra una vista en sección según la Figura 3, donde en lugar del primer cristal para gafa 12 se dispone un segundo cristal para gafa 44 y el segundo cristal para gafa 44 presenta una disposición diferente de la disposición de las Figuras 1 a 3. En particular el ángulo de inclinación de la montura debajo del cual está dispuesto el segundo cristal para gafa 44 según la Figura 4, difiere del ángulo de inclinación de la montura en el que está dispuesto el primer cristal para gafa 12 según la Figura 3. Con un primer rayo visual 30 y un segundo rayo visual 38 idénticos se modifican las coordenadas x del primer punto de intersección 32 y del segundo punto de intersección 40. El primer punto de intersección 32 tiene una coordenada x_1' . El segundo punto de intersección 40 tiene una coordenada x_2' .

Si el primer cristal para gafa 12 está dispuesto delante del ojo 10 del usuario de la gafa, el primer cristal para gafa 12 presenta en el primer punto de intersección 32 especificaciones teóricas predefinidas. Por ejemplo el efecto esférico especificado es 1 dpt en el primer punto de intersección 32. El efecto esférico real en el primer punto de intersección 32 puede diferir sin embargo del valor especificado. Una divergencia máxima del efecto esférico especificado respecto del efecto esférico real recibe el nombre de especificación teórica. Por ejemplo, la especificación teórica en el punto de intersección 32 es igual a 0,5 dpt. El valor real existente del efecto esférico puede ser por consiguiente igual a 1,5 dpt. Indicado en coordenadas del sistema de coordenadas del primer cristal para gafa 12 el efecto esférico real en el primer punto de intersección 32 con las coordenadas (x_1, y_1) es igual a 1,5 dpt.

De forma análoga en el segundo punto de intersección 40 del segundo rayo visual 38 puede especificarse una restricción específica, por ejemplo 1,5 dpt y correspondientemente para el segundo rayo visual 38 indicarse también una especificación teórica, por ejemplo 1,0 dpt. El valor real del efecto esférico en el segundo punto de intersección 40 puede ser por lo tanto igual a 2,5 dpt.

Si en lugar del primer cristal para gafa 12 se dispone del segundo cristal para gafa 44 delante del ojo 10 del usuario de la gafa en posición de uso, tanto el primer rayo visual 30 como también el segundo rayo visual 38 cortan una superficie del lado del ojo 46 del segundo cristal para gafa 44. Por consiguiente se obtiene nuevamente un primer punto de intersección 32 y un segundo punto de intersección 40, donde tanto el primer punto de intersección 32 como el segundo punto de intersección 40 presentan en el sistema de coordenadas del segundo cristal para gafa 44, coordenadas que difieren de las coordenadas del primer punto de intersección 32 y del segundo punto de intersección 40 en el sistema de coordenadas del primer cristal para gafa 12. Las coordenadas del primer punto de intersección 32 en el sistema de coordenadas del segundo cristal para gafa 44 son por ejemplo (x_1', y_1') . Las coordenadas del segundo punto de intersección 40 en el sistema de coordenadas del segundo cristal para gafa 44 son por ejemplo (x_2', y_2') . La especificación teórica para el primer punto de intersección es sin embargo independiente del cristal para gafa, es decir que es también igual a por ejemplo 0,5 dpt en el primer punto de intersección 32 del primer rayo visual 40 por la superficie 46 del lado del ojo, del segundo cristal para gafa 44. Asimismo la especificación teórica del segundo punto de intersección 40 del segundo rayo visual 38 por la superficie 46, del lado del ojo, del segundo cristal para gafa 44 es por ejemplo igual a 1 dpt. Se determina de nuevo el valor real del efecto esférico en el primer punto de intersección 32 o en el segundo punto de intersección 40 que se encuentra dentro de un ámbito de valores del efecto esférico prescrito en el punto de intersección y la especificación teórica correspondiente. El efecto esférico prescrito en el primer punto de intersección 32 del primer rayo visual 30 por la superficie del lado del ojo 46 del segundo cristal para gafa 44 puede ser por ejemplo igual a 1,5 dpt. El efecto esférico real en el segundo punto de intersección 40 del segundo rayo visual 38 por la superficie del lado del ojo 46 del segundo cristal para gafa 44 es por ejemplo igual a 2,5 dpt (que se sitúa dentro de la especificación teórica de 1 dpt). Por consiguiente se obtiene para el usuario de la gafa, independientemente de que el primer cristal para gafa 12 o el segundo cristal para gafa 44 estén dispuestos delante del ojo 10, la misma sensación visual subjetiva.

La descripción anterior se describió por ejemplo para dos cristales para gafa 12, 44 y dos rayos visuales 30,38. Lo mismo se aplica sin embargo también para una multiplicidad de rayos visuales, por ejemplo unos 100 rayos visuales. Asimismo las ejecuciones anteriores se aplican de forma análoga a una multiplicidad de cristales para gafa. Además el número de rayos visuales puede variar también al cambiar el cristal para gafa. Los rayos visuales pueden por ejemplo estar dispuestos de forma que el ángulo azimutal y/o el ángulo de inclinación de rayos visuales contiguos de un ojo difieren entre sí un ángulo predeterminado, de preferencia aproximadamente 5° , particularmente 2° y especialmente 1° . Si dos cristales para gafa 12, 44 diferentes presentan por ejemplo magnitudes diferentes de las superficies del lado del ojo también cortan las superficies correspondientes un número diferente de rayos visuales.

También es posible además que la descripción anterior para una multiplicidad de usuarios de gafa sea la adecuada. En otras palabras las especificaciones teóricas, es decir la divergencia de las propiedades ópticas realmente existentes respecto de los valores prescritos, son idénticas para cada usuario en los puntos de intersección de rayos

visuales con ángulos visuales prácticamente iguales por las superficies del lado del ojo de los usuarios de gafas. Las propiedades ópticas son por ejemplo el efecto esférico, cilindro y posición axial del cilindro. En una multiplicidad de usuarios de gafa puede haber por ejemplo un primer rayo visual, donde para cada usuario de gafa el primer rayo visual presenta el ángulo azimutal φ_1 y el ángulo de inclinación ψ_1 . Aquí para cada usuario de gafa el valor del ángulo azimutal φ_1 es idéntico al valor del ángulo azimutal φ_1 de los demás usuarios de gafa. De forma análoga también el valor del ángulo de inclinación ψ_1 es para cada usuario de gafa idéntico al valor del ángulo de inclinación ψ_1 de los demás usuarios de gafa. Por consiguiente para cada primer rayo visual la desviación máxima del valor prescrito de una magnitud óptica y el valor real de esta magnitud óptica es igual en el punto de intersección correspondiente. La sensación visual subjetiva corresponde exactamente a esta desviación. Si el valor real de la magnitud óptica es igual al valor prescrito de la magnitud óptica, el defecto visual del usuario de la gafa queda compensado de forma precisa, es decir que el usuario de la gafa tiene una sensación visual óptica, como si no tuviera ninguna ametropía óptica. No obstante si el valor real difiere del valor prescrito, el defecto visual no se compensa completamente y el usuario de la gafa tiene una sensación visual subjetiva, negativa. La desviación del valor real respecto del valor prescrito se describe mediante la especificación teórica. Si en un rayo visual predeterminado, es decir en un ángulo visual determinado, la especificación teórica para todos los usuarios de gafa y todos los posibles cristales de gafa dispuestos delante del ojo del usuario correspondiente es idéntica, todos los usuarios de gafa tendrán, con todos los posibles cristales para gafa, con este ángulo visual determinado la misma sensación visual subjetiva. Si esto es válido para una multiplicidad de ángulos visuales determinados, es decir para una multiplicidad de ángulos visuales predeterminados, la multiplicidad de usuarios de gafa tendrá para cada uno de estos ángulos visuales, es decir para cada uno de estos rayos visuales la misma sensación visual subjetiva independientemente del cristal para gafa que se haya dispuesto delante del ojo del usuario de gafa.

Las realizaciones anteriores se describieron por ejemplo sobre la base de valores para el efecto esférico en los puntos de intersección correspondientes. Según la invención esto se aplica también a otras magnitudes ópticas, por ejemplo cilindros, es decir el valor del astigmatismo y/o el eje del cilindro, es decir la posición axial del astigmatismo en los puntos de intersección correspondientes.

Leyenda

- 10 Ojo
- 30 12 Primer cristal para gafa
- 14 Rayo visual en dirección visual cero
- 16 Superficie del lado del ojo
- 18 Punto visual cero
- 20 Centro de giro óptico
- 35 20' Centro de giro óptico
- 22 Pupila
- 24 Punto central
- 26 Plano básico
- 28 Recta
- 40 30 Primer rayo visual
- 32 Primer punto de intersección
- 34 Proyección
- 36 Eje y
- 38 Segundo rayo visual
- 45 40 Segundo punto de intersección

- 42 Proyección
- 44 Segundo cristal para gafa
- 46 Superficie del lado del ojo

REVINDICACIONES

1. Serie de cristales para gafas (12, 44), donde cada cristal (12, 44) de la serie comprende una superficie del lado del ojo (16,46) y una superficie del lado del objeto;
- 5 La superficie del lado del ojo (16, 46) y/o la superficie del lado del objeto de cada cristal para gafa (12, 44) de la serie está concebida de modo que,
- 10 en una posición de uso estandarizada de los cristales para gafa (12, 44) delante de los ojos (10) de cada usuario de la gafa, las especificaciones teóricas $(f(x_1, y_1), (f(x_1, y_1), g(\varphi_1, \psi_1))$ en los puntos de intersección (32) de los primeros rayos (30) con las superficies correspondientes del lado del ojo (16, 46) o del objeto de los cristales para gafas (12, 44) para cada cristal para gafa (12, 44) de la serie son prácticamente idénticas:
- cada primer rayo visual (30) es un rayo prestablecido, del lado del ojo, que corta un centro pupilar (24) y un centro de rotación óptico (20) de cada ojo (10), y
- todos los primeros rayos visuales (30) presentan un ángulo visual (φ_1, ψ_1) predefinido idéntico del lado del ojo:
- las especificaciones teóricas $(f(x_1, y_1), (f(x_1, y_1), g(\varphi_1, \psi_1))$ para cada punto de intersección (32) comprenden
- 15 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un poder refringente esférico y un valor real de un poder refringente esférico en la posición de uso estandarizada y/o
- 20 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un astigmatismo y un valor real de un astigmatismo en la posición de uso estandarizada y/o
- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de una posición axial de cilindro y un valor real de una posición axial de cilindro en la posición de uso estandarizada.
2. Serie de cristales para gafa (12, 44) según la reivindicación 1, donde
- 25 la superficie del lado del ojo (16, 46) y/o la superficie del lado del objeto de cada cristal para gafa (12, 44) de la serie está concebida además de modo que,
- 30 en posición de uso de los cristales para gafa (12, 44) delante de los ojos (10) de cada usuario de la gafa, las especificaciones teóricas en los puntos de intersección (40) de los eNésimos rayos (38) con las superficies correspondientes del lado del ojo (16, 46) o del objeto de los cristales para gafas (12, 44) de la serie son prácticamente idénticas;
- cada eNésimo rayo visual (38) es un rayo prestablecido, del lado del ojo, que corta un centro pupilar (24) y un centro de rotación óptico (20) de cada ojo (12), y
- todos los eNésimos rayos visuales (38) presentan un ángulo visual (φ_2, ψ_2) predefinido idéntico del lado del ojo y
- 35 los ángulos visuales (φ_2, ψ_2) de todos los eNésimos rayos visuales (38) difieren de los ángulos visuales (φ_1, ψ_1) de todos los demás rayos visuales (30).
3. Serie de cristales para gafa (12, 44) según la reivindicación 2, donde N=2, de preferencia N=5, particularmente de preferencia N= 100.
- 40 4. Serie de cristales para gafa (12, 44) según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 3, donde todos los cristales para gafa (12, 44) de la serie presentan una adición prácticamente igual.
- 45 5. Serie de cristales para gafa (12, 44) según una de las reivindicaciones anteriores, donde la superficie del lado del ojo (16, 46) o del lado del objeto de cada cristal para gafa (12, 44) de la serie difiere de la superficie del lado del ojo (16, 46) o del lado del objeto de los demás cristales (12, 44) de la serie.
- 50 6. Serie de cristales para gafa (12, 44) según una de las reivindicaciones, donde la superficie del lado del ojo (16, 46) y/o del lado del objeto de cada cristal para gafa (12, 44) de la serie está concebida de modo que ,
- en posición de uso de los cristales para gafa (12, 44) delante de los ojos (10) de exactamente un usuario predefinido de la gafa, las especificaciones teóricas $(f(x_1, y_1), (f(x_1, y_1), g(\varphi_1, \psi_1))$ en los puntos de

intersección (32) de los primeros rayos (30) con las superficies correspondientes del lado del ojo (16, 46) o del objeto de los cristales para gafas (12, 44) son prácticamente idénticas.

5 7. Método para la fabricación de un cristal para gafa (12,44) a partir de un cristal prefabricado para gafa que consta de las siguientes etapas:
Especificación de un cristal prefabricado para gafa y una posición de uso del cristal prefabricado para gafa;

10 Especificación de un primer punto de intersección $(32, (x_1, y_1), ((x'_1, y'_1))$ de una superficie del cristal prefabricado para gafa en un sistema de coordenadas del cristal prefabricado para gafa;

10 Determinación de un ángulo visual (φ_1, ψ_1) de un primer rayo visual del lado del ojo (30), que corta la superficie del cristal prefabricado para gafa en posición de uso delante de los ojos (10) de un usuario de gafa en el primer punto de intersección $(32, (x_1, y_1), (x'_1, y'_1))$, donde

15
$$(\varphi_1, \psi_1) = S_{IP}(x_1, y_1);$$

Establecimiento de especificaciones teóricas (φ_1, ψ_1) del primer rayo visual (30)

20 Asignación de las especificaciones teóricas $g(\varphi_1, \psi_1)$ del primer rayo visual (30) como especificaciones teóricas $(f(x_1, y_1), (f(x'_1, y'_1)))$ del primer punto de intersección $(32, ((x_1, y_1), (x'_1, y'_1))$ según la ecuación:

$$f(x_1, y_1) = g(S_{IP}(x_1, y_1))$$

y

25 Cálculo del cristal para gafa (12, 44) teniendo en cuenta las especificaciones teóricas $g(\varphi_1, \psi_1), f(x_1, y_1), (f(x'_1, y'_1))$ del primer punto del cristal para gafa $(32, (x_1, y_1), ((x'_1, y'_1)))$, partiendo del cristal prefabricado para gafa, donde

30 las especificaciones teóricas $(g(\varphi_1, \psi_1), (f(x_1, y_1), (f(x'_1, y'_1))))$ del primer punto de intersección $(32, (x_1, y_1), (x'_1, y'_1))$, comprenden

- una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un poder refringente esférico y un valor real de un poder refringente esférico en la posición de uso especificada y/o

35 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de un astigmatismo y un valor real de un astigmatismo en la posición de uso especificada y/o

40 - una diferencia máxima permitida entre un valor especificado de una posición axial de cilindro y un valor real de una posición axial de cilindro en la posición de uso estandarizada.
del cristal para gafa (12,44)

el primer rayo visual (30) que corta por lo menos un centro de pupila (24) y un centro de rotación óptico (20) de un ojo (10), y

45 S_{IP} es una transformación de coordenadas, en virtud de la cual las coordenadas (x_1, y_1) del primer punto de intersección (32) en el sistema de coordenadas del cristal prefabricado para gafa se convierten en ángulos visuales (φ_1, ψ_1) del primer rayo visual del lado del ojo (30) teniendo en cuenta parámetros individuales del cristal prefabricado para gafa en posición de uso.

50 8. Método según la reivindicación 7, donde
- las coordenadas (x_1, y_1) del primer punto de intersección (32) son
- coordenadas cartesianas,
- los ángulos visuales (φ_1, ψ_1) son coordenadas esféricas y donde S_{IP} es una conversión de coordenadas cartesianas a esféricas.

55 9. Método según la reivindicación 7 u 8, donde los parámetros individuales comprenden por lo menos distancia a pupila y/o distancia córnea – vértice y/o inclinación longitudinal del cristal para gafa y/o ángulo de inclinación de la montura

- 5
10. Método según una de las reivindicaciones 7 a 9, donde el método se realiza sobre la base de N puntos de intersección diferentes (32, 40), donde en cada punto de intersección (32, 40) un rayo visual (30, 38) corta exactamente la superficie (16, 46) del cristal prefabricado para gafa y los ángulos visuales correspondientes ((φ_1, ψ_1), (φ_2, ψ_2)) de los N rayos visuales (30,38) difieren entre sí.
- 10
11. Método según una de las reivindicaciones 7 a 10, donde el método se realiza repetidas veces para cada cristal de gafa (12, 44) de una serie de cristales para gafa (12,44).
- 15
12. Método según una de las reivindicaciones 7 a 10 donde, en una primera etapa
- se determina por lo menos un punto de intersección de referencia (x_R, y_R) de una superficie de un cristal de gafa de referencia en un sistema de coordenadas del cristal para gafa de referencia
 - a cada punto de intersección de referencia (x_R, y_R) se le asigna una especificación teórica $f_R(x_R, y_R)$,
 - para cada punto de intersección de referencia (x_R, y_R) del cristal para gafa de referencia en posición de uso delante de un ojo, se determina un ángulo visual (φ, ψ) de un rayo visual delado del ojo en el sistema de coordenada del ojo, que corta la superficie del cristal para gafa de referencia en el punto de intersección de referencia (x_R, y_R), donde se tiene
- 20
- $(\varphi, \psi) = S_{IP}(x_R, y_R)$
- La especificación teórica $f_R(x_R, y_R)$ de cada punto de intersección de referencia (x_R, y_R) del cristal para gafa de referencia se asigna a la especificación teórica $g(\varphi, \psi)$ del rayo visual correspondiente, donde se tiene
- $$g(\varphi, \psi) = f_R(X_{IP}(\varphi, \psi))$$
- y
- X_{IP} es una transformación de coordenadas, en virtud de la cual los
- 25
- ángulos visuales (φ, ψ) de cada rayo visual se convierten en coordenadas (x_R, y_R) de un punto de intersección de referencia correspondiente en el sistema de coordenadas del cristal para gafa de referencia teniendo en cuenta parámetros individuales del cristal para gafa de referencia en posición de uso.
- 30
13. Método según la reivindicación 12, donde el método según la primera etapa se realiza para por lo menos para un cristal para gafa diferente (12, 44) del cristal para gafa de referencia.
- 35
14. Método según las reivindicaciones 12 o 13, donde el método se realiza repetidas veces según la primera etapa para cada cristal para gafa (12, 44) de una serie de cristales para gafa (12,44)

Figura 1

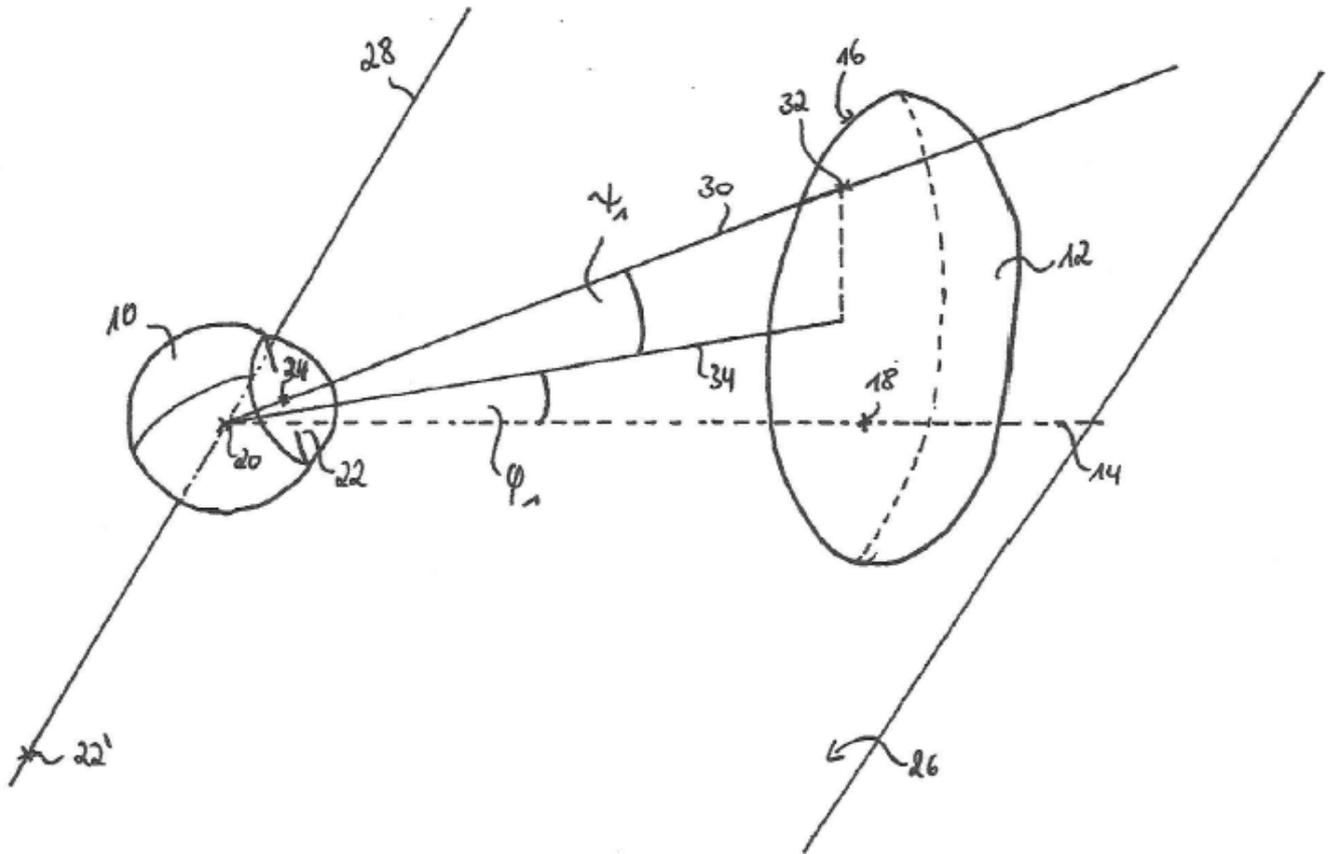


Figura 2

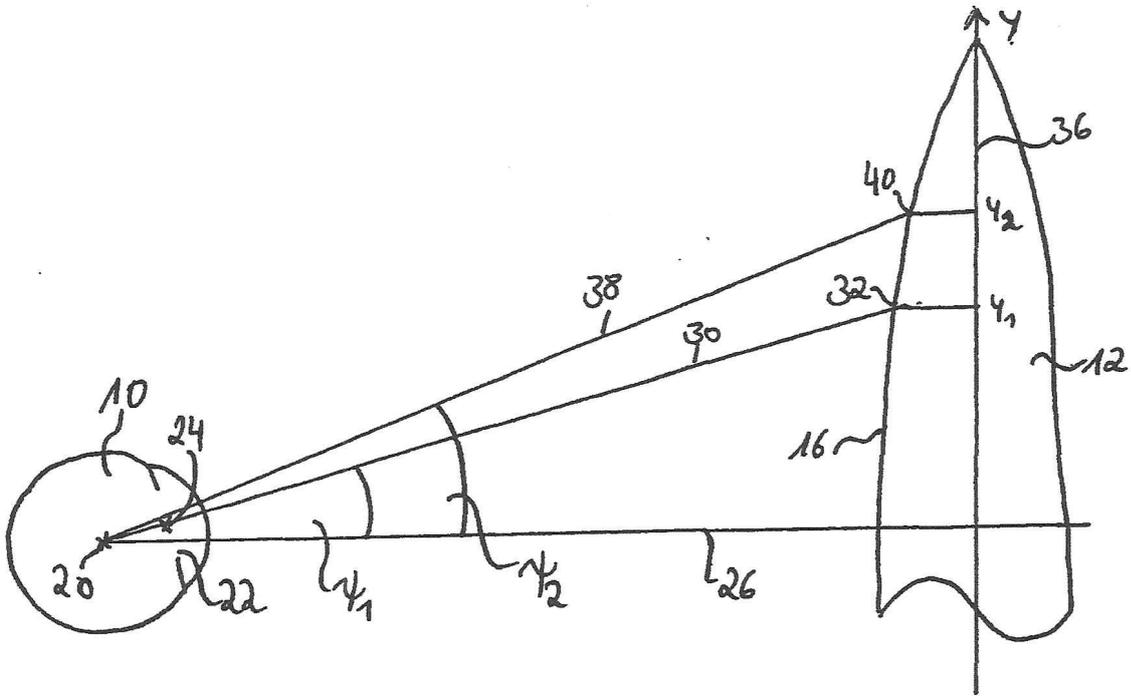
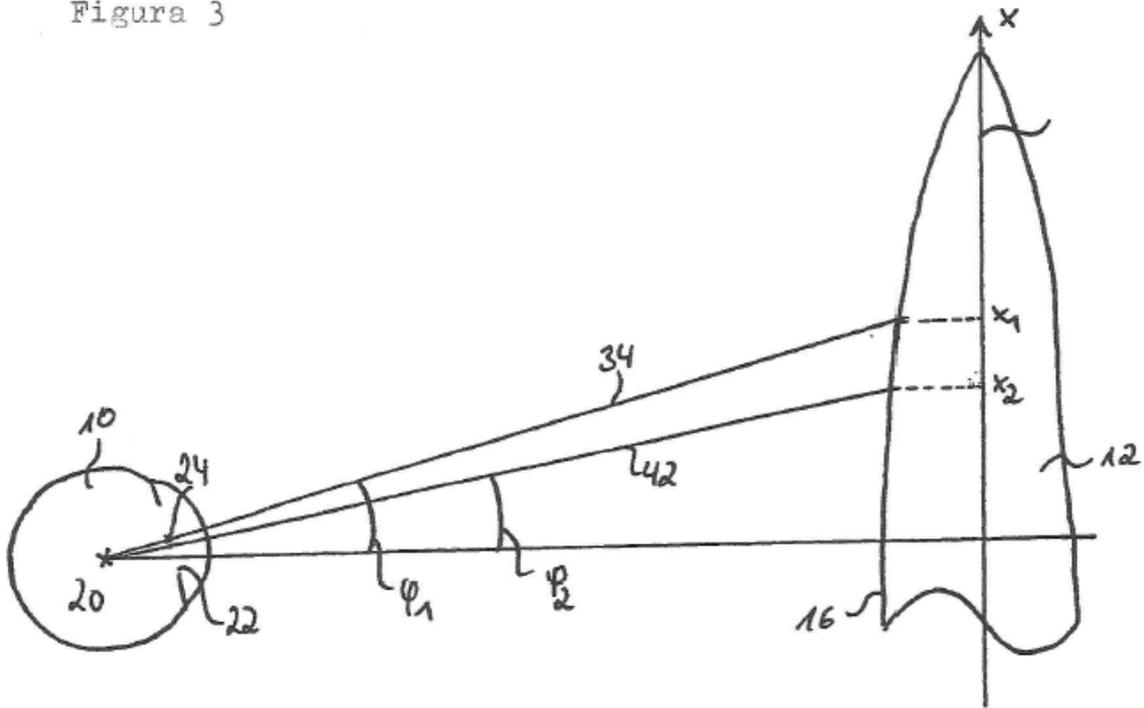


Figura 3



(Figura 4)

