

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 467 152**

51 Int. Cl.:

A61B 3/00 (2006.01)

G02C 13/00 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2008** **E 08707296 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014** **EP 2124712**

54 Título: **Procedimiento para determinar los puntos de referencia de lejos y de cerca**

30 Prioridad:

25.01.2007 DE 102007003845

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

12.06.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ESSER, GREGOR;
JUNG, NADINE;
NICKE, KATRIN;
SCHWARZ, ILKA;
WELK, ANDREA y
ZIMMERMANN, MARTIN

74 Agente/Representante:

AYMAT ESCALADA, Carlos Jesús

ES 2 467 152 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 invención se refiere a un procedimiento para definir y/o determinar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y/o de cerca de un cristal progresivo para gafa, así como un dispositivo correspondiente, un producto de programa informático, un soporte de datos y una interfaz gráfica de usuario. Además la invención se refiere a un procedimiento para determinar y/o calcular un diseño individual de cristal para gafa así como un dispositivo correspondiente, un producto de programa informático, un soporte de datos y una interfaz gráfica de usuario.

En numerosas publicaciones de patente se describen cristales individuales para gafa, en particular cristales progresivos individuales (por ejemplo DE 197 01 312, DE 103 13 275, WO 01/81979). Presentan mejores características de la imagen como cristales convencionales para gafas, ya que se tiene en cuenta a la hora de calcular y optimizar la situación individual de uso del usuario de la gafa.

El cálculo y optimización de cristales para gafa y en particular de cristales progresivos en la posición y/o situación de uso correspondiente ha alcanzado entre tanto un nivel técnico y óptico muy elevado. De este modo se pueden optimizar y calcular online a la recepción del pedido cristales progresivos, según el estado de la técnica, teniendo en cuenta la disposición individual (Sph, Zyl, Eje, Add, Prisma, Base) y la posición individual de los cristales delante del ojo (distancia córnea-vértice HSA, ángulo de inclinación de la montura FSW, inclinación longitudinal VN, distancia pupilar PD).

Lo que se pretende con la presente invención es mejorar la optimización de cristales progresivos individuales para gafas.

El escrito WO 01/57584 A2 da a conocer un procedimiento para la fabricación de cristales progresivos individuales para gafas, donde se fabrican primero lentes en bruto con una primera superficie acabada en un escalonamiento determinado, relativamente estrecho del poder refringente. Partiendo de los datos individuales de un usuario, es decir por lo menos el primer efecto necesario D_f , de la adición Add y eventualmente del valor y la posición axial del astigmatismo del ojo del usuario se elige, sobre la base de otros datos de diseño, una primera superficie con un determinado poder refringente D_1 . La segunda superficie se calcula de forma que el poder refringente D_2 de la segunda superficie, necesario en el primer punto de referencia, se ajusta según el poder refringente elegido D_1 , obteniéndose en función de los datos de diseño correspondientes combinaciones diferentes de primeras superficies y de segundas superficies calculadas individualmente para el mismo primer efecto D_f y la misma adición Add así como, eventualmente, el mismo valor y posición axial del astigmatismo del ojo. En el cálculo de la segunda superficie se pueden tener en cuenta datos individuales del usuario de la gafa.

Lo que se pretende con la presente invención es mejorar la optimización de cristales progresivos individuales para gafa.

Esto se resuelve con un procedimiento para definir y/o determinar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y/o cerca de un cristal progresivo para gafa con las características de la reivindicación 1, un producto de programa informático con las características de la reivindicación 14, un soporte de datos con las características de la reivindicación 15, un dispositivo para determinar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y/o cerca con las características de la reivindicación 16, así como una interfaz gráfica de usuario con las características de la reivindicación 17. Además esto se resuelve con un procedimiento para determinar o calcular un diseño individual de cristal para gafa con las características de la reivindicación 20, un programa informático con las características de la reivindicación 23, un soporte de datos con las características de la reivindicación 24, un dispositivo con las características de la reivindicación 25, así como una interfaz gráfica de usuario con las características de la reivindicación 26. Las formas de realización preferidas constituyen el objeto de las s8b-reivindicaciones.

Según la invención se ofrece un procedimiento implementado por ordenador para definir y/o determinar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y/o de cerca de un cristal progresivo de gafa para corregir la ametropía de un usuario, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:

- obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- determinar y/o calcular la posición vertical y/o horizontal individual del punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa,

donde la distancia vertical del punto de referencia de lejos y de cerca respecto de un punto de centrado y/o de ajuste del cristal de la gafa se define en función de los datos individuales del usuario de la gafa; donde los datos individuales del usuario de la gafa comprenden datos relativos a las preferencias y/o las ponderaciones de la zona de lejos y de cerca y, opcionalmente, la zona de progresión, y donde

- para la distancia vertical y_{BF} del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado y/o de ajuste del cristal de la gafa se cumple

$$y_{BF} = 4 - 4 \cdot G_F / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_F < 33$$

y

$$y_{BF} = 0 - 4 \cdot G_F - (33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_F \leq 100$$

y

- para la distancia vertical y_{BN} del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado y/o de ajuste se cumple

$$y_{BN} = -20 + 2 \cdot G_N / 33 [mm] \text{ para } 0 \leq G_N < 33$$

y

$$y_{BN} = -18 + 5 \cdot (G_N - 33,33) / 66,66 [mm] \text{ para } 33 \leq G_N \leq 100$$

5 donde G_F es la ponderación de la zona de lejos y G_N la ponderación de la zona de cerca.

10 En los cristales progresivos para gafa hay cuatro puntos sobre el cristal de la gafa que se pueden reconstruir en cualquier momento (véase por ejemplo EN ISO 8989-2) mediante por lo menos una marca permanente sobre o en el cristal de gafa y siguiendo unas instrucciones de reconstrucción predeterminada de estos cuatro puntos respecto de la marca permanente. Estos puntos se describen en la norma (EN ISO 13666) y por ejemplo en el Manual de Óptica de Zeiss, 4ª Edición 2000, página 117. Las posiciones espaciales de los puntos de referencia se trazan también por lo general mediante una marca no permanente del cristal de gafa (véase EN ISO 13 666 y DIN 58 208 Parte 2).

El punto de referencia de lejos se define como el punto, sobre la superficie delantera, en el cual tiene que predominar el efecto de lejos descrito, de preferencia en el camino óptico existente delante del ojo al utilizar el cristal para gafa.

15 El punto de referencia de cerca se define como el punto de la superficie delantera en el que tiene que predominar el efecto descrito de cerca, en el camino óptico existente delante del ojo al utilizar el cristal para gafa.

El punto de referencia del prisma se define como el punto sobre la superficie delantera, indicado por el fabricante, en el cual los efectos prismáticos del cristal terminado se tienen que determinar.

20 El punto de centrado se define como el punto con el que debe coincidir el punto de ajuste, siendo el punto de ajuste un punto sobre la superficie delantera de un cristal progresivo para gafa que tiene que servir, según las indicaciones del fabricante, de punto de referencia para posicionar este cristal delante del ojo.

25 Según el procedimiento habitual para la fabricación de cristales para gafas y en particular de cristales progresivos las posiciones de los puntos de referencia, particularmente del punto de referencia de lejos y de cerca son determinadas por los fabricantes para cada cristal. Estas posiciones dependen en gran medida de los datos individuales del usuario, es decir que las posiciones de los puntos de referencia no se eligen y definen en función de los datos individuales del usuario correspondiente.

El centrado de los cristales terminados en la montura puede realizarse según los diversos requisitos para el centrado de la gafa:

1. Requisito de campo visual.
2. Requisito de punto de giro.
3. Requisito de punto de referencia.

35 El centrado de cristales para gafas se trata de forma detallada por ejemplo en el libro "Optik und Technik der Brille" ("Óptica y Técnica de la Gafa"), H. Diepes y R. Blendowske, 2002, Optische Fachveröffentlichung GmbH, Heidelberg, página 308, en el cual se hace referencia expresa a las explicaciones de todos los conceptos no definidos aquí de forma detallada.

Para el centrado de un cristal progresivo para gafa reviste en particular importancia el requisito del campo visual y el requisito del punto de referencia.

40 El requisito del campo visual dice que los campos visuales de ambos ojos coinciden en la distancia del objeto deseada en el caso de postura habitual de la cabeza y del cuerpo. El cristal progresivo se centra de forma que con una postura normal y habitual de la cabeza y del cuerpo y una mirada en línea recta (dirección de la mirada cero) el punto de centrado se encuentra delante del centro de la pupila. De este modo se consigue que se cumpla en general el requisito de campo visual.

45 El requisito del punto de referencia dice que el punto de referencia tiene que coincidir con el punto de visión principal en ambos ojos. Las direcciones principales de la mirada del usuario son características inherentes e individuales del usuario, mientras que los puntos de referencia se definen en el cristal.

50 Se ha podido comprobar en particular, según la invención, que con el procedimiento de fabricación habitual para cristales progresivos con posiciones de los puntos de referencia de lejos y de cerca definidas (no individualmente), no se cumple por lo general el requisito de punto de referencia, lo cual tiene como consecuencia un empeoramiento de las propiedades de reproducción/imagen del cristal o de la gafa así como el cansancio y las incompatibilidades. En particular, se ha podido comprobar según la invención que para los cristales progresivos fabricados según el procedimiento habitual con puntos de referencia definidos sólo se cumple el requisito del punto de referencia cuando las direcciones principales de la mirada para lejos y cerca del usuario coinciden de forma puramente casual con los puntos de referencia definidos por el fabricante en el cristal. En muchos casos sin embargo las direcciones principales de la mirada y la posición de los puntos de referencia de lejos y cerca no coinciden. Si el punto de

referencia de lejos por ejemplo se encuentra 4 mm por encima del punto de centrado y el punto de referencia de cerca 18 mm debajo del punto de centrado (valores estándar en cristales convencionales para gafa), la dirección principal de la mirada "lejos" debería situarse 8 grados por encima de la dirección de la mirada cero y la dirección principal de la mirada "cerca", unos 36 grados por debajo de la dirección de la mirada cero. Pero si las direcciones principales individuales de la mirada difieren de éstas, ya no se puede cumplir el requisito de punto de referencia y el usuario deberá orientar sus direcciones de mirada principal según el cristal.

La invención rompe con el procedimiento habitual en el que se define la posición espacial, en particular la posición vertical de los puntos de referencia. En lugar de ello se propone variar la posición espacial, en particular la posición vertical de los puntos de referencia de lejos y de cerca, libremente (dentro de ciertos límites) en función de los datos individuales del usuario y definirla especialmente para el usuario individual correspondiente.

Una vez averiguada la posición individual óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca, se optimiza el cristal para gafa de forma que se obtienen los efectos de la parte de lejos y de cerca necesarios para el usuario o prescritos en los puntos de referencia individuales así definidos para lejos y cerca. El efecto se refiere de preferencia al efecto de uso, es decir al efecto del cristal en posición de uso. Las posiciones de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca obtenidos individualmente entran como parámetros de diseño en el cálculo y la optimización del diseño individual del cristal para gafa o del cristal individual para gafa. Los puntos de referencia de lejos y de cerca, definibles individualmente, reciben por lo tanto en lo que sigue el nombre como punto de diseño de "lejos" y/o "cerca".

En particular el punto de referencia de lejos o punto de diseño "lejos" obtenido individualmente corresponde al punto mediante el cual se corrige de forma óptima la mirada a lo lejos del usuario de la gafa y que corresponde a sus hábitos personales de visión. El punto de referencia de cerca o punto de diseño "cerca" obtenido individualmente corresponde al punto en el cual se corrige de forma óptima la visión de cerca del usuario, permitiéndole una agradable inclinación de la mirada.

Con el procedimiento según la invención se puede garantizar que los puntos de referencia de lejos y de cerca o puntos de diseño "lejos" y "cerca" de un cristal para gafa fabricado y optimizado según la invención y las direcciones principales de la mirada de un usuario coinciden.

La posibilidad de elegir libremente la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca dentro de ciertos límites constituye un grado de libertad adicional importante a la hora de definir el diseño individual del cristal para gafa. De este modo se puede elegir de forma libre y/o individual, dentro de ciertos límites, la posición, en particular la posición vertical y eventualmente la magnitud de las zonas de visión (zona de lejos, de cerca, intermedia y/o de progresión) y ajustarla de forma óptima a la situación individual de cada usuario. Como el punto de referencia de lejos y de cerca del cristal para gafa se puede ajustar de forma óptima a las direcciones de la mirada principal del usuario, es posible obtener formas visuales óptimas orientadas según las necesidades y por consiguiente un confort de visión óptimo con el cristal para gafa. Además se permite descansar a los ojos y las cervicales y se reduce el cansancio visual.

Según lo indicado anteriormente, las posiciones espaciales del punto de referencia de lejos y/o de cerca obtenido individualmente, así como el punto de ajuste se señalan por ejemplo mediante una marca no permanente (por ejemplo sellado) del cristal individual terminado. Las posiciones de los puntos de referencia de lejos y de cerca, obtenidos individualmente y del punto de centrado y/o de ajuste se pueden también reconstruir de forma clara siguiendo unas normas de reconstrucción adaptadas al cristal para gafa individual (plantillas individuales, tarjetas de centrado, etc.) teniendo en cuenta las marcas permanentes del cristal para gafa (véase EN ISO 8989-2, punto 7.1). Las posiciones de los puntos de referencia de lejos y de cerca y del punto de centrado y/o de ajuste se pueden por consiguiente reconstruir de forma clara con la ayuda de las marcas permanentes del cristal para gafa. Según un aspecto de la invención se fabrica el sistema que comprende un cristal individual para gafa, preferido, con la ayuda de un procedimiento preferido según la invención y sobre la base de unas normas individuales de reconstrucción del cristal para gafa.

Los datos individuales del usuario de la gafa que se tienen en cuenta al determinar la posición espacial, en particular la posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca comprenden uno o varios de los datos o juegos de datos siguientes:

- datos de refracción y/o parámetros de efecto, en particular esfera, cilindro, posición axial, adición; y/o
- parámetro individual del usuario de la gafa y de la posición individual de uso del cristal o de la gafa delante de los ojos del usuario. Los parámetros individuales comprenden en particular la distancia pupilar, la distancia córnea-vértice (HSA), la inclinación longitudinal (VN), el ángulo de inclinación de la montura (FSW), etc.; y/o
- datos relativos a las preferencias o a la ponderación de la zona de lejos, de cerca, intermedia y/o de progresión del cristal progresivo; y/o
- datos relativos al cristal de gafa utilizado hasta entonces, en particular si el cristal para gafa utilizado hasta ahora es un cristal unifocal, bifocal o progresivo. Datos relativos al diseño (duro/blando), la longitud de progresión, el tipo (individual, convencional), el material (plástico/silicato), el índice de refracción, la posición de los puntos de referencia, la adición del cristal anterior y/o la variación de los datos de refracción respecto de los datos de refracción del cristal anterior, y/o
- datos relativos a los deseos de mejora respecto de la gafa anterior, en particular mayor campo visual, mayor campo intermedio, mayor campo de cerca, menor inclinación de la mirada al leer o menor movimiento de desplazamiento; y/o

- datos relativos a la utilización principal del cristal para gafa (conducir, puesto de trabajo informático, leer, manualidades, etc.); y/o
- datos relativos a la influencia ambiental (luminosidad ambiental, etc.); y/o
- datos relativos a la dirección principal de la mirada lejos y cerca;
- 5 - datos relativos a las posturas de cabeza y de cuerpo individuales o no habituales; y/o
- datos de montura y centrado, en particular altura de cristal y de centrado, forma de la montura; distancia entre los cristales, PD corregido para esmerilar (CorPD); y/o
- parámetros fisiológicos, en particular del ojo o de los ojos del usuario, en particular agudeza visual con corrección, ángulo límite estéreo; y/o
- 10 - datos relativos a las distancias individuales del objeto, en particular distancia de trabajo o al leer (trabajo de cerca), distancia de trabajo de lejos; y/o
- datos relativos a las distancias de los objetos al determinar la refracción: "lejos" y "cerca".

Los datos individuales del usuario pueden comprender además otros parámetros individuales.

- 15 Los datos individuales del usuario se determinan y valoran y controlan o determinan la posición espacial del punto de referencia de lejos y/o de cerca.

De preferencia la distancia vertical del punto de referencia de lejos y de cerca respecto de un punto de centrado o de ajuste previamente dado del cristal para gafa se define en función de los datos individuales del usuario de la gafa. El procedimiento para definir o determinar la posición espacial de un punto de lejos y/o de cerca comprende de preferencia una etapa de definición de la posición del punto de centrado y/o de ajuste.

- 20 De preferencia

- la altura vertical del punto de referencia de lejos medida desde el punto de centrado y/o de ajuste del cristal de la gafa puede fijarse en - 4 mm por debajo y 4 mm por encima del punto de centrado y/o de ajuste, más de preferencia por incremento de 0,1 mm, en función de los datos individuales del usuario de la gafa; y/o
- 25 - la altura vertical del punto de referencia de cerca medida a partir del punto de centrado y/o del ajuste del cristal de la gafa se puede fijar en un valor de - 13 mm a -20 mm por debajo del punto de centrado y/o del ajuste, de preferencia en incrementos de 0,1 mm, en función de los datos individuales del usuario de la gafa.

- 30 La dirección vertical se refiere de preferencia a la dirección vertical en posición de uso del cristal para gafa, donde dicho cristal está dispuesto por ejemplo en una posición de uso media (como por ejemplo se define en DIN 58 208 parte 2) o en una posición individual de uso. De preferencia el cristal para gafa está dispuesto en una posición individual de uso. El sistema de coordenadas es de preferencia un sistema de coordenadas cartesianas en la superficie, del lado del objeto, del cristal para gafa, coincidiendo el origen del sistema de coordenadas con el punto de centrado y/o de ajuste del cristal. El eje vertical y horizontal se encuentran en el plano tangencial a la superficie del lado del objeto en el punto geométrico medio y/o en el punto de centrado o de ajuste.

- 35 Además la distancia entre las alturas verticales del punto de referencia de lejos y de cerca (por ejemplo la longitud de la zona de progresión) es de preferencia superior o igual a 13 mm. El punto de referencia de cerca se encuentra también de preferencia por lo menos 2 mm por encima del borde inferior de la montura y/o el punto de referencia de lejos por lo menos 8 mm por debajo del borde superior de la montura.

- 40 La posición del punto de referencia individual de lejos y de cerca puede ser indicado por ejemplo por el óptico, directamente al hacer el pedido. De preferencia la posición óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca se determina de preferencia a partir de los datos individuales del usuario de la gafa con la ayuda de un ordenador.

Los datos individuales del usuario de la gafa comprenden datos relativos a las preferencias o a la ponderación de la zona de lejos, cerca y/o de progresión. Se tiene aquí:

- para la distancia vertical y_{BF} del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado o de ajuste del cristal para gafa

45
$$y_{BF} = 4 - 4 * G_F / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_F < 33$$

y

$$y_{BF} = 0 - 4 * (G_F - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_F \leq 100$$

y/o

- para la distancia vertical y_{BN} del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado o de ajuste

$$y_{BN} = -20 + 2 * G_N / 33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_N < 33$$

y

$$y_{BN} = -18 + 5 * (G_N - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_N \leq 100$$

- 50 donde G_F es la ponderación de la zona de lejos y G_N es la ponderación de la zona de cerca.

Según otra forma de realización, la distancia vertical y_{BF} del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado o de ajuste dado para este cristal y la distancia vertical y_{BN} del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado o de ajuste, se pueden calcular con las siguientes fórmulas:

$$y_{BF} = (GW1 \cdot y_{BF1} + y_{BF2}) / (g_1)$$

$$y_{BN} = (GW2 \cdot y_{BN1} + y_{BN2}) / (g_2)$$

donde

$$y_{BF1} = 4 - 4 \cdot G_F / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_F < 33$$

y

$$y_{BF1} = 0 - 4 \cdot (G_F - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_F \leq 100$$

$$y_{BN1} = -20 + 2 \cdot G_N / 33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_N < 33$$

y

$$y_{BN1} = -18 + 5 \cdot (G_N - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_N \leq 100$$

$$y_{BF2} = y_{BN1} + y_p$$

$$y_{BN2} = y_{BF1} - y_p$$

$$y_p = 13 - 5 \cdot G_P / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_P < 33$$

$$y_p = -18 + 2 \cdot (G_P - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_P \leq 100$$

donde:

10 los coeficientes GW 1 y GW 2 tienen valores comprendidos entre 1 y 2 y donde

G_F es la ponderación de la zona de lejos;

G_N es la ponderación de la zona de cerca; y

G_P es la ponderación de la zona intermedia y/o de progresión

$$g_1 = 1 + GW1$$

$$g_2 = 1 + GW2$$

15 De preferencia los datos individuales del usuario comprenden parámetros individuales de los ojos del usuario y/o de la disposición de la gafa delante de los ojos del usuario. En particular, los parámetros individuales de los ojos del usuario y/o la disposición de la gafa delante de los ojos del usuario comprenden la distancia pupilar, la distancia cómea-vértice, la inclinación longitudinal, el ángulo de inclinación de la montura, etc.

20 La posición espacial, en particular la distancia vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca respecto del punto de centrado depende en particular de la inclinación longitudinal y de la distancia cómea-vértice. El valor estándar o el valor en el que se basa un diseño estándar o básico es por ejemplo para la inclinación longitudinal 9 grados y para la distancia cómea-vértice 13 mm. Si los valores reales (HSA y la inclinación longitudinal) difieren de estos, se ajusta en consonancia la posición vertical de los puntos de referencia, según la invención, para evitar por ejemplo elongaciones visuales extremadamente elevadas en la visión de cerca con valores HSA pequeños.

Esto se puede realizar por ejemplo con la siguiente fórmula:

$$25 \quad y_{Bneu} = y_{Balt} \cdot (HSA + 13,5 \text{ mm}) / 26,5 \text{ mm} \cdot \text{Coseno (inclinación longitudinal)} / \text{Coseno (9 grados)},$$

donde:

y_{Bneu} designa la nueva posición vertical del punto de referencia de lejos y de cerca

y_{Balt} la posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca según el diseño estándar.

Además, los datos individuales del usuario comprenden de preferencia datos relativos a

- 30
- la distancia individual del objeto para lejos y/o la distancia individual del objeto para cerca, y/o
 - la distancia individual del objeto para lejos al determinar la refracción y/o la distancia individual del objeto para cerca al determinar la refracción.

Los datos individuales del usuario comprenden de preferencia

- 35
- datos relativos a una gafa utilizada hasta entonces; y/o
 - datos relativos a los deseos de mejora respecto de la gafa utilizada hasta ahora.

Además, los datos individuales del usuario comprenden de preferencia

- datos relativos a la dirección principal, individual, de la mirada para lejos y para cerca; y/o
- datos relativos a la postura individual de la cabeza y el cuerpo; y/o
- parámetros fisiológicos, en particular del ojo del usuario; y/o
- 5 - preferencias y/o una ponderación de la importancia de las características de adaptación respecto de las características estéticas del cristal para gafa.

Según otra forma preferida de realización del procedimiento según la invención, los datos individuales del usuario comprenden datos en por lo menos dos categorías diferentes de los datos individuales y la obtención de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca comprende las siguientes etapas

- 10 - determinación de una posición ideal del punto de referencia de lejos y/o del punto de referencia de cerca para cada una de las categorías sobre la base de los datos individuales del usuario de la gafa y de la categoría correspondiente;
- cálculo de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca con la ayuda de las posiciones ideales determinadas del punto de referencia de lejos y de cerca en las categorías correspondientes.

15 De preferencia la posición del punto de referencia de lejos y/o del punto de referencia de cerca se calcula según la fórmula:

$$y_{DF,DN} = \sum_{i=1}^N g_i y_{DF,DN}^i$$

$$\sum_{i=1}^N g_i = 1$$

donde:

g_i es la ponderación de i^{a} categoría;

20 $y_{DF,DN}^i$ es la posición ideal del punto de referencia de lejos DF y/o punto de referencia de cerca DN para la i^{a} categoría; y

N es el número de categorías diferentes

De preferencia el procedimiento según la invención comprende además las etapas

- cálculo de un diseño individual para cristal de gafa, que presenta que el punto de referencia de lejos y/o de cerca definido individualmente;
- 25 - visualización del diseño individual calculado para el cristal de gafa y de la posición espacial del punto de referencia individual de lejos y/o de cerca.

Según la invención se ofrece además un producto de programa informático, así como un soporte de datos con un programa informático incorporado, donde el programa informático está concebido de forma que una vez cargado y ejecutado sobre un ordenador pueda realizar el procedimiento según la invención para definir y/o determinar la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y/o de cerca de un cristal progresivo para gafa.

Según la invención se ofrece además un dispositivo para determinar la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y de cerca de un cristal progresivo para gafa que comprende:

- dispositivo para la obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- 35 - dispositivo de cálculo y/u optimización concebidos para ejecutar un método de determinación de la posición espacial del punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa.

Se ofrece además según la invención una interfaz gráfica de usuario para definir y/o determinar y representar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y de cerca de un cristal progresivo para gafa, que comprende

- 40 - por lo menos una parte de introducción de datos individuales, concebida para introducir datos individuales del usuario de la gafa; y
- por lo menos una parte visualizadora concebida para representar la posición espacial del punto de referencia de lejos y de cerca, donde la posición espacial del punto de referencia de lejos y/o de cerca se determina según un procedimiento preferido de la invención, en función de los datos individuales del usuario de la gafa.

De preferencia la parte de visualización está concebida además para representar un diseño individual de cristal para gafa, diseño individual que presenta el punto de referencia de lejos y/o de cerca definido individualmente.

La interfaz gráfica de usuario comprende de preferencia una parte de adaptación concebida para realizar una adaptación de la posición vertical y/o de la posición horizontal del punto de referencia de lejos y/o de cerca y/o una adaptación por lo menos de una parte de los parámetros individuales del usuario de la gafa.

Según la invención se propone además un procedimiento implementado por ordenador para determinar y/o calcular un diseño individual de cristal de gafa para un cristal progresivo para corregir la ametropía de un usuario determinado de gafa, que comprende las siguientes etapas:

- obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- determinación y/o cálculo de la posición espacial de un punto de referencia de lejos y/o de cerca en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa según un procedimiento preferido de la invención;
- cálculo de la posición espacial y/o de la magnitud de una zona de lejos, de cerca y de progresión del diseño para cristal de gafa en función de la posición espacial individual determinada del punto de referencia de lejos y de cerca.

Un diseño de cristal para gafa comprende en particular la distribución espacial de los valores teóricos sobre el cristal para una o varias aberraciones (distorsiones) de la imagen que entran como valores del objetivo en la optimización del cristal para gafa. En particular un diseño de cristal para gafa se caracteriza por la distribución del defecto de refracción (es decir la diferencia entre la distancia focal del cristal para gafa y la distancia focal que se obtiene determinando la refracción) y/o la distribución del defecto astigmático y/o la desviación astigmática (es decir la diferencia entre el astigmatismo del cristal para gafa y el astigmatismo que se obtiene al determinar la refracción). Además un diseño de cristal para gafa puede comprender asimismo la distribución de los valores teóricos para defectos de ampliación, distorsión u otras aberraciones, pudiéndose tratar aquí de valores zonales o de preferencia de valores de uso, es decir valores en posición de uso del cristal para gafa. Además el diseño del cristal para gafa puede comprender un modelo de objeto adecuado. El modelo de objeto puede comprender por ejemplo una función de distancia del objeto, que se define como el alejamiento recíproco del objeto a lo largo de la línea principal. Un ejemplo de modelo de objeto adecuado se define en DIN 58 208 parte 2 (véase figura 6). Asimismo se define en DIN 58 208 parte 2 una posición de uso normalizada.

Un diseño presenta una posición espacial especificada del punto de referencia de lejos y/o de cerca cuando en el punto de referencia correspondiente se alcanzan los valores prescritos o necesarios para el usuario de la gafa, para los efectos de la parte de lejos y/o de cerca (que se obtienen por ejemplo al determinar la refracción). Dicho de otro modo, en el punto de referencia de lejos y/o de cerca, las aberraciones asignadas al diseño (en particular desviaciones astigmáticas y defectos de refracción) deben ser lo más pequeñas posible (de preferencia prácticamente igual a cero).

Para generar cristales progresivos con diseños diferentes, es decir con especificaciones teóricas diferentes para las aberraciones (en particular especificaciones teóricas para las distribuciones parcial de la desviación astigmática y/o del defecto de refracción), debidas por ejemplo a posiciones diferentes del punto de referencia de lejos y/o de cerca, es preciso generar las especificaciones teóricas o de diseño diferentes y realizar de este modo la optimización. El cálculo de un diseño individual de cristal para gafa en el sentido de la presente solicitud comprende por consiguiente el cálculo de las especificaciones teóricas para las aberraciones correspondientes que se asignan al diseño de cristal para gafa individual, en particular las especificaciones teóricas para la desviación astigmática y/o el defecto de refracción.

Un diseño de cristal progresivo para gafa comprende por lo general una zona de lejos, una zona de cerca y una intermedia o de progresión. La línea de isoastigmatismo 0,5-Dpt se utiliza por lo general para delimitar las zonas visuales individuales respecto de la periferia. Es sin embargo posible utilizar otras líneas de isoastigmatismo como por ejemplo la línea de isoastigmatismo 0,75 o 1,0 dpt para delimitar las zonas visuales. Las zonas visuales comprenden por lo tanto la superficie entre la línea de isoastigmatismo temporal y la nasal, de preferencia entre la línea de isoastigmatismo nasal y temporal 0,5 dpt. En sentido horizontal, las zonas visuales son delimitadas cada vez por la línea de isoastigmatismo nasal y temporal (por ejemplo línea de isoastigmatismo 0,5 dpt) respecto de la periferia.

La línea horizontal ($x, y = y_{FP}$), que discurre por el punto (x_{FP}, y_{FP}) por la línea principal en el que se alcanza un incremento de la distancia focal de 15% de la adición puede servir por ejemplo para delimitar la zona de progresión de la zona de lejos en sentido vertical. Todos los puntos sobre la línea horizontal o por encima de la misma ($x, y = y_{FP}$), que presentan un astigmatismo teórico $\leq 0,5$ dpt, se pueden asignar a la zona de lejos.

La línea horizontal ($x, y = y_{NP}$), que discurre por el punto (x_{NP}, y_{NP}) por la línea principal en donde se alcanza un incremento del poder refringente del 85% de la adición puede servir para delimitar la zona de progresión de la zona de cerca en sentido vertical. Todos los puntos sobre y por encima de la línea horizontal ($x, y = y_{NP}$) que presentan un astigmatismo teórico $\leq 0,5$ dpt pueden asignarse por lo tanto a la zona de cerca.

Se asigna a la zona de progresión todos los puntos (x, y) entre las dos líneas horizontales ($x, y = y_{FP}$) y ($x, y = y_{NP}$) que presentan un astigmatismo teórico $\leq 0,5$ dpt. Como es natural, las zonas visuales pueden delimitarse entre sí horizontalmente, o de otra forma adecuada.

El aumento del poder refringente en un punto sobre la línea principal es la diferencia entre el poder refringente en este punto y el poder refringente en el punto de referencia de lejos. La adición se define como la diferencia entre los poderes refringentes teóricos en la zona de lejos y de cerca.

El sistema de coordenadas se refiere de preferencia al sistema de coordenadas definido más arriba.

5 El cálculo de un diseño de cristal para gafa comprende por lo tanto en particular la determinación de la posición espacial (en particular la posición vertical y/o la horizontal) así como eventualmente la magnitud de las zonas visuales del cristal para gafa (es decir la zona de cerca, de lejos e intermedia o de progresión) en función de la posición espacial, obtenida individualmente, del punto de referencia de lejos y de cerca. La magnitud de las zonas visuales se calcula de preferencia automáticamente a partir de las especificaciones para la posición espacial del punto de referencia de lejos.

Aquí se entiende por magnitud de la zona visual correspondiente, en particular la superficie de la zona visual. Se entiende por posición espacial de la zona visual en particular el centro de gravedad superficial/zonal de la zona visual.

15 El diseño del cristal de gafa variable en función de la posición variable del punto de referencia individual de lejos y/o de cerca se puede calcular cada vez de nuevo para cada posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca. Alternativamente, para cada combinación de las posiciones de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca, de preferencia teniendo en cuenta parámetros individuales de los ojos del usuario y/o las situaciones de uso individuales se pueden calcular previamente diseños individuales de cristales para gafa y guardarlos por ejemplo en un banco de datos. No obstante, el cálculo del diseño individual de cristal para gafa con posición variable del punto de referencia de lejos y/o de cerca se realiza de preferencia mediante una transformación del diseño básico o inicial especificado.

Un procedimiento para el cálculo de un diseño individual por medio de una transformación de un diseño básico o de partida especificado se describe por ejemplo en la solicitud alemana de patente DE 10 2007 003 849.

25 De preferencia el diseño de cristal para gafa se calcula mediante una transformación (por ejemplo una extensión o aplastamiento adecuado) de un diseño básico o de partida especificado, donde la transformación es una función de la posición espacial vertical y/o horizontal del punto de referencia definido de lejos y/o de cerca.

30 Por ejemplo, las especificaciones teóricas $S(y)$ para la distribución espacial de por lo menos una aberración (del defecto astigmático) del cristal individual para gafa se pueden calcular mediante una asignación $S(y') = S'(y')$ y una transformación $Y: y \rightarrow y', y \rightarrow y' (y) = y - \Delta y (y)$ de una especificación teórica correspondiente $S'(y')$ del diseño básico o de partida donde y' presenta la coordenada vertical de la especificación teórica del diseño de partida e y la coordenada vertical de la especificación teórica transformada del diseño individual de cristal para gafa.

35 La dirección vertical se refiere de preferencia a la dirección vertical en dirección de uso del cristal para gafa, donde el cristal para gafa está dispuesto por ejemplo en una posición de uso media (como se define por ejemplo en DIN 58 208 parte 2) o en una posición de uso individual. De preferencia, el cristal para gafa está dispuesto en una posición de uso individual. El sistema de coordenadas es de preferencia el sistema de coordenadas definida anteriormente. Como es natural, es posible definir la transformación en otro sistema de coordenadas adecuado.

En el caso más simple, la transformación Y puede ser de la forma $\Delta y (y) = y_0$, donde y_0 es una constante.

40 Si la extensión o el aplastamiento y el desplazamiento es controlado por ejemplo mediante una función afín de forma $\Delta y (y) = \alpha y + y_0$, entonces todas las zonas en la parte de lejos y de cerca así como en la zona de progresión se ven igualmente afectadas por el cambio. Muchas veces sin embargo resulta preferible obtener determinadas características de la parte de lejos o de cerca y modificar únicamente la longitud de las ondas de progresión. De preferencia se elige entonces una función $\Delta y (y)$ que presenta determinadas características, como por ejemplo que en la zona de progresión discurre de forma más pronunciada que en la zona de cerca o de lejos y en general es una función de la forma $\Delta y (y) = f y + y_0$. Un valor positivo de la derivada $f'(y)$ corresponde a una extensión local y un valor negativo a un aplastamiento local.

45 De preferencia $f(y)$ es una función monótona y también de preferencia $|f(y)|$ es más alta en la zona de progresión que en la zona de cerca o de lejos de modo que ésta se ve afectada más intensamente por la extensión o el aplastamiento. De preferencia, la transformación Y depende de la diferencia entre la posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca del diseño individual del cristal para gafa y la diferencia de la posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca del diseño de partida.

Para la función $f(y)$ existen varias posibilidades de parametrización.

Como ejemplos de funciones adecuadas se pueden citar:

a) $f(y) = \alpha y$, donde α es una constante;

b) Asintota doble con coeficientes de transformación a, b, c, m, d :

$$f(y) = b + \frac{a}{(1 + e^{c(y+d)})^m}$$

c) Sigmoide $f(y) = \frac{a}{(1+e^{c(y+d)})}$ (caso especial de la asíntota doble)

d) Cumulativa de Gauss con coeficiente de transformación a, b, c :

$$f(y) = \frac{a}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \left(\frac{y-b}{\sqrt{2}c} \right) \right)$$

d) Cumulativa de Lorentz con coeficiente de transformación a, b, c :

$$f(y) = \frac{a}{\pi} \left(\arctan \frac{y-b}{c} \right) + \frac{\pi}{2}$$

f) Función SDS cumulativa con coeficiente de transformación a, b, c, d :

$$f(y) = \frac{a}{2c} \left(2d \ln \left(\exp \left(\frac{2y+c}{2d} \right) + \exp \left(\frac{b}{d} \right) \right) \right) - 2d \ln \left(\exp \left(\frac{y}{d} \right) + \exp \left(\frac{2b+c}{2d} \right) \right) + c$$

5 g) Función logística dosis-respuesta con coeficientes de transformación a, b, c

$$f(y) = a l \left(1 + \left(\frac{y}{b} \right)^c \right)$$

h) Función log-normal cumulativa con coeficiente de transformación a, b, c :

$$f(y) = \frac{a}{2} \operatorname{erfc} \left(-\ln \left(\frac{y}{b} \right) / \sqrt{2}c \right)$$

Además la obtención o cálculo de un diseño individual de cristal para gafa y en particular el cálculo de la posición y/o de la magnitud de una zona de lejos, de cerca y de progresión del diseño de cristal para gafa se realiza de preferencia teniendo en cuenta uno o varios de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa. Los datos individuales del usuario que se tienen en cuenta al calcular el diseño individual de cristal para gafa comprenden en particular uno o varios de los datos o conjuntos de datos anteriores (por ejemplo datos de refracción o parámetro de efecto; distancia pupilar, distancia córnea vértice (HSA), inclinación longitudinal (VN), ángulo de inclinación de la montura (FSW), datos de la montura, datos de centrado (como por ejemplo vuelco del cristal para gafa delante del ojo y PD corregido para esmerilar, es decir CorPD), etc.

Se presenta además según la invención un producto de programa informático, así como un soporte de datos que incluye el programa informático, el cual está concebido cuando se ha cargado y se ejecuta sobre un ordenador para realizar el procedimiento según la invención de definición o cálculo de un diseño individual para gafa de cristal progresivo.

Según la invención se propone además un dispositivo para determinar y/o calcular un diseño individual de cristal de gafa para un cristal progresivo para corregir la ametropía de un usuario determinado de gafa, que comprende

- dispositivo para la obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- dispositivo de cálculo y/u optimización para calcular la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales del usuario de la gafa, según el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 8;
- dispositivo de cálculo y/u optimización para calcular la posición espacial y/o la magnitud de una zona de lejos, cerca y de progresión del diseño del cristal de la gafa en función de la posición espacial individual calculada del punto de referencia de lejos y de cerca.

Además, según la invención se propone una interfaz gráfica de usuario para definir y/o determinar y representar un diseño individual para un cristal progresivo para gafa, que comprende:

- por lo menos una parte para la introducción de datos individuales, concebida para introducir datos individuales del usuario de la gafa; y
- por lo menos una parte visualizadora concebida para representar el diseño individual del cristal para gafa, donde el diseño individual del cristal de gafa se calcula y/o determina según un procedimiento como el de la reivindicación 12.

Se presenta además un procedimiento según el cual, con la ayuda de datos relativos a las distancias del objeto lejos y cerca, en la determinación de la refracción, y datos relativos a las distancias individuales del objeto se procede a una adaptación de los valores encargados o de los valores de uso. Esto se puede realizar por ejemplo con el siguiente cálculo:

$$\text{Lejos: } \text{sphF}_K = \text{sphF}_R + \text{OF}_R - \text{OF}_G$$

$$\text{Cerca: } \text{sphN}_K = \text{sphN}_R + \text{ON}_R - \text{ON}_G$$

$$\text{Add}_K = \text{sphN}_K - \text{sphF}_K$$

donde:

sphF_R, sphN_R: valores esféricos lejos y/o cerca de la determinación de refracción;
 sphF_K, sphN_K: valores esféricos corregidos lejos y/o cerca;
 Add_K: adición corregida;
 5 OF_R, ON_R: valores inversos de las distancias del objeto (provistos de signo) lejos y/o cerca de la determinación de refracción;
 OF_G, ON_G: valores inversos de las distancias del objeto (provistos de signo) lejos y cerca en la situación real de uso.

Las distancias individuales del objeto comprenden en particular la distancia de trabajo en la lectura (trabajo de cerca), distancia de trabajo de lejos; y/o datos relativos a las distancias del objeto en la determinación de refracción: lejos y cerca.

Las indicaciones de las distancias del objeto lejos y cerca se tienen en cuenta en el cálculo y en la optimización. De este modo se puede simular mejor el camino óptico que corresponde a la situación de uso real y por consiguiente mejorar la calidad de la imagen.

Un procedimiento para la fabricación de un cristal individual progresivo de gafa con una posición vertical ajustable del punto de referencia de lejos y/o de cerca comprende las siguientes etapas:

- obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- obtención y cálculo de la posición individual vertical y/o horizontal del punto de referencia de cerca y/o de lejos en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa;
- cálculo de un diseño individual de cristal de gafa, donde el cálculo de la posición espacial y/o la magnitud de una zona de lejos, cerca y/o de progresión del diseño del cristal de gafa depende de la posición espacial individual obtenida del punto de referencia de lejos y/o de cerca;
- cálculo y/u optimización del cristal de gafa según el diseño individual del cristal de gafa.

De preferencia el cálculo y optimización del cristal de gafa se realiza teniendo por lo menos en cuenta una parte, de preferencia sin embargo teniendo en cuenta todos los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa.

Según se expone más arriba, el cálculo de un diseño individual de cristal de gafa, la generación o cálculo de las especificaciones teóricas para la distribución espacial de por lo menos una aberración del cristal de gafa (en particular especificaciones teóricas para la distribución espacial de la desviación astigmática y/o del defecto de refracción), donde en el punto de referencia de lejos y/o de cerca calculado individualmente las aberraciones asignadas al diseño son lo más pequeñas posible, de preferencia prácticamente igual a cero.

El cálculo y/o la optimización del cristal de gafa según el diseño individual del cristal se realiza de preferencia minimizando una función de rendimiento/objetivo en la cual las especificaciones teóricas calculadas individualmente, asignadas al diseño corresponden a por lo menos una aberración.

De preferencia el cálculo y/u optimización del cristal para gafa se realiza minimizando una función de rendimiento de la forma:

$$F(\vec{x}) = \sum_{i=1}^m [g_{i,s} (S_i - S_{i, \text{Soll}})^2 + \dots],$$

donde:

$S_{i, \text{Soll}}$ es el valor teórico de por lo menos una aberración en el punto i de valoración;
 S_i es el valor real de la aberración en el punto i de valoración;
 $g_{i,s}$ es la ponderación local de la aberración en el punto i de valoración.

De preferencia la optimización del cristal progresivo para gafa se realiza minimizando una función de rendimiento de la forma:

$$F(\vec{x}) = \sum_{i=1}^m [g_{i,\Delta R} (\Delta R_i - \Delta R_{i, \text{Soll}})^2 + g_{i,Ast} (Ast_i - Ast_{i,\text{Soll}})^2 + \dots],$$

donde:

$\Delta R_{i, \text{Soll}}$ es el valor teórico del defecto local de refracción en el punto de valoración i ;
 ΔR_i es el valor real del defecto de refracción local en el punto de valoración i ;
 $Ast_{i, \text{Soll}}$ es el valor teórico de la desviación astigmática local o del defecto astigmático local en el punto de valoración i ;
 Ast_i es el valor real de la desviación astigmática local en la posición de valoración i ;
 $g_{i,\Delta R}$ es la ponderación local del defecto de refracción en el punto de valoración i ;
 $g_{i,Ast}$ es la ponderación local de la desviación astigmática en el punto de valoración i .

De preferencia el cálculo o la optimización del cristal para gafa se realiza además teniendo en cuenta datos individuales del usuario de la gafa. Una forma preferida es el cálculo o la optimización online del cristal para gafa.

Además el procedimiento de fabricación comprende:

- obtención de datos superficiales del cristal para gafa calculado y/u optimizado; y
- fabricación del cristal para gafa según los datos superficiales del cristal para gafas aportados.

La fabricación y/o elaboración se puede realizar utilizando máquinas CNC con control numérico, un procedimiento de colada, una combinación de los dos procedimientos u otro procedimiento adecuado.

Además se propone, según la invención, un dispositivo para la fabricación de un cristal progresivo individual de gafa con una posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca ajustable, que comprende:

- 5 - dispositivos de cálculo de diseño concebidos para realizar un procedimiento preferido según la invención, para el cálculo de un diseño de cristal individual para gafa;
- dispositivos de optimización y/o cálculo concebidos para proceder al cálculo y/a la optimización del cristal para gafa según el diseño de cristal individual para gafa.

En particular, los dispositivos de cálculo de diseño comprenden:

- 10 - dispositivos de registro para registrar datos individuales del usuario de la gafa;
- dispositivos de cálculo y/u optimización para el cálculo de la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y/o de cerca en función de los datos individuales del usuario de la gafa según el procedimiento de la invención para calcular la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y/o de cerca;
- 15 - dispositivos de cálculo y/u optimización para el cálculo de la posición espacial y/o de la magnitud de una zona de lejos, de cerca y/o progresiva del diseño de cristal para gafa en función de la posición espacial individual calculada del punto de referencia de lejos y/o de cerca.

Además, el dispositivo para la fabricación de un cristal individual para gafa con posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca ajustable comprende de preferencia unos dispositivos de elaboración para proceder al acabado del cristal para gafa. Los dispositivos de elaboración pueden comprender por ejemplo máquinas CNC, de control numérico para la elaboración directa de una lente en bruto según las especificaciones individuales de optimización. De preferencia, el cristal para gafa terminado presenta una superficie esférica simple o una superficie asférica de simetría de rotación y una superficie progresiva de forma libre asférica/atórica individual optimizada según las especificaciones individuales de diseño calculadas según la invención, así como los parámetros individuales del usuario de la gafa. De preferencia la superficie esférica o asférica de simetría de rotación es la superficie delantera (es decir la superficie del lado del objeto) del cristal de la gafa. No obstante, también es posible, como es natural, disponer la superficie optimizada individualmente sobre la superficie delantera del cristal de la gafa. También es posible que las dos superficies del cristal para gafa sean superficies progresivas optimizadas individualmente.

- 30 De preferencia, el dispositivo para la fabricación de un cristal progresivo individual para gafa comprende además unos medios de registro para registrar datos individuales del usuario de la gafa, que comprenden en particular datos relativos al efecto dióptrico individual del cristal para gafa necesario para el usuario de la misma.

Los procedimientos y dispositivos según la invención para determinar la posición individual del punto de referencia de lejos y/o de cerca y para obtener y/o calcular un diseño individual de cristal para gafa con posiciones variables y ajustables de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca se caracterizan particularmente por el hecho de que, además de un ajuste automático al parámetro de efecto individual es posible un ajuste individual de la posición de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca y un ajuste correspondiente de la posición y magnitud de la zona visual. Además, también es posible realizar un ajuste automático del diseño con la montura individual del cristal para gafa teniendo en cuenta la forma de la montura así como los parámetros individuales (distancia pupilar, distancia córnea-vértice, inclinación longitudinal, ángulo de inclinación de la montura, etc.). De este modo se garantiza siempre una inclinación fisiológica de la mirada óptima. Es posible además tener en cuenta la distancia individual de cerca así como elegir libremente la curva básica, lo cual resulta particularmente ventajoso en el caso de monturas modernas muy combadas. Se puede tener también en cuenta un descentrado individual delantero. Adaptando de forma óptima el diseño o el cristal para gafa a las necesidades y/o a los datos individuales del usuario de la gafa disminuyen considerablemente las soluciones intermedias.

Los procedimientos y dispositivos según la invención para determinar la posición individual de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca y para obtener y/o calcular un diseño individual de cristal para gafa con posiciones variables y ajustables de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca permiten por lo tanto generar diseños individuales para cristales de gafa o fabricar cristales de gafa individuales con zonas visuales orientadas a las necesidades y del mayor tamaño posible. Esto supone para el usuario de la gafa unas ventajas importantes así como una descarga de los ojos y las cervicales y una disminución del estrés visual y del cansancio ocular, así como una comodidad de uso y de visión óptima.

En las figuras siguientes se describe, a modo de ejemplo, formas de realización preferidas de la invención.

Éstas muestran:

- 55 la Fig. 1 muestra un diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para obtener la posición individual del punto de referencia de lejos y/o de cerca y para obtener un diseño individual de cristal para gafa;
- la Fig. 2 muestra un ejemplo de una máscara o interfaz gráfica de usuario para introducir parámetros individuales del cliente;
- la Fig. 3 es un ejemplo de interfaz gráfica de usuario para la representación de los resultados;
- 60 la Fig. 4 es un ejemplo de una interfaz gráfica de usuario para representar los resultados.

La Fig. 1 muestra un diagrama de flujo esquemático de un ejemplo de procedimiento para obtener la posición individual del punto de referencia de lejos y de cerca y para obtener un diseño individual de cristal para gafa con la posición del punto de referencia de lejos y de cerca.

5 En una primera etapa (etapa **S1**) se registran datos individuales del usuario de la gafa. El registro de los datos individuales del usuario de la gafa se realiza utilizando interfaces gráficas de usuario adecuadas (GUI) que permiten la introducción y eventualmente la modificación de los datos individuales introducidos del usuario de la gafa.

La posición espacial del punto de referencia de lejos y/o de cerca óptima para un usuario determinado en una situación de uso determinada se calcula a la vista de los datos individuales registrados (etapa **S2**).

10 En otra etapa (etapa **S3**) se calcula un diseño de cristal progresivo o una propuesta para un diseño de cristal progresivo con las posiciones óptimas del punto de referencia de lejos y de cerca obtenidas en la etapa **S2**. Esta propuesta de diseño se visualiza por medio de interfaces gráficas de usuario adecuadas, lo cual permite al usuario cambiar de forma activa el diseño modificando la posición individual del punto de referencia de lejos y/o de cerca y/o cambiando los datos individuales del cliente (en particular las preferencias en cuanto a zonas visuales, datos de la montura, etc.).

15 De preferencia, el diseño de cristal para gafa con las posiciones individuales del punto de referencia de lejos y de cerca determinables libremente y obtenidas con los datos individuales del cliente deriva de un diseño de cristal para gafa existente con una posición espacial de los puntos de referencia de lejos y de cerca existente, manteniendo la característica del diseño. La posición vertical y la longitud de la zona de progresión de la superficie progresiva se ajusta entonces automáticamente a la situación individual del usuario.

20 Los datos individuales registrados del usuario de la gafa comprenden de preferencia datos individuales de refracción **12** (esfera, cilindro, posición axial, adición, prisma y base); datos individuales de montura y centrado **14** (altura del cristal y de centrado, forma de la montura, distancia entre los cristales AZG); parámetros de individualización o parámetros individuales **16** de los ojos del usuario de la gafa y/o situación o posición individual de uso del cristal delante de los ojos del usuario (en particular distancia pupilar PD, distancia córnea-vértice HSA, inclinación longitudinal VN, ángulo de inclinación de la montura FSW, etc.); datos **18** relativos a las preferencias individuales o ponderaciones de las zonas visuales, así como otros datos individuales.

25 Los parámetros individuales de los ojos del usuario y/o de la situación o posición individual de uso (distancia pupilar, distancia córnea-vértice, inclinación longitudinal, ángulo de inclinación de la montura, etc.) se pueden obtener por ejemplo de forma automática utilizando un dispositivo de medida 3-D adecuado, como por ejemplo dispositivo de Vídeo-centrado 3-D ImpressionIST de la firma Rodenstock GmbH. Alternativamente los parámetros individuales se pueden obtener con las herramientas de medida usuales.

Los parámetros individuales pueden variar por ejemplo dentro de los siguientes límites:

35 Distancia pupilar (PD) de 30 a 80 mm
 Distancia córnea-vértice (HSA) de 3 a 50 mm
 Inclinación longitudinal (VN) de -10 a +20 grados
 Ángulo de inclinación de la montura (FSW) de -10 a +35 grados

40 Los datos de la montura y de centrado pueden ser facilitados por el usuario (por ejemplo un óptico o un optómetro) registrarse automáticamente mediante un trazador o recuperándose por ejemplo de un banco de datos. Los datos de centrado pueden pasar también directamente a un sistema de vídeo centrado 3-D (por ejemplo sistema de vídeo centrado 3-D ImpressionIST de la firma Rodenstock GmbH).

Los datos individuales registrados del usuario se tienen en cuenta al calcular y/u optimizar las posiciones espaciales, en particular la posición vertical y/o horizontal del punto de referencia de lejos y/o de cerca, como se explica a continuación de forma detallada. Además, los datos individuales registrados del usuario se tienen en cuenta al calcular y optimizar el cristal para gafa.

45 En una cuarta etapa (etapa **S4**) se optimiza o calcula un cristal para gafa individual para gafa, en el que la optimización se realiza teniendo por lo menos en cuenta una parte de los datos individuales registrados, en particular datos relativos a los parámetros individuales del usuario de la gafa y de la posición de uso individual (ángulo de inclinación de la montura, inclinación longitudinal, distancia pupilar, distancia córnea-vértice, etc.).

50 La fabricación del cristal para gafa calculado individualmente se realiza por ejemplo utilizando máquinas de precisión, de preferencia máquinas lijadoras y esmeriladoras CNC (etapa **S5**).

La Fig. 2 muestra una interfaz gráfica de usuario para introducir parámetros individuales del cliente.

En la Fig. 2 se muestra un ejemplo de interfaz gráfica de usuario **20** para introducir datos individuales (valores del pedido) del usuario de la gafa. Los datos individuales se pueden introducir directamente en los campos o partes de introducción correspondientes de la máscara o de la interfaz gráfica del usuario o tomarse por ejemplo de un banco de datos. Los campos en gris son calculados automáticamente por el programa o provistos de datos.

La interfaz gráfica de usuario **20** que se muestra en la Fig. 2 contiene

- una parte "valores del pedido" (parte 22) que comprende campos de introducción para introducir datos individuales de refracción como esfera "Sph", cilindro "Cyl", eje, prisma, base);
- una parte "parámetros individuales" (parte 24) que comprende unos campos para introducir parámetros individuales de los ojos del usuario de la gafa y/o de la posición individual de uso (distancia pupilar "PD", distancia córnea-vértice "HSA", inclinación longitudinal "VN", ángulo de inclinación de la montura "FSW");
- una parte "datos de la montura y de centrado" (parte 26) que comprende unos campos para introducir datos de la montura y de centrado (altura de esmerilado, longitud del cristal, altura del cristal, distancia entre los cristales "AzG" o "AZG"), así como eventualmente una parte (parte 27) para indicar el centrado de la gafa ajustado a la dimensión de la caja.

Los datos de la montura se pueden introducir en los campos de introducción correspondientes. Estos valores pueden registrarse automáticamente cuando la montura se elige por ejemplo mediante un trazador o a partir de una relación de monturas. Con una función "adaptar a la dimensión de la caja" se puede adaptar la montura a los datos eventualmente modificados de la misma.

En la parte "datos de montura y de centrado" se puede elegir además una montura a partir de una base de datos por ejemplo en el caso de que anteriormente no se ha medido ninguna montura con un trazador. En particular, la montura se puede elegir en una relación que se abre en una ventana Pop-up. Los datos relativos a la forma y a la montura se visualizan también preferentemente. La elección puede hacerse confirmando. Se puede elegir también una montura aproximada a partir de cierto número de formas de montura diferentes ("formas aproximadas"). Aquí se puede abrir por ejemplo otra ventana Pop-up en la que se puede elegir la montura a partir de una selección de formas habituales.

La interfaz gráfica de usuario 20 que se muestra en la Fig. 2 obtiene además:

- unas partes o campos para introducir más información, como por ejemplo recubrimiento (véase parte 28 en la Fig. 2), color (véase parte 30 en la Fig. 2); así como
- una parte o campo de introducción "curva básica" (parte 34) en la cual se puede inscribir la curva básica que mejor se ajusta a la montura elegida.

Como se ha indicado anteriormente, la posición espacial óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca para cierto usuario de gafa en una determinada situación de uso se puede calcular con la ayuda de los datos individuales registrados (parte S2 en la Fig. 1). El cálculo de la posición espacial óptima de los puntos de referencia y/o de diseño según el procedimiento de la invención o mediante el programa informático según la invención se detalla en lo que sigue con algunos ejemplos.

La altura vertical del punto de referencia de lejos se puede determinar de forma flexible, de preferencia en una zona de +4 a -4 mm respecto del punto de centrado o de ajuste definido para este cristal por el fabricante en función de los datos individuales del usuario de la gafa. El punto de referencia de cerca puede definirse de forma flexible entre 13 y 20 mm verticalmente por debajo del punto de centrado o de ajuste. De esta forma se obtiene una longitud de progresión que se puede elegir de forma flexible, de preferencia entre un mínimo de 13 mm y un máximo de 24 mm. De preferencia, el punto de referencia de lejos y de cerca se puede definir libremente en etapas de 0,1 mm dentro de una zona permitida.

De preferencia se realiza, sobre la base de los datos de ajuste de centrado un cálculo de límites para la posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca. De esta forma se garantiza que el punto de referencia de lejos y de cerca se encuentra dentro de la montura. De preferencia, la distancia vertical mínima del borde inferior de la montura respecto del punto de referencia de cerca es de 2 mm. El punto de referencia de lejos presenta preferentemente como mínimo una distancia vertical de 6 mm, de preferencia 8 mm del borde superior de la montura. Con las distancias mínimas permitidas del punto de referencia de lejos y de cerca respecto del borde superior o del borde inferior de la montura se puede calcular la máxima longitud de progresión permitida. La longitud de progresión se define aquí como la distancia vertical entre el punto de referencia de lejos y el de cerca.

Además, sobre la base de los datos de la montura y de centrado se calcula una posición ideal del punto de referencia de lejos y de cerca respecto de los datos de la montura y de centrado. De preferencia, la distancia vertical ideal del borde inferior de la montura al punto de referencia de cerca es de por lo menos 5 mm. La distancia vertical ideal del punto de referencia de lejos al borde superior de la montura es de preferencia igual a 12 mm. En el caso de que, como consecuencia de alturas de centrado diferentes se produzcan en la montura posiciones del punto de referencia derecha/izquierda diferentes, estas se ajustarán de preferencia. De esta forma se garantiza que los puntos de referencia siempre se encuentran dentro de la montura y a la misma altura.

A partir de las distancias ideales del punto de referencia de lejos y de cerca respecto del borde de la montura correspondiente se puede calcular la longitud de progresión mínima. El usuario (por ejemplo óptico/optómetra) puede indicar estos valores directamente en el pedido o calcularlos con el programa informático según la invención.

Los parámetros individuales (distancia pupilar PD, distancia córnea-vértice HSA, inclinación longitudinal VN, ángulo de inclinación de la montura FSW, etc.), que se obtienen automáticamente por ejemplo con la ayuda de un dispositivo de medición adecuado 3-D como por ejemplo el dispositivo de vídeo centrado 3-D ImpressionIST de la firma Rodenstock GmbH o alternativamente utilizando herramientas de medición habituales, se tienen en cuenta al calcular y/u optimizar las posiciones espaciales, particularmente la posición vertical y/o horizontal del punto de

referencia de lejos y/o de cerca, como se muestra en lo que sigue de forma detallada.

Los parámetros individuales pueden variar por ejemplo dentro de los límites siguientes:

- Distancia pupilar (PD) de 30 a 80 mm
- Distancia córnea-vértice (HSA) de 3 a 50 mm
- Inclinación longitudinal (VN) de -10 a +20 grados
- Ángulo de inclinación de la montura (FSW) de -10 a +35 grados

La posición espacial, especialmente la distancia vertical del punto de referencia de lejos y de cerca del punto de centrado depende en particular de la inclinación longitudinal y de la distancia córnea-vértice. El valor estándar o sea el valor para un diseño estándar o básico es por ejemplo para la inclinación longitudinal de 9 grados y para la distancia córnea-vértice de 13 mm. Si los valores reales (HSA de inclinación longitudinal) difieren de los anteriores se ajustará adecuadamente, según la invención, la posición vertical de los puntos de referencia para evitar por ejemplo elongaciones extremadamente elevadas de la mirada al mirar de cerca con pequeños valores HSA.

Esto se puede realizar por ejemplo con la siguiente fórmula:

$$y_{\text{Bneu}} = y_{\text{Balt}} * (HSA + 13,5 \text{ mm}) / 26,5 \text{ mm} * \text{Coseno (mitigación longitudinal)} / \text{Coseno (9 grados)},$$

donde:

- y_{Bneu} es la nueva posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca
- y_{Balt} es la posición vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca según el diseño estándar.

Si los valores así calculados se sitúan por fuera del intervalo permitido, calculado a partir de los datos de la montura y de centrado, se modifica la posición de los puntos de referencia hasta que los puntos de referencia se encuentren dentro del intervalo permitido. De preferencia se adaptan entre sí -según se ha descrito anteriormente- las alturas verticales del punto de referencia de lejos y/o de cerca, izquierda/derecha, (es decir para el ojo izquierdo y el derecho).

Los datos individuales del usuario de la gafa comprenden además eventualmente datos relativos al cristal anterior, en particular

- datos relativos al tipo de cristal para gafa (monofocal, bifocal, progresivo) y/o longitud de progresión;
- datos relativos al efecto dióptrico, en particular la adición del cristal anterior.

Además se pueden registrar y valorar también datos relativos al material (plástico/silicato) y/o el índice de refracción del cristal anterior. En el caso de que ya se haya llevado un cristal progresivo los datos relativos al cristal anterior pueden comprender datos relativos al diseño del cristal para gafa (duro/blando) y/o al tipo de cristal progresivo (individual, convencional).

Los datos relativos al tipo de cristal para gafa (monofocal, bifocal, progresivo) y a la longitud de progresión del cristal anterior se pueden tener en cuenta al optimizar la posición espacial del punto de referencia de lejos y de cerca, el efecto óptico, etc.

Además los datos relativos al cristal anterior pueden comprender datos relativos a los deseos de mejora respecto de la gafa anterior, por ejemplo mayor zona visual, mayor zona intermedia, mayor zona de cerca, menor inclinación de la mirada al leer o menor movimiento de balanceo.

A partir de la posición de los puntos de referencia del cristal progresivo anterior y eventualmente de los deseos de mejora existentes se puede calcular por ejemplo una posición individual ideal de los puntos de referencia con respecto al historial. Si por ejemplo la zona de lejos era muy pequeña y/o se deseaba una mejor visión de lejos, se desplaza hacia abajo el punto de referencia de lejos respecto de la posición anterior. Si la zona de cerca era demasiado pequeña y/o la inclinación de la mirada al leer demasiado grande, se desplaza hacia arriba el punto de referencia de cerca. Si la zona intermedia para trabajar, por ejemplo en el ordenador, era demasiado pequeña y/o el movimiento de balanceo demasiado grande, se desplaza hacia arriba el punto de referencia de lejos y hacia abajo el punto de referencia de cerca.

Los datos individuales del usuario de la gafa pueden comprender además datos relativos a las preferencias en las zonas visuales (zona de lejos, de cerca e intermedia o de progresión). La consulta de estos datos puede realizarse por ejemplo utilizando interfaces gráficas de usuario adecuadas. Estos datos entran de preferencia también en el cálculo de la posición óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca.

En particular se puede calcular una posición ideal de los puntos de referencia respecto de las preferencias. Si el cristal para gafa se utiliza por ejemplo de forma principal para la conducción se desplaza hacia abajo el punto de referencia de lejos respecto del valor fisiológico ideal. Si el cristal para gafa se utiliza por ejemplo de forma principal para leer se desplaza hacia arriba el punto de referencia de cerca respecto del valor fisiológico ideal. Si el cristal para gafa se utiliza por ejemplo de forma principal para trabajar en el ordenador se desplaza hacia arriba el punto de referencia de lejos y hacia abajo el punto de referencia de cerca respecto de los valores fisiológicos ideales.

Del mismo modo puede determinarse a partir del cristal para gafa que se utilizaba antes y de los deseos de mejora una posición ideal de los puntos de referencia (punto de referencia de lejos y de cerca) respecto de los deseos de mejora.

Si la zona de lejos era por ejemplo demasiado pequeña y/o se desea una zona de lejos mejorada, se desplaza hacia abajo el punto de referencia de lejos respecto de la posición actual. Si la zona de cerca era demasiado pequeña y/o la inclinación de la mirada al leer demasiado grande, se desplaza hacia arriba el punto de referencia de cerca. Si la zona intermedia para el trabajo en el ordenador por ejemplo es demasiado pequeña y/o el movimiento de balanceo demasiado grande, se desplaza hacia arriba el punto de referencia de lejos y hacia abajo el punto de referencia de cerca.

El óptico/optómetro puede definir él mismo para encargar el cristal una posición individual ideal del punto de referencia de lejos y/o de cerca a la vista de las preferencias registradas respecto de las zonas visuales y eventualmente de los deseos de mejora. De preferencia se calcula sin embargo de forma automática con ayuda de un ordenador la posición ideal a partir de las preferencias registradas y eventualmente de los deseos de mejora. Esto se puede realizar por ejemplo del siguiente modo:

En virtud de las preferencias individuales registradas se pueden asignar a las zonas visuales individuales ponderaciones correspondientes (Preferencia Lejos, Preferencia Cerca, Preferencia Zona Intermedia). Las ponderaciones pueden tener por ejemplo valores comprendidos entre 0 y 100, y la suma de las ponderaciones individuales oscilan entre 0 y 100.

La posición vertical ideal del punto de referencia de lejos y de cerca respecto de las preferencias de campo visual se puede calcular por ejemplo del siguiente modo:

Cuando la ponderación de la zona de lejos (Preferencia Lejos) es inferior a 33, se cumple:

$$Y_{BF} = 4 - 4 * \text{Preferencia Lejos} / 33,33$$

por lo demás

$$Y_{BF} = 0 - 4 * (\text{Preferencia Lejos} - 33,33) / 66,66.$$

Cuando la ponderación de la zona de cerca (Preferencia Cerca) es inferior a 33, se cumple:

$$Y_{BN} = -20 + 2 * \text{Preferencia Cerca} / 33,33$$

por lo demás

$$Y_{BN} = -18 + 5 * (\text{Preferencia Cerca} - 33,33) / 66,66.$$

Cuando la ponderación de la zona intermedia (Preferencia Zona Intermedia) es inferior a 33 se cumple lo siguiente:

$$\text{Longitud de Progresión} = 13 + 5 * \text{Preferencia Zona Intermedia} / 33,33$$

por lo demás

$$\text{Longitud de Progresión} = 18 + 2 * (\text{Preferencia Zona Intermedia} - 33,33) / 66,66.$$

Como los puntos de referencia y la longitud de progresión no son independientes entre sí sino que la longitud de progresión representa la diferencia de posición vertical de los puntos de referencia, se pueden calcular también de preferencia las posiciones verticales de los puntos de referencia a partir de la longitud de progresión:

$$Y_{BF2} = Y_{BN} + \text{Longitud de Progresión}$$

$$Y_{BN2} = Y_{BF} - \text{Longitud de Progresión}$$

Los puntos de referencia definitivos dan como resultado:

$$Y_{BF} = (GW1 * Y_{BF} + Y_{BF2}) / (g_1)$$

$$Y_{BN} = (GW2 * Y_{BN} + Y_{BN2}) / (g_2)$$

$$g_1 = GW1 + 1$$

$$g_2 = GW2 + 1$$

Las ponderaciones GW1 y GW2 tienen de preferencia valores comprendidos entre 1 y 2.

Del mismo modo, a partir de los datos relativos al cristal utilizado hasta ahora y de los datos relativos a los deseos de mejora se puede determinar mediante la adjudicación adecuada de ponderaciones una posición ideal de los puntos de referencia (punto de referencia de lejos y de cerca) respecto de los deseos de mejora.

Además, los datos individuales del usuario pueden comprender datos relativos a la utilización principal (conducción, puesto de trabajo informático, lectura, manualidades, etc.) del cristal progresivo.

A partir de los datos relativos a la utilización principal se puede calcular de forma similar una posición ideal de los puntos de referencia. Si el cristal para gafa por ejemplo se utiliza principalmente para conducir, se desplaza hacia abajo el punto de referencia de lejos respecto del valor fisiológico ideal. Si por ejemplo el cristal para gafa se utiliza principalmente para leer, se desplaza hacia arriba el punto de referencia de cerca respecto del valor fisiológico ideal.

Si el cristal para gafa se utiliza por ejemplo de preferencia para el trabajo con ordenador, se desplaza hacia arriba el punto de referencia de lejos y hacia abajo el punto de referencia de cerca respecto de los valores fisiológicos ideales.

Además los datos individuales del usuario pueden comprender datos relativos a:

- 5
- influencia del medio ambiente (luminosidad del entorno, etc.); y/o
 - dirección principal de la mirada individual lejos y cerca; y/o
 - postura corporal y de la cabeza eventualmente no habitual;
 - parámetros fisiológicos de los ojos del usuario de la gafa, en particular agudeza visual con corrección, ángulo límite estéreo.

- 10 Se pueden prever interfaces gráficas de usuario adecuadas para introducir y eventualmente para corregir estos datos.

Además se pueden registrar datos relativos a la preferencia estética/óptica y sobre la base de estos datos determinar el material del cristal para gafa. En el caso de una ponderación más elevada de la preferencia estética se elige un material muy refringente, muy fino y ligero. Con una ponderación más elevada de la óptica se elige un material con índice Abbe elevado que ofrece buenas propiedades ópticas. Esta elección se puede hacer también en función del efecto.

- 15

Los datos individuales del usuario se registran y analizan y controlan la posición de los puntos de referencia de "lejos" y "cerca".

- 20 Así por ejemplo se puede obtener y/o calcular una posición ideal de los puntos de referencia siempre respecto de los datos de la montura y de centrado, la fisiología y la ergonomía, el historial, las preferencias y eventualmente otros datos individuales relevantes del usuario. En otras palabras se puede obtener una posición ideal de los puntos de referencia (puntos de referencia de lejos y de cerca) cada vez respecto de categorías diferentes (datos de montura y de centrado, fisiología y ergonomía, historial, preferencias, etc.).

- 25 A partir de estos datos se puede definir una solución óptima, por ejemplo mediante la formación de promedios. Las diversas categorías se pueden ponderar de forma diferente. El cálculo de la posición óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca $y_{DF, DN}$ puede calcularse por ejemplo mediante la siguiente fórmula:

$$y_{DF, DN} = \sum_{i=1}^N g_i y_{DF, DN}^i$$

$$\sum_{i=1}^N g_i = 1$$

donde:

- 30
- g_i es la ponderación de la categoría i ;
 - $y_{DF, DN}^i$ es la posición ideal del punto de referencia de lejos (punto de diseño lejos) DF y/o del punto de referencia de cerca (punto de diseño cerca) DN para la categoría i ; y
 - N es el número de categorías diferentes.

- 35 Además los datos individuales del usuario de la gafa pueden comprender datos relativos a las magnitudes ópticas. A la vista de las magnitudes ópticas registradas se puede realizar de preferencia una conversión de la adición, de la distancia de cerca y del parámetro adicional (etapa S6 de la Fig. 1). Los datos relativos a las magnitudes ópticas comprenden en particular datos relativos a las distancias individuales del objeto, como distancia de trabajo al leer (trabajo de cerca), distancia de trabajo lejano y/o datos relativos a las distancias del objeto Lejos y Cerca al determinar la refracción.

- 40 Los datos para las distancias del objeto "Lejos" y "Cerca" cuando se determina la refracción se tienen en cuenta en el cálculo y la optimización. De este modo se puede simular de forma más precisa el camino óptico que corresponde a la situación real de uso y mejorar por lo tanto la calidad de la imagen. Si se conocen las distancias del objeto "Lejos" y "Cerca" de la determinación de la refracción se puede proceder de preferencia a un ajuste de los valores del pedido o de los valores de uso. Esto se puede realizar por ejemplo con el siguiente cálculo:

$$\text{Lejos: } \text{sphF}_K = \text{sphF}_R + \text{OF}_R - \text{OF}_G$$

$$\text{Cerca: } \text{sphN}_K = \text{sphN}_R + \text{ON}_R - \text{ON}_G$$

$$\text{Add}_K = \text{sphN}_K - \text{sphF}_K$$

- 45

donde:

$\text{sphF}_R, \text{sphN}_R$: es el valor esférico lejos y cerca de la determinación de la refracción;
 $\text{sphF}_K, \text{sphN}_K$: son los valores esféricos corregidos lejos y/o cerca;
 Add_K : es la adición corregida;

OF_R, ON_R: son los valores inversos de las distancias del objeto (provistos de signos) lejos y/o cerca de la determinación de refracción (en dpt);
 OF_G, ON_G: son los valores inversos de las distancias del objeto (provistos de signos) lejos y/o cerca en la situación real de uso (en dpt).

- 5 En particular, es posible de este modo tener en cuenta, en el cálculo del cristal, la distancia principal de visión al mirar de cerca en la posición real de uso del cristal.

Cuando la posición individual óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca se obtiene a partir de datos individuales del usuario, se calcula automáticamente un diseño de cristal correspondiente con las posiciones así obtenidas del punto de referencia de cerca y de lejos y eventualmente teniendo en cuenta los parámetros individuales del usuario de la gafa (etapa S3 en la Fig. 1).

- 10 La propuesta de diseño se puede visualizar, para representar el resultado mediante una interfaz gráfica de usuario adecuada **60A** (véase la Fig. 3). Según la elección en los ajustes puede mostrarse además una interfaz gráfica de usuario **60B** (selector de diseño) (véase la Fig. 4) con cuya ayuda, además de representar el resultado, se ofrece al usuario la posibilidad de modificar activamente el diseño cambiando la posición individual del punto de referencia de lejos y/o de cerca y/o cambiando los datos individuales del usuario de la gafa (en particular las preferencias, los datos de la montura, etc.). Además se pueden calcular los datos geométricos correspondientes del cristal (grosor central, grosor del borde, curva básica, peso) y visualizarlos también mediante una interfaz gráfica de usuario adecuada (de preferencia en forma de modelo tridimensional). Las interfaces gráficas de usuario **60A y 60B** se dividen en dos zonas: en la zona superior **62** se representa la información relativa al tema "Ver" y/o "Rendimiento" con el diseño propuesto para un cristal individual de gafa; en la zona inferior **64** información sobre el tema "Aspecto" o "Geometría" del cristal individual o de la gafa.

- En la zona "Aspecto" **64** se pueden visualizar o representar gráficamente en particular propiedades cosméticas o datos relativos a la estética del cristal (por ejemplo peso, datos geométricos como altura de construcción, máximo grosor en el borde, grosor en el centro, curva básica, etc.) de los cristales para gafa con reborde. La visualización de las propiedades cosméticas del cristal para gafa se puede realizar por ejemplo con una representación gráfica tridimensional de un modelo de cristal para gafa **66** con los datos geométricos obtenidos, como se muestra por ejemplo en la Fig. 3 y Fig. 4. Se puede influir en la representación de las propiedades cosméticas del cristal para gafa eligiendo por ejemplo la curva básica y el índice de refracción. La elección puede depender del defecto. La zona "Aspecto" **64** comprende además una parte **70** para indicar valores numéricos respecto del índice de refracción y una parte para indicar la curva básica (parte **72**). Los valores indicados para la curva básica y el índice de refracción están constituidos por la zona de efecto, el diámetro necesario, la curva básica deseada y los datos de refracción. Por esta razón puede haber divergencias respecto de la curva básica deseada introducida en la máscara "Valores del pedido". Por medio de campos de elección adecuados se puede modificar los valores realizables técnicamente para la curva básica y el índice de refracción del cristal. En el caso de que se realicen modificaciones en la especificación de la curva básica, el índice de refracción, etc., se puede volver a calcular, accionando un botón "Actualización" el gráfico y los datos geométricos según los valores modificados. Mediante unos botones adecuados **68** se pueden mostrar vistas de los cristales para gafa con reborde a partir de diversas perspectivas estáticas (montura desde arriba, montura desde delante, desde un lateral, oblicuamente desde arriba). Para ver mejor los detalles se puede representar la imagen ampliada, por ejemplo a través de un botón correspondiente.

- Además de la visualización de las propiedades cosméticas del cristal para gafa se produce además una visualización de las propiedades ópticas del cristal (campos visuales, en particular posición espacial y magnitud de las diversas zonas de visión). La representación de los tamaños de la zona de visión se puede realizar únicamente con los datos prescritos sin tener en cuenta una eventual dependencia del material. Las Fig. 3 y 4 muestran ejemplos de la representación de las propiedades ópticas del cristal para gafas.

- Además se puede prever una visualización del confort de visión (por ejemplo inclinación de la mirada, desplazamiento, visión periférica, distorsiones, etc.).

Además se puede prever una representación adecuada de valores de rendimiento respecto de las zonas de visión, del confort de visión y/o de las propiedades cosméticas o de la estética del cristal individual para gafa. Asimismo se pueden representar valores de rendimiento de propuestas alternativas de diseño.

- 50 La zona "Visión" **62** de las interfaces gráficas de usuario **60A a 60D** se divide por lo tanto básicamente en varias subzonas. En la subzona **74** "Representación binocular de la zona de visión" de la zona **62** se muestra por ejemplo esquemáticamente por medio de una elipse el diseño ideal para el cliente y la montura indicada. Las zonas grises son zonas que presentan distorsiones de la imagen (por ejemplo astigmatismo en posición de uso superior a 0,5 dpt). En la subzona **78** "Perfil de diseño" de la zona **62** se representa una comparación cualitativa de las magnitudes de la zona de visión entre sí, por ejemplo en forma de diagramas (véase Fig. 3 y 4).

Además se puede dar al óptico/optómetra y/o al usuario de la gafa la posibilidad de modificar activamente el diseño de cristal individual así calculado. La modificación se realiza por ejemplo cambiando la posición espacial, en particular la altura vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca. Alternativamente se pueden modificar las ponderaciones de las zonas de visión.

- 60 La modificación o el ajuste de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca y/o de las preferencias

respecto de las zonas de visión, se puede realizar por ejemplo con una interfaz gráfica de usuario adecuada. Un ejemplo de interfaz gráfica de usuario adecuada en forma de regulador deslizante 80 que permite un ajuste de las preferencias respecto de las zonas de visión, se muestra en la Fig. 4.

5 El nuevo diseño de cristal con la posición modificada del punto de referencia de lejos y/o de cerca se calcula y visualiza de preferencia en tiempo real. De preferencia se visualiza también la diferencia y/o la modificación de las propiedades ópticas del nuevo diseño de cristal respecto del antiguo.

En las páginas de descripción adjuntas, que se dan a modo de ejemplo no limitativo, se dan otros ejemplos de realización, ventajas y propiedades de la invención.

10 A continuación los puntos de referencia de lejos y de cerca definibles individualmente se designarán como punto de diseño "Lejos" y/o punto de diseño "Cerca". En particular el punto de referencia o punto de diseño "Lejos" obtenido individualmente corresponde al punto de corrección óptima cuando mira el usuario a lo lejos y corresponde a sus hábitos de visión personales. El punto de referencia de cerca o punto de diseño "Cerca" obtenido individualmente corresponde al punto de corrección óptima para el usuario del cristal de gafa así como a la inclinación de la mirada agradable para él.

15 Figuras:

- la Fig. 5 muestra una máscara o interfaz gráfica de usuario para introducir parámetros individuales de cliente;
- la Fig. 6 es un ejemplo de una máscara o interfaz gráfica de usuario para introducir datos relativos a la gafa actual;
- 20 la Fig. 7 es un ejemplo de máscara o interfaz gráfica de usuario para introducir datos relativos a las preferencias individuales y/o ponderaciones de las zonas de visión;
- la Fig. 8 es una representación esquemática de la posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca de un diseño de cristal para gafa individual;
- la Fig. 9 es un ejemplo de alturas diferentes de la visión de ambos ojos;
- 25 la Fig. 10 es una representación esquemática de la distancia de visión principal cerca (Fig. 10a) y la distancia de refracción cerca (Fig. 10b);
- la Fig. 11 es un ejemplo de interfaz gráfica de usuario para representar el resultado;
- la Fig. 12 es un ejemplo de interfaz gráfica de usuario para representar el resultado y modificar el diseño o realizar el tuning;
- 30 la Fig. 13 es un ejemplo de formulario de pedido;
- la Fig. 14 es una representación esquemática del modelo fisiológico y físico de un cristal para gafa en una posición de uso especificada;
- la Fig. 15 a, b ofrece unas representaciones esquemáticas de las posiciones axiales en un cristal para gafa sin tener en cuenta la regla Listing (Fig. 15a) y teniendo en cuenta la regla de Listing (Fig. 15b);
- 35 las Fig. 16 a, b presentan dos ejemplos de sellados no permanentes de cristales progresivos calculados individualmente;
- la Fig. 17 es un ejemplo de grabado permanente de un cristal progresivo izquierdo optimizado individualmente.
- 40 la Fig. 18 es un ejemplo de bolsa de cristal para un cristal de gafa optimizado individualmente;
- la Fig. 19 muestra la leyenda de los pictogramas utilizados sobre la bolsa de cristal;
- las Fig. 20 a, b son ejemplos del centrado de un cristal individual para gafa (Fig. 20a) o de un cristal estándar (Fig. 20b) ante los ojos del usuario de la gafa;
- 45 las Fig. 21 a-c ofrecen una representación esquemática de la medición de los efectos de un cristal individual para gafa.

50 Los cristales progresivos convencionales (cristales progresivos) suelen poseer una superficie delantera progresiva, mientras que la superficie de receta del lado de ojo se fabrica al recibir el pedido. En la fabricación según el sistema de la curva básica se recurre a un número limitado (por ejemplo 72) de superficies progresivas adaptadas a la ametropía, prefabricadas y por consiguiente estandarizadas. No resultan por supuesto útiles para cualquier efecto por separado, sino para un espectro determinado de la zona de efectos. La optimización de las superficies progresivas se realiza cada vez únicamente para el efecto medio por curva básica o zona de efecto. Si los datos de refracción difieren de los efectos optimizados esto tendrá como consecuencia limitaciones de los campos de visión aprovechables.

55 Ya con pequeñas desviaciones respecto del efecto solicitado en esfera, cilindro, eje o también prisma y base respecto del cálculo en el que se basa la lente en bruto se producen, en el caso de cristales progresivos convencionales, limitaciones en cuanto a la fidelidad respecto del diseño que pueden ocasionar incompatibilidades en el usuario de la gafa. A esto hay que añadir que sólo se toman valores estándar como base para la optimización de cristales progresivos convencionales que no se adecúan muchas veces a la individualidad de los datos del cristal, de la montura y del cliente del usuario de la gafa.

60 En los cristales progresivos de efecto optimizado las desventajas de los cristales convencionales progresivos quedan eliminadas por una superficie de receta atórica o asférica optimizada online individualmente para cada

combinación de efecto. Con la tecnología de forma libre es posible fabricar cristales progresivos de efecto optimizado. Según el know-how relativo al cálculo y a la fabricación se pueden fabricar también cristales individuales progresivos con la tecnología de forma libre.

5 Se conocen también cristales progresivos individuales que se optimizan y calculan teniendo en cuenta la prescripción individual (Sph, Zyl, Eje, Add, Prisma, Base) que la posición individual de los cristales delante del ojo (HSA, FSW, inclinación longitudinal, distancia pupilar).

10 Un segundo grupo de cristales progresivos individuales son los cristales progresivos que se personalizan de otra forma, por ejemplo a partir del comportamiento personal del usuario o de sus preferencias. Los cristales progresivos no tienen sin embargo en cuenta o sólo lo tienen parcialmente, los parámetros individuales. Estos cristales progresivos se basan en un modelo fisionómico estándar que no coincide por lo general con las circunstancias reales y tiene por lo tanto como consecuencia divergencias ópticas y/o pérdidas de rendimiento.

15 En cualquier caso sin embargo hasta la fecha el diseño de un cristal progresivo para gafa estaba bien definido. Con un procedimiento preferido según la invención es posible adaptar el diseño del cristal para gafa individualmente a las necesidades del cliente teniendo en cuenta parámetros individuales del cliente (por ejemplo distancia pupilar (PD), distancia cómea-vértice (HSA), forma de la montura, inclinación longitudinal (VN), ángulo de inclinación de la montura (FSW), posición individual de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca, distancia individual de cerca, etc.).

20 De preferencia en un procedimiento según la invención para el cálculo de un diseño individual y para la fabricación de un cristal para gafa entran de preferencia la experiencia visual y las necesidades o requisitos visuales del cliente. Por consiguiente es posible, utilizando el know-how profesional de un óptico y con la ayuda del cliente (usuario de la gafa) configurar un cristal para gafa progresivo individual. De preferencia se tienen en cuenta las ventajas y desventajas del cristal anterior.

25 Los parámetros individuales (por ejemplo distancia pupilar PD, distancia cómea-vértice HSA, inclinación longitudinal VN, ángulo de inclinación de la montura FSW, etc.) que se obtienen por ejemplo de forma automática con un dispositivo adecuado de medición 3-D como por ejemplo un dispositivo de vídeo centrado 3-D ImpressionIST de la firma Rodenstock GmbH o alternativamente mediante herramientas convencionales de medición, se tienen en cuenta al calcular y/u optimizar las posiciones espaciales, en particular la posición vertical y/o la horizontal del punto de referencia de lejos y/o de cerca.

Los parámetros individuales pueden moverse por ejemplo dentro de los límites siguientes:

30 Distancia pupilar (PD) de 30 a 80 mm
 Distancia cómea-vértice (HSA) de 3 a 50 mm
 Inclinación longitudinal (VN) de -10 a +20 grados
 Ángulo de inclinación de la montura (FSW) de -10 a +35 grados

35 Además de los parámetros individuales se pueden tener también en cuenta los hábitos especiales de visión del usuario de la gafa.

Las Figuras 5 a 7 muestran interfaces gráficas de usuario para introducir parámetros individuales de clientes.

40 Así por ejemplo en una primera máscara y/o interfaz gráfica de usuario (no mostrada) se puede introducir información del cliente (por ejemplo nombre, dirección de contacto, elección de montura, etc.) u obtenerla de una base de datos. La montura elegida que se mide por ejemplo directamente con la ayuda de un trazador adecuado (como por ejemplo ImpressionIST de la firma Rodenstock) o que se puede consultar en una base de datos, también se puede indicar.

45 En la Fig. 5 se muestra un ejemplo de máscara o de interfaz gráfica de usuario 120 para introducir datos individuales (valores de encargo) del usuario de la gafa. Los datos individuales se pueden introducir directamente en los campos o zona de entrada correspondientes de la máscara o de la interfaz gráfica de usuario o consultarse en una base de datos. Los campos en gris son calculados automáticamente por el programa y/o provistos de datos.

Las interfaces gráficas de usuario 120 que se muestran en la Fig. 5 contienen:

- una parte "datos de refracción" (parte 122) que comprende campos para la introducción de datos individuales de refracción como esfera "Sph", cilindro "Cyl", eje, prisma, base);
- 50 - una parte "parámetros individuales" (parte 124) que comprende unos campos para introducir parámetros individuales de los ojos del usuario de la gafa y/o de la posición individual de uso (distancia pupilar "PD", distancia cómea-vértice "HSA", inclinación longitudinal "VN", ángulo de inclinación de la montura "FSW");
- una parte "datos de la montura y de centrado" (parte 126) que comprende unos campos para la introducción de datos de la montura y de centrado (altura de esmerilado, longitud del cristal, altura del cristal, distancia entre los cristales "AzG" o "AZG"), así como eventualmente una parte (parte 127) para
- 55 indicar el centrado de la gafa ajustado a la medida de la caja.

Los datos de la montura se pueden introducir en los campos de introducción correspondientes. Estos valores se pueden registrar automáticamente si la montura se elige por ejemplo mediante un trazador o a partir de una relación de monturas. Los datos de centrado se pueden tomar eventualmente y de forma directa de un sistema de vídeo

centrado 3-D (por ejemplo sistema de vídeo centrado 3-D de la firma Rodenstock GmbH). Con una función "ajustar a la dimensión de la caja" se puede adaptar la montura a los datos de montura eventualmente modificados.

En la parte 126 "Datos de la Montura y de Centrado" se puede elegir una montura de una base de datos, por ejemplo en el caso de que previamente no se haya aceptado o medido una montura mediante un trazador. En particular la montura se puede elegir a partir de una relación en una ventana Pop-up que se abre. Los datos de forma y montura, de preferencia, se indican también. La elección puede realizarse confirmando. También se puede elegir una montura aproximada dentro de un conjunto de formas diferentes de montura ("formas aproximadas"). Aquí por ejemplo se puede abrir otra ventana Pop-up en la cual se puede elegir la montura a partir de una selección de formas corriente.

La interfaz gráfica de usuario 120 mostrada en la Fig. 5 contiene además una parte o campo de introducción "Inset" (parte 132). Si el usuario del cristal para gafa necesita un comportamiento de convergencia que difiere del caso estándar al mirar de cerca, se puede modificar adecuadamente el valor inscrito en el campo de introducción "Inset". El valor Inset se calcula de preferencia teniendo en cuenta los parámetros individuales del cliente.

La interfaz gráfica de usuario 120 presenta asimismo una parte 134 "Parámetro de Diseño" con unos campos para la introducción de:

- la distancia individual de cerca al determinar la refracción (distancia de refracción cerca);
- la distancia de visión principal cerca; y
- el efecto adicional individual.

Si no se introduce ningún dato relativo a la distancia individual de cerca, se supone que hasta una adición de 2,5 dpt la distancia individual de cerca al determinar la refracción es de 40 cm. En otras palabras, se supone que la adición encargada se fijó en 40 cm y la distancia de visión principal del usuario de la gafa se encuentra también a esta distancia. Con adiciones superiores el valor inverso de la adición corresponde a la distancia máxima de cerca. Si sólo se rellena uno de los dos campos de introducción "Distancia de Refracción Cerca" o "Distancia de Visión Principal Cerca" se supone que el valor también es válido para una distancia diferente. El Inset y el astigmatismo se calculan sobre la distancia principal de visión "Cerca".

Cuando se introduce en el campo correspondiente valores diferentes para la distancia de refracción "Cerca" y para la distancia de visión principal "Cerca", se calcula también automáticamente el efecto individual adicional para la distancia de visión principal. El efecto individual adicional se muestra cuando se sitúa fuera de la zona de suministro (0,75 dpt a 3,50 dpt) o difiere más de 0,5 dpt de la adición encargada.

Ejemplo:

Adición encargada (refracción) = 2,00 dpt, distancia principal de visión cerca = 30 cm, distancia de refracción de cerca = 40 cm. La adición encargada de 2,00 dpt se optimiza para 30 cm y se produce una adaptación de la adición. Además del Inset se corrige también el astigmatismo de haces inclinados para la distancia de visión principal deseada.

Si sólo se indica una distancia (distancia de visión principal o distancia de refracción), se supone que la adición encargada se refiere a la distancia indicada. Aquí no se produce ningún ajuste de la adición y el diseño de cristal para gafa o del cristal para gafa se calcula y/u optimiza para la adición encargada en la distancia de cerca indicada. Si no se indica ninguna distancia de cerca (distancia de visión principal y/o distancia de refracción) se supone que se refracciona en 40 cm y que esta distancia de refracción corresponde a la distancia de visión principal de cerca. Aquí no se produce ningún ajuste de la adición y el diseño de cristal o el cristal para gafa individual se calcula u optimiza para la adición encargada, 40 cm. Por lo general las adiciones que puede suministrar el fabricante oscilan entre 0,75 dpt y 3,50 dpt. Con la ayuda del siguiente cálculo sencillo el óptico o el optómetro puede comprobar si se puede suministrar el cristal para gafa:

$$IZ \text{ (dpt)} = Add \text{ (dpt)} - \left(\frac{1}{RDN \text{ (m)}} \right) + \left(\frac{1}{MVDN \text{ (m)}} \right)$$

donde:

IZ es el efecto individual adicional en dpt;
Add es la adición en dpt;
RDN es el valor de la distancia de refracción de cerca en metros; y
MVDN es el valor de la distancia de visión principal de cerca.

Ejemplos:

Posible:

Adición refracción = 1,75 dpt;
Distancia de refracción cerca = 40 cm;
Distancia principal de visión cerca = 30 cm;

$$IZ = 1,75 \text{ dpt} - 2,50 \text{ dpt} + 3,33 \text{ dpt} = 2,58 \text{ dpt}$$

No posible:

Adición refracción = 2,00 dpt;
 Distancia de refracción cerca = 40 cm;
 Distancia principal de visión cerca = 20 cm;

$$IZ = 2,00 \text{ dpt} - 2,50 \text{ dpt} + 5,00 \text{ dpt} = 4,50 \text{ dpt}$$

- 5 En el cálculo se parte de la base de que no se produce ninguna modificación del resultado de la acomodación como consecuencia de la modificación de la distancia de cerca. Esto supone sin embargo solamente una aproximación.

La interfaz gráfica de usuario **120** mostrada en la **Fig. 5** presenta además una parte y/o un campo de introducción "Curva básica" (parte **135**), en el que se puede introducir la curva básica que mejor se ajusta a la montura elegida. En particular, es posible introducir una curva básica diferente en función de la combadura de la montura de la gafa y tenerla en cuenta en la optimización del cristal para gafa. El programa calcula automáticamente la combadura y/o curva básica más adecuada para los datos de refracción y el deseo de curva básica correspondiente. La curva básica calculada por el programa puede diferir de la curva básica introducida en el campo de introducción "Curva básica". De preferencia se comprueba automáticamente la curva básica introducida o encargada de forma que no se produzca ninguna superficie plana y convexa sobre la superficie posterior o superficies posteriores demasiado curvadas que pueden tener en particular como consecuencia grosores de borde demasiado elevados.

15 La **Fig. 6** muestra una máscara o interfaz gráfica de usuario **140** para introducir datos individuales relativos a la gafa actual o a la que se ha usado hasta ahora.

En esta máscara se pueden anotar indicaciones relativas al cristal anterior, siempre que sean conocidas. Así por ejemplo se puede elegir a partir de una relación **142** ("Tipo de cristal") si el cliente llevaba anteriormente un cristal monofocal, multifocal o progresivo o si se trata de la primera gafa del cliente (no existe ninguna gafa anterior). Si se usaba un cristal progresivo se puede indicar por ejemplo en un menú Pop-up datos relativos al material, índice de refracción y/o longitud de progresión. La longitud de progresión del cristal anterior se puede introducir de forma manual o automática a la vista del producto anterior elegido. En particular, la longitud de progresión del cristal anterior puede calificarse en grosso modo de progresión estándar "o larga" o progresión corta ("XS").

25 Si se conoce la adición del cristal anterior se puede introducir en un campo previsto al efecto **144** "Adición del cristal anterior". De este modo se puede comparar la adición del cristal anterior con la nueva. Con un aumento de adición de más de 0,5 dpt puede aparecer un campo de advertencia (por ejemplo como ventana Pop-up) que indica las particularidades del aumento de la adición.

30 La **Fig. 7** muestra un ejemplo de máscara o de interfaz gráfica de usuario **146** ("Perfilador de diseño") para introducir datos relativos a las preferencias individuales o ponderaciones de las zonas de visión.

Cinco pictogramas diferentes cada vez para lejos, para distancia media y para cerca así como para el comportamiento activo del usuario de la gafa simbolizan las zonas que el usuario de la gafa tiene que ponderar al elegir su perfil de diseño. Los pictogramas sirven de ejemplo para la zona de distancia correspondiente y representan sólo una pequeña selección de todas las actividades posibles para esta distancia. Con los puntos a otorgar se pueden ponderar las zonas.

En un ejemplo concreto pueden distribuirse en total 9 puntos por las cuatro zonas diferentes (lejos, distancia media, cerca y comportamiento activo). Cuanto más importante es para el cliente la zona de distancia correspondiente y cuantas más actividades suyas entran dentro de una zona tanto mayor será el número de puntos otorgados para esta zona. El número de puntos por zona, así como el número total de puntos puede limitarse. Así por ejemplo se pueden otorgar 5 puntos como máximo por zona, pero en total no más de 9 puntos.

Los puntos otorgados determinan el perfil de diseño individual del usuario de la gafa. Más sencillo: cuantos más puntos se otorgan para lejos respecto del número total de puntos otorgados, tanto más profundo se sitúa el punto de referencia individual de lejos y cuantos más puntos se otorgan para cerca, respecto del número total de puntos otorgados, tanto más elevado es el punto de referencia individual de cerca. Los puntos para el comportamiento activo y la vista en distancias medias repercuten en primer lugar en la longitud de la zona de progresión y determinan de este modo también en qué medida está el cristal para gafa libre de distorsiones. Al otorgar los puntos, un número de puntos del mismo orden en cada zona corresponde a un diseño universal equilibrado.

La **Fig. 8** muestra la posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca de un diseño de cristal individual para gafa **148**. Están en gris las zonas (**150** y **152**) en las cuales pueden encontrarse de preferencia el punto de referencia de lejos (zona **150**) y el punto de referencia de cerca (zona **152**). La posición del punto de centrado o de ajuste se señala por medio de una cruz **154** (cruz de centrado). El punto de referencia de lejos se encuentra en el centro de dos paréntesis **156**. El punto de referencia de cerca se encuentra en el centro del círculo de medición de cerca **158**.

La altura vertical del punto de referencia de lejos puede definirse de forma flexible, de preferencia en una zona de +4 a -4 mm respecto del punto de centrado o de ajuste definido por el fabricante para este cristal de gafa, en función de los datos individuales del usuario de la gafa. El punto de referencia de cerca puede definirse de preferencia de forma flexible entre 13 y 20 mm verticalmente por debajo del punto de centrado o de ajuste. Esto permite una longitud de progresión, que se puede elegir de forma flexible y que se encuentra de preferencia entre 13 mm como mínimo y 24 mm como máximo. De preferencia el punto de referencia de lejos y de cerca se puede definir libremente de forma

escalonada (0,1 mm) dentro de una zona permitida. Si se desplaza por ejemplo el punto de referencia de lejos hasta -4 mm de altura vertical, el punto de referencia de cerca debe situarse por lo menos a una altura vertical de -17 mm. Si se desplaza el punto de referencia de lejos +4 mm, se obtiene una longitud de progresión mínima de 17 mm, ya que el punto de referencia de cerca no se desplaza preferentemente más de -13 mm.

- 5 La distancia vertical mínima del borde inferior de la montura al punto de referencia de cerca es de preferencia de 2 mm. El punto de referencia de lejos presenta de preferencia como mínimo una distancia vertical de 6 mm, de preferencia 8 mm del borde superior de la montura. Con las distancias mínimas permitidas del punto de referencia de lejos y de cerca respecto del borde de la montura superior y/o inferior se puede calcular la longitud de progresión máxima permitida. La longitud de progresión se define aquí como la distancia vertical entre el punto de referencia de lejos y el de cerca.

10

En el siguiente cuadro se puede ver lo que se puede obtener por ejemplo desplazando los puntos de diseño en el cristal progresivo.

Cuadro:

Requisito individual de visión del usuario de la gafa	Traslado al definir la posición de los puntos de diseño
Zona de lejos particularmente grande, por ejemplo conductor.	El punto de diseño "Lejos" debe desplazarse por debajo de la cruz de centrado. La zona de progresión comienza entonces (claramente) por debajo de la cruz de centrado.
Zona de cerca particularmente grande, por ejemplo lector.	El punto de diseño "Cerca" tendría que desplazarse hacia arriba comparado con el cristal progresivo anterior. Esto permite una visión relajada de cerca con una inclinación cómoda de la mirada.
Zona de progresión particularmente ancha, por ejemplo arquitecto.	Desplazamiento del punto de diseño "Lejos" hacia arriba y del punto de diseño "Cerca" hacia abajo. Cuanto más larga es la zona de progresión, tanto más ancho es el canal de progresión y menos movimientos de balanceo/desplazamiento percibe el cliente.

- 15 Las posiciones de los puntos de referencia de lejos y de cerca son de preferencia iguales para el cristal derecho y el izquierdo. Con una altura de la mirada diferente pueden surgir sin embargo desventajas en las zonas visuales para uno de los dos ojos. Para poder aprovechar plenamente las zonas visuales para ambos ojos es ventajoso elegir y/o definir la distancia vertical más pequeña del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado.

La Fig. 9 aclara esta relación. En la Fig. 9 se tiene:

- 20 $F1^{L,R}$ es la distancia vertical "Punto de Centrado – Borde Superior de la Montura" del cristal izquierdo (L) y/o del derecho (R); y
- $F2^{L,R}$ es la distancia vertical "Punto de Centrado Inferior – Borde Inferior de la Montura" del cristal izquierdo (L) y/o del derecho (R).

- 25 En la Fig. 9, el punto de centrado y el punto de referencia de lejos coincide. Si la elección de la posición vertical adecuada del punto de referencia de cerca se orienta por el borde inferior de la montura, se obtiene para el ojo derecho una distancia vertical del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado de -18 mm y para el ojo izquierdo esta distancia es de -17 mm. En este caso es preferible elegir y/o definir la distancia más corta.

Los datos relativos a las distancias del objeto "Lejos" y "Cerca" en la determinación de la refracción se tienen en cuenta en el cálculo y la optimización. De este modo se puede simular de forma más exacta el camino óptico que corresponde a la situación de uso real y por consiguiente mejorar la calidad de la imagen.

- 30 En particular es posible de este modo tener en cuenta la distancia de visión principal al mirar de cerca en la posición real de uso del cristal de la gafa al calcular el cristal. La Fig. 10a ilustra la distancia de visión principal con la mirada de cerca en la posición real de uso del cristal para gafa y la Fig. 10b la distancia de refracción de cerca o la distancia de cerca en la determinación de la refracción.

- 35 Por lo general se parte de la base de que la adición se determinó en una distancia de refracción de cerca de 40 cm (válido hasta adición 2,50 dpt, para adiciones más elevadas se cumple 1/adición) y ésta corresponde a una distancia de visión principal de cerca de 40 cm. Si la distancia de visión principal difiere cerca de la distancia de refracción de cerca, se puede optimizar el diseño individual del cristal para gafa para esta distancia de visión principal.

- 40 Cuando la posición individual óptima del punto de referencia de lejos y/o de cerca se obtiene a partir de datos individuales del usuario de la gafa, se calcula automáticamente un diseño de cristal de gafa correspondiente con las posiciones del punto de referencia de lejos y de cerca así obtenidas y eventualmente teniendo en cuenta otros parámetros individuales del usuario de la gafa.

La propuesta de diseño se puede visualizar mediante una interfaz gráfica de usuario adecuada 160A para

representar el resultado (recomendación de diseño) -como se muestra en la **Fig. 11-**. Según lo elegido en los ajustes se puede mostrar además una interfaz gráfica de usuario **160B** (selector de diseño) (véase **Fig. 12**) con cuya ayuda, además de una reproducción del resultado se ofrece al usuario la posibilidad de modificar activamente el diseño cambiando la posición individual del punto de referencia de lejos y/o de cerca y/o cambiando los datos individuales del usuario de la gafa (en particular las preferencias, los datos de la montura, etc.). Además se pueden calcular los datos geométricos correspondientes del cristal de gafa (grosor central, grosor de borde, curva básica, peso) y visualizarlos mediante una interfaz gráfica de usuario adecuada (de preferencia en forma de modelo tridimensional).

Las interfaces gráficas de usuario **160A** y **160B** se dividen en dos zonas. En la zona superior **162** se representa información sobre el tema "Ver" y/o "Rendimiento" con el diseño propuesto para un cristal de gafa individual; en la zona inferior **164** información sobre el tema "Aspecto" o "Geometría" del cristal o de la gafa individual.

En la zona "Aspecto" **164** se pueden visualizar y/o representar gráficamente en particular propiedades cosméticas o datos relativos a la estética del cristal para gafa (por ejemplo peso, datos geométricos como altura de construcción, máximo grosor de borde, grosor central, curva básica, etc.) del cristal o de los cristales de gafa con borde. La visualización de las propiedades cosméticas del cristal para gafa puede realizarse por ejemplo con la ayuda de una representación gráfica tridimensional de un modelo de cristal para gafa **166** con los datos geométricos obtenidos, como por ejemplo se muestra en las **Figuras 11 y 12**. La elección de la curva básica y del índice de refracción puede influir por ejemplo en la representación de las propiedades cosméticas del cristal para gafa. La elección puede ser función del efecto.

La zona "Aspecto" **164** puede comprender además una subzona **168** en la cual se muestran valores numéricos respecto de las propiedades geométricas del cristal de gafa, como por ejemplo altura de construcción, grosor máximo de borde, grosor central, peso, curva básica del cristal con borde, etc. Estos valores pueden ser valores aproximados que difieren eventualmente de los datos reales de la geometría del cristal. Además de los grabados se puede indicar también como puntos de sellado los puntos de referencia de lejos y de cerca obtenidos individualmente.

Mediante unos botones adecuados se pueden mostrar vistas **169** de los cristales para gafa con borde desde diversas perspectivas estáticas (montura desde arriba, montura desde delante, desde el lateral, oblicuamente desde arriba). También se puede representar de forma dinámica en rotación, accionando por ejemplo unos botones de animación los cristales para gafa con borde. Para obtener una mejor visión detallada se puede ampliar la imagen mediante un botón correspondiente.

La zona "Aspecto" **164** comprende además una parte **170** para indicar valores numéricos relativos al índice de refracción y una parte para indicar la curva básica (parte **172**). Los valores indicados para la curva básica y el índice de refracción comprenden la zona de la acción, el diámetro necesario, la curva básica deseada y los datos de refracción. Por esta razón son posibles diferencias respecto de la curva básica deseada introducida en la máscara "Valores Pedidos". Por medio de unos campos de selección correspondientes pueden modificarse los valores técnicamente realizables para la curva básica y el índice de refracción del cristal. En el caso de que se produzcan modificaciones en la especificación de las curvas básicas, el índice de refracción, etc., se puede volver a calcular, accionando un botón "Actualización" la gráfica y los datos geométricos en función de los valores modificados.

Además de la visualización de las propiedades cosméticas del cristal para gafa se produce también una visualización de las propiedades ópticas del cristal (zona de visión, en particular posición espacial y magnitud de las zonas de visión individuales). La representación de las magnitudes de la zona de visión sólo se puede hacer respecto de los datos prescritos sin tener en cuenta una eventual dependencia del material. No obstante, como es natural también puede preverse el tener en cuenta una dependencia del material. Además de una visualización del "Aspecto" se produce una visualización de la "Vista" a través del cristal para gafa. En particular se puede prever una visualización de la comodidad de visión (por ejemplo inclinación de la mirada, balanceo/desplazamiento, visión periférica, distorsiones, etc.).

Además se puede prever una representación adecuada de valores de rendimiento respecto de las zonas de visión, el confort de visión y/o las propiedades cosméticas y/o la estética del cristal para gafa individual. También pueden representarse valores de rendimiento de propuestas de diseño alternativas.

La zona "Visión" **162** de las interfaces gráficas de usuario **160A** y **160B** se divide por lo tanto principalmente en varias subzonas.

En la subzona **174** "Representación de la zona de visión binocular" de la zona **162** se muestra por ejemplo el diseño ideal para el cliente y la montura indicada sobre la base de una elipse, de forma esquemática. Las zonas grises son zonas provistas de aberraciones (por ejemplo astigmatismo en posición de uso superior a 0,5 dpt). Además se puede mostrar eventualmente el recorrido de la línea de isoastigmatismo 0,5 dpt. Las alturas verticales de los puntos de referencia de lejos y de cerca se pueden caracterizar por las líneas **175, 176** (eventualmente de colores diferentes). En la subzona **177** de la zona **162** se indican valores numéricos para la posición espacial (en particular para la altura vertical respecto del punto de centrado) del punto de referencia de lejos y de cerca.

En la subzona **178** "Perfil de Diseño" de la zona **162** se representa una comparación cualitativa de las magnitudes de la zona de visión por ejemplo en forma de barras de longitud diferente, donde F designa la zona de lejos, Z la zona intermedia y N la zona de cerca. La longitud de la barra o corredera está correlacionada con la fijación del

centro de gravedad que se asigna a una zona de alejamiento correspondiente. Como la longitud en el perfil del diseño se obtiene a partir de los datos de todas las máscaras anteriores, pueden diferir eventualmente de las preferencias obtenidas anteriormente o las ponderaciones del cliente. Además se puede representar una valoración cualitativa de la presión dinámica de visión a través del cristal de gafa individual. Cuanto mayor sea la barra que representa la presión dinámica de la visión (barra "dinámica") tanto más larga será la longitud de la zona de progresión y tanto más similar a un monofocal será el cristal para gafa o tan poco efecto de balanceo presentará el cristal para gafa.

Además se puede ofrecer al óptico/optómetro y/o al usuario de la gafa la posibilidad de modificar activamente el diseño de cristal de gafa individual calculado. La modificación se realiza por ejemplo cambiando activamente la posición espacial, y en particular la altura vertical del punto de referencia de lejos y/o de cerca. Alternativamente pueden modificarse las ponderaciones de las zonas de visión.

La modificación y/o la adaptación de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca y/o de las preferencias respecto de las zonas de visión se puede realizar por ejemplo con la ayuda de una interfaz gráfica de usuario adecuada. Un ejemplo de interfaz gráfica de usuario adecuada en forma de regulador deslizante **180** se muestra en la Fig. 12. Con el regulador deslizante **180** mostrado en la Fig. 12 es posible un ajuste directo de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca.

El nuevo diseño de cristal para gafa con la posición modificada del punto de referencia de lejos y/o de cerca se calcula y visualiza de preferencia en tiempo real. De preferencia se visualiza también la diferencia o la modificación de las propiedades ópticas del nuevo diseño de cristal para gafa respecto del anterior.

Así por ejemplo se puede intercalar en el selector de diseño, más allá de las posibilidades descritas en la recomendación de diseño (Fig. 11) una elipse que en las medidas de caja y el centrado especificado corresponde a la montura binocular del cliente aproximada. Además se puede modificar aquí el diseño individual propuesto desplazando hacia arriba o hacia abajo el regulador de corredera para el punto de referencia de lejos y de cerca. En los parámetros del pedido, en los campos indicadores del punto de referencia de lejos y de cerca se modifican correspondientemente los valores numéricos para la posición de los puntos de referencia. Además en la representación de la zona de visión binocular se desplazan las líneas para el punto de referencia de lejos y de cerca.

Además de las zonas de visión representadas como superficies grises de la recomendación de diseño pueden aparecer de preferencia líneas de zona de visión de color (por ejemplo amarillas) (por ejemplo línea de isoastigmatismo 0,5 dpt) que muestran el diseño individual modificado. Asimismo, en la subzona perfil de diseño (**178**) se modifica la relación de tamaño de las zonas de visión entre sí así como la longitud de la barra "Dinámica". Las modificaciones en la parte "Selector de Diseño" no influyen en los puntos otorgados en la parte "Perfilador de Diseño".

Los ejemplos siguientes muestran diseños progresivos individuales con puntos de referencia de lejos y de cerca obtenidos en función de los datos del usuario registrados individualmente.

Ejemplo 1: Usuario de cristal de gafa Arquitecto:

Para el usuario del cristal de gafa es muy importante una zona intermedia ancha por lo que desea un cristal "más bien tranquilo" con pocos movimientos de desplazamiento/balanceo ya que tiene que poder ver la mayor parte del día por la zona intermedia (distancias medias). En sus gafas actuales lleva un cristal progresivo con una longitud de la zona de progresión de 18 mm.

Para este usuario el programa recomienda para la montura elegida y el centrado correspondiente poner el punto de referencia de lejos en +2,4 mm por encima del punto de centrado y punto de ajuste. El punto de referencia de cerca se situaría, de forma óptima, -19 mm por debajo del punto de centrado y/o de ajuste. Con este cristal de gafa progresivo el arquitecto ha encontrado una buena solución intermedia entre una postura de cabeza relajada, una zona intermedia ancha y pocos movimientos de desplazamiento/balanceo para sus hábitos de visión.

Ejemplo 2: Usaria de cristal de gafa Lectora:

Tiene mucha importancia para ella una zona de cerca grande y desea una menor inclinación de la mirada que con su cristal progresivo actual ya que, por razones profesionales, se pasa la mayor parte del día realizando trabajos de cerca. En las gafas actuales lleva un cristal progresivo con una longitud de zona de progresión de 18 mm. Para esta cliente el programa recomienda para la montura elegida y el centrado correspondiente colocar el punto de referencia de lejos 1,5 mm por encima del punto de centrado y/o de ajuste. El punto de referencia de cerca se situaría de forma óptima -15,5 mm por debajo del punto de centrado y/o de ajuste. De esta forma, la lectora ha encontrado una solución favorable intermedia entre zona de cerca ancha y postura de cabeza relajada.

Si el usuario del cristal de gafa prefiere una zona intermedia y de cerca ancha y menos movimientos de desplazamiento/balanceo en el cristal de gafa, el programa recomienda desplazar el punto de referencia de lejos hacia arriba en función de los demás parámetros introducidos. El punto de referencia de lejos se encontraría entonces por encima del punto de centrado y/o de ajuste. Según los datos de refracción y los parámetros individuales se puede producir en estos casos una "nebulización" en el punto de centrado y/o de ajuste de hasta +0,25 dpt. Además de esta mínima nebulización en el punto de centrado pueden producirse también limitaciones laterales en la zona de lejos ya que el usuario -con un desplazamiento hacia arriba del punto de referencia de lejos-

mira en el cristal de gafa en la dirección cero a través de la progresión que ya ha comenzado antes. Debido a la posición modificada de la zona de progresión en el cristal de gafa las zonas de visión a la altura del punto de centrado pueden ser por lo tanto más pequeñas ya que las aberraciones periféricas se desplazan "hacia arriba". El usuario obtiene sin embargo al elegir este posicionado del punto de referencia de lejos un diseño o un cristal de gafa optimizado, configurado según sus hábitos individuales de visión.

Ejemplo 3: Usuario de cristal para gafa que trabaja en el servicio exterior

El usuario del cristal de gafa le da mucha importancia a una gran zona de lejos ya que, por motivos profesionales, se pasa la mayor parte del día mirando a lo lejos. En sus gafas actuales lleva un cristal progresivo con una longitud de zona de progresión de 18 mm. El programa calcula automáticamente y recomienda, para este cliente, para la montura elegida y el centrado correspondiente, poner el punto de referencia de lejos -2,5 mm por debajo del punto de centrado y/o de ajuste. El punto de referencia de cerca se situaría de forma óptima -18,4 mm por debajo del punto de centrado y/o de ajuste. Con este cristal para gafa, el usuario tiene una gran zona de lejos y ha optado por una solución favorable que consiste en menor movimiento de desplazamiento/balanceo y una zona intermedia y de cerca bien aprovechable.

Ejemplo 4:

Ante la pregunta de para qué actividades o requisitos visuales necesita la usuaria en sus gafas, se obtiene por ejemplo el siguiente perfil:

- suele conducir el coche y mira a lo lejos;
- toca un instrumento musical y ensaya con la orquesta dos veces por semana;
- por las noches lee para relajarse el diario al que se ha suscrito;
- por lo menos una vez por semana practica deporte como por ejemplo jogging o juega al balonmano en su club.

En las gafas actuales, la usuaria lleva unos cristales progresivos con una longitud de la zona de progresión normal. Como no se observa ninguna preferencia y las actividades de esta cliente se distribuyen de forma regular entre las zonas de lejos, distancia intermedia y cerca, se otorga muchos puntos para todas las distancias y también para el comportamiento activo o dinámico. En otras palabras se ponderan por igual todas las zonas visuales y el comportamiento dinámico o las propiedades dinámicas. En el ejemplo concreto se otorgan para todas las zonas del "Perfilador de Diseño" mostrado en la Fig. 7 dos puntos cada vez. En la interfaz gráfica de usuario "Recomendación de Diseño" el resultado de los cálculos se representa en la máscara anterior teniendo en cuenta los datos individuales introducidos. El programa calcula automáticamente y recomienda para esta cliente posicionar el punto de referencia de lejos en 0 mm y el punto de referencia de cerca en -18 mm. Este cristal para gafa correspondería a un cristal progresivo universal equilibrado, con una longitud de zona de progresión de 18 mm (por ejemplo un cristal para gafa "ImpressionILT[®]" de la firma Rodenstock GmbH), ya que para la concepción del diseño se parte de la base de que no se puede apreciar ningún centro de actividad en una de las zonas de distancia.

Ejemplo 5:

A la pregunta de para qué actividad o requisito visual utiliza el usuario sus gafas, se obtiene el siguiente perfil:

- le da particular importancia a poder ver a lo lejos sin problema ya que por razones profesionales se pasa la mayor parte del día en el coche;
- sólo mira a distancia media para poder ver de forma clara el cuadro de mandos;
- la distancia de cerca sólo la utiliza el usuario para actividades breves de escritorio, como por ejemplo firma de contratos y similares;
- en su tiempo libre le gusta jugar al tenis y al squash por lo que le interesa pocos movimientos de desplazamiento/balanceo en el cristal de gafa.

En las gafas actuales, el usuario lleva cristales progresivos con una longitud de zona de progresión normal (PZL). La preferencia del usuario se centra aquí en lo lejos y la distancia media y de cerca tienen menos importancia. Por este motivo para este ejemplo se otorgaron para lejos 4 puntos, para distancia media y de cerca 1 punto cada uno (véase Fig. 7). Debido a los requisitos de los tipos de deporte dinámicos como por ejemplo ausencia de distorsiones y buena percepción espacial, se ponderó con 3 puntos el comportamiento activo o dinámico en el "Perfilador de Diseño" que muestra la Fig. 7. En la interfaz gráfica de usuario "Recomendación de Diseño" se representa el resultado de los cálculos teniendo en cuenta los datos individuales introducidos en la máscara anterior. El programa calcula automáticamente y recomienda para este cliente posicionar el punto de referencia de lejos en -1,1 mm y el punto de referencia de cerca en -18,5 mm. De este modo se realiza la mayor zona posible de lejos para los requisitos individuales del cliente. Debido a la posición del punto de referencia de cerca y a la longitud de la zona de progresión relativamente grande, el cristal para gafa ofrece una visión similar a la monofocal y carece prácticamente de distorsión. Esto repercute positivamente por ejemplo en las actividades deportivas de ocio del usuario.

Ejemplo 6:

A la pregunta de para qué actividades o requisitos visuales utiliza el usuario sus gafas, se obtiene el siguiente perfil:

- la visión de lejos no tiene tanta importancia ya que por ejemplo al conducir se suele quitar las gafas;

- la visión en las distancias medias es particularmente importante para él;
- el usuario reacciona de forma muy sensible a distorsiones imprevistas, por ejemplo en el caso de líneas curvadas en sus esquemas;
- después del trabajo le gusta leer novelas policíacas;
- debido al trabajo tan estresante que tiene no practica ningún deporte ni se mueve.

La distancia más importante para este usuario es por consiguiente la distancia media y también es importante para él la de cerca; la distancia de lejos y el comportamiento activo tienen una importancia secundaria. Por este motivo en el "Perfilado de Diseño" que se muestra en la Fig. 7 para lejos y para el comportamiento activo se otorga 1 punto a cada uno, 3 puntos para distancias medias así como 2 puntos para distancia de cerca. En la interfaz gráfica de usuario "Recomendación de Diseño" se representa el resultado de los cálculos teniendo en cuenta los datos introducidos en las máscaras anteriores. El programa calcula automáticamente y recomienda para este cliente posicionar el punto de referencia de lejos en +0,7 mm y el punto de referencia de cerca en -18,1 mm. De este modo se realiza la mayor zona intermedia posible. Debido a la posición del punto de referencia de cerca y a la longitud de la zona de progresión relativamente larga el cristal para gafa ofrece una visión similar a la monofocal y casi sin distorsiones. Esto favorece al usuario en el trabajo con esquemas gráficos.

Ejemplo 7:

A la pregunta de para qué actividades y/o requisitos de visión utiliza la usuaria sus gafas, se obtiene el siguiente perfil:

- apenas utiliza las gafas para actividades de lejos pero, por lo que tiene una importancia secundaria;
- para su profesión es particularmente importante la lectura de escritos;
- le da mucha importancia a una agradable inclinación de la mirada para tareas de cerca;
- debido a la posición más bien estática en el puesto de trabajo los movimientos de desplazamiento/balanceo tienen una importancia menor;
- la cliente mira a través de la distancia media sobre todo ocasionalmente cuando trabaja con el ordenador.

La distancia más importante para esta usuaria es por lo tanto la cercana. También es importante la distancia media, y la distancia de lejos así como el comportamiento activo tienen una importancia secundaria. Por este motivo en el "Perfilador de Diseño" que se muestra en la Fig. 7 se otorgan 4 puntos para cerca, 2 puntos para distancia media y para distancia de lejos y comportamiento activo 1 punto cada uno. En la interfaz gráfica de usuario "Recomendación de Diseño" se representa el resultado de los cálculos teniendo en cuenta los datos introducidos en las máscaras anteriores. El programa calcula automáticamente y recomienda posicionar el punto de referencia de lejos en +0,8 mm y el punto de referencia de cerca en -17,0 mm. De este modo se realiza una zona intermedia y de cerca lo más grande posible para los requisitos individuales de la usuaria. Debido a la posición del punto de referencia de cerca se cumple el deseo de la usuaria de una inclinación de la mirada agradable para tareas de cerca en su cristal progresivo individual.

Con un botón "Selección Activa" se puede fijar los datos que se tienen que tomar para el pedido. Se toman por ejemplo siempre los datos de la zona actualmente activa (no en el fondo). Después de accionar el botón "Selección Activa" se puede imprimir un formulario de pedido con el resultado. El formulario de pedido puede completarse además por ejemplo con otros detalles como color, revestimiento, ColorMatic, gafa de medición, etc. Los datos individuales también se pueden almacenar y/o transmitir online a un fabricante de cristales para gafa.

Los datos individuales del usuario de la gafa se pueden registrar también mediante formularios de pedido y transmitirse al fabricante de cristales para gafa. La Fig. 13 muestra un ejemplo de formulario de pedido. En el formulario de pedido se indican los datos individuales de refracción registrados (esfera, cilindro, eje, prisma, base) datos de montura y centrado, parámetros individuales de los ojos del usuario de la gafa y de la posición individual de uso (distancia pupilar, ángulo de inclinación de la montura, inclinación longitudinal, distancia córnea-vértice, etc.) y eventualmente otros datos individuales. Con el formulario de pedido es posible elegir las posiciones de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca de forma que éstas correspondan a las posiciones de un diseño de cristal progresivo individual (por ejemplo Impression® o ImpressionXS® de la firma Rodenstock GmbH). También es posible fijar una longitud media de la zona de progresión de 16 mm. Alternativamente se pueden fijar las posiciones de los puntos de referencia de lejos y/o de cerca en función de los datos individuales de la montura (diseño optimizado de montura). Así por ejemplo se puede fijar el punto de referencia de lejos en el punto de centrado (es decir a 0 mm) y el punto de referencia de cerca 2 mm por encima del borde inferior de la montura. La posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca también se pueden fijar individualmente teniendo en cuenta otros datos individuales (por ejemplo puntos principales de la actividad y preferencias respecto de las zonas de visión) como se describe más arriba de forma detallada.

A continuación se optimiza y/o calcula un cristal individual para gafa donde la optimización se realiza teniendo en cuenta por lo menos una parte de los datos individuales obtenidos, en particular datos relativos a los parámetros individuales del usuario de la gafa y la posición individual de uso (ángulo de inclinación de la montura, inclinación longitudinal, distancia pupilar, distancia córnea-vértice, etc.).

Para describir y/o calcular las propiedades de la imagen de cristales para gafa en situación de uso, se conocen dos procedimientos de cálculo en la óptica geométrica:

- cálculo con rayos luminosos (Ray Tracing); y
- cálculo con frente de ondas (Wave Tracing).

El término "Ray Tracing" está formado por Ray = rayo y Tracing = seguimiento. En la óptica geométrica se utiliza el procedimiento Ray Tracing para describir imágenes ópticas. El cálculo de un cristal para gafa con Ray Tracing requiere sin embargo mucho tiempo ya que para cada punto del cristal para gafa además del rayo luminoso o rayo principal se tiene que simular también un haz "acompañante" de haces vecinos a través del cristal para gafa.

De preferencia el cristal para gafa individual se calcula con la ayuda de un procedimiento de Wavefront-Tracing en particular una optimización local del frente de ondas. El término "Wave Tracing" está formado por Wave = onda y Tracing = seguimiento. Los frentes de onda se pueden utilizar igual que los rayos luminosos para describir o calcular imágenes ópticas. Un frente de ondas es la superficie de misma fase de una onda que se expande. Un frente de ondas de este tipo reúne todas las propiedades de un haz de rayos vecinos en un solo objeto. De esta forma se puede reducir considerablemente el tiempo de cálculo, lo cual permite optimizar individualmente cada cristal de gafa. Eligiendo libremente los puntos de diseño cerca y/o lejos es posible adaptar la distribución de las propiedades de la figura sobre el cristal de la gafa, en la forma deseada, a los hábitos individuales de visión del usuario de la gafa.

La Fig. 14 muestra una representación esquemática del modelo fisiológico y físico de un cristal para gafa en una posición de uso especificada en el que se basa el cálculo y/o la optimización individual. En la Fig. 14 se puede ver que los rayos discurren todos paralelos desde un objeto situado en el infinito 184, lo cual se refleja en un frente de ondas plano 186. Y por el contrario divergen los rayos que parten de un objeto cercano 188. El frente de ondas 190 es correspondientemente curvo. El cristal de gafa que presenta una superficie delantera 192 preferentemente esférica y una superficie trasera 194 progresiva-atórica, calculada individualmente, debe procurar que cada frente de ondas 196, 198 del lado del ojo esté preferentemente curvado de forma que el objeto correspondiente 184, 188 se reproduzca nítidamente sobre la retina del ojo 200. Idealmente estos frentes de onda del lado del ojo deben tener una curvatura de igual intensidad para todas las direcciones.

Para calcular el cristal de gafa se utiliza de preferencia una configuración superficial flexible de la superficie progresiva a calcular individualmente con una multitud de puntos de valoración (de preferencia más de 7.000 puntos de valoración), donde a cada uno de estos puntos de valoración se le asigne un cálculo detallado del frente de ondas propio local. La superficie progresiva individual se optimiza de preferencia minimizando una función de rendimiento que se evalúa en los puntos de valoración, teniendo en cuenta el modelo de visión fisiológico. De este modo es posible, mediante cálculos individuales de ondas realizar muy rápidamente y por lo tanto online después de recibir el pedido la optimización de un cristal para gafa según la función de rendimiento variable.

El cálculo del cristal para gafa comprende de preferencia una optimización con más de 2.000 parámetros de optimización en un espacio multidimensional. Para la optimización realizada de este modo online en tiempo real se pueden utilizar ordenadores gigantes multi operacionales.

En la optimización individual del cristal para gafa se minimizan de preferencia no sólo aberraciones de orden inferior (esfera, cilindro, prisma) sino también aberraciones de orden superior (por ejemplo coma y aberración esférica). Se remite por ejemplo al respecto al documento US 7.063.421 B1. La fabricación del cristal de gafa calculado individualmente se realiza por ejemplo con máquinas de precisión, de preferencia máquinas rectificadoras y pulidoras CNC que pueden transformar con una precisión del orden de μm los datos superficiales calculados.

De preferencia, en la optimización de los cristales individuales para gafa se tiene particularmente en cuenta la regla de Listing.

Las Figuras 15 a y b presentan reproducciones esquemáticas de las posiciones axiales en un cristal para gafa sin tener en cuenta la regla de Listing (Fig. 15a) y teniendo en cuenta dicha regla (Fig. 15b).

Como el ojo, al desviar periféricamente la mirada realiza un ligero movimiento de giro, no tiene que haber ningún eje cilíndrico fijo en todo el cristal de la gafa sino que éste se tiene que modificar ligeramente al pasar de horizontal a vertical (Fig. 15b). Cuando el cilindro (conocido por la refracción) presente en el ojo se tiene que corregir bien con el cristal de gafa, la posición axial del cilindro en el cristal debe ajustarse bien a la posición axial que adopta realmente el ojo debido a su movimiento de giro. Si las posiciones axiales del ojo y el cristal de gafa no coinciden se obtiene ópticamente dos cilindros cruzados diagonalmente. El usuario del cristal tendría, en el caso de movimientos laterales, diagonales de la mirada, un astigmatismo no compensado. La consecuencia de ello es una disminución de la agudeza visual en esta zona. Por lo tanto se tiene preferentemente en cuenta el ajuste de torsión al calcular el cristal individual para gafa. El tener en cuenta la regla de Listing es tan relevante:

- cuanto mayor es el cilindro de refracción del cliente, y/o
- cuanto más difiere la desviación de la mirada de la desviación horizontal y vertical, y/o
- cuanto mayor, a nivel absoluto, es la desviación de la mirada.

En un cristal de gafa progresivo convencional cuando una superficie delantera progresiva y una superficie de receta esférica/tórica no se puede aplicar la regla de Listing -previamente a los cristales para gafa con una superficie de forma libre, del lado del ojo, individual y progresiva-

Además, al optimizar y calcular el cristal progresivo individual se tiene en cuenta de preferencia un pre-descentrado individual. De esta forma aumentan los diámetros aprovechables. La pre-descentración óptima se puede calcular

automáticamente a partir de datos relativos a la forma de la montura y/o del cristal de la gafa así como datos relativos al centrado. Alternativamente el óptico/optómetra mismo puede definir una pre-descentración individual. En este caso se puede tener también en cuenta el diámetro deseado obtenido con una tarjeta de centrado especial. En particular se puede tener en cuenta una pre-descentración de hasta 5 mm. **[0254]** El cristal individual calculado

- 5 presenta de preferencia una superficie delantera esférica o asférica, de simetría de rotación y una superficie de forma libre, del lado del ojo, progresiva optimizada en función de los puntos de diseño o de referencia fijados individualmente, lejos y cerca, de los datos individuales de refracción, de los parámetros individuales del usuario de la gafa y de la situación de uso (por ejemplo distancia pupilar, inclinación longitudinal, ángulo de inclinación de la montura, distancia córnea-vértice, etc.).
- 10 La posición de los puntos de referencia individuales de lejos y de cerca se señala de preferencia con la ayuda de un sellado individual haciendo marcas no permanentes. De preferencia, la posición de los puntos de referencia individuales de lejos y de cerca puede reconstruirse claramente a partir de marcas permanentes o micrograbados del cristal de la gafa y unas normas de reconstrucción (plantilla, tarjeta de centrado).

Las Fig. 16 a y b muestran ejemplos de sellado no permanente de dos cristales individuales progresivos para gafa.

- 15 La marca o sellado no permanente de un cristal para gafa optimizado individualmente según uno de los procedimientos preferidos de la invención comprende componentes móviles "y fijos". Pertenecen a las partes móviles dos **202** que caracterizan la posición del punto de referencia de lejos o del punto de diseño lejos. El punto de referencia de lejos se encuentra en el centro del **202** y el punto de referencia de cerca en el centro del círculo de medida de cerca **204**. En función de la posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca el sello de un cristal individual para gafa puede tener aspectos diferentes. Se señala por medio de una cruz **206** (cruz de centrado) la
- 20 posición del punto de centrado y/o de ajuste.

El punto de referencia del prisma **208** se encuentra normalmente a 4 mm por debajo del punto de centrado. En el caso de anisometropía mayor y de que el cliente haya expresado un deseo respecto de una ponderación determinada (por ejemplo cuando en la zona de cerca se tiene que ajustar las diferencias verticales prismáticas) se puede desplazar un punto de ajuste del prisma en la dirección deseada.

- 25 En el ejemplo mostrado en la Fig. 16a el punto de referencia de lejos se encuentra a la altura del punto de centrado. El punto de referencia de cerca se encuentra a una altura vertical de -18 mm por debajo del punto de centrado. En la Fig. 16b se representa otro ejemplo de sellado individual de un cristal para gafa individual. El cristal para gafa se calcula y/u optimiza de forma individual para un usuario que desea una zona de lejos grande. El punto de referencia de lejos se sitúa en una altura vertical de -4 mm por debajo del punto de centrado y/o de ajuste y el punto de referencia de cerca se encuentra a una altura vertical de -18 mm por debajo del punto de centrado y/o de ajuste.
- 30

De preferencia, los valores para la posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca (en particular para la altura vertical respecto del punto de centrado y/o de ajuste) están grabados de forma permanente en el cristal para gafa.

- 35 En casos excepcionales el sellado puede diferir del descrito anteriormente. Además puede faltar una indicación explícita, no permanente de las posiciones de los puntos de referencia de lejos y de cerca y/o del punto de centrado o de ajuste. Los puntos de referencia se pueden obtener sin embargo con la ayuda de la norma de reconstrucción, que comprende una tarjeta de centrado, unas escalas selladas en etapas de 1 mm y una bolsa de cristal. Para la reconstrucción de los puntos de referencia se coloca la montura de la gafa con el punto de centrado marcado sobre la cruz de centrado de la tarjeta de centrado y se señala la posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca sobre el cristal de la gafa. La posición de los puntos de referencia de lejos y de cerca se puede obtener también con la ayuda de los valores grabados de forma permanente por debajo del grabado del índice y de las curvas básicas nasales.
- 40

Además de una reconstrucción de la posición de los puntos de referencia es posible obtener con una tarjeta de centrado correspondiente un diámetro óptimo del cristal para gafa.

- 45 La obtención de un diámetro óptimo mediante una tarjeta de centrado se puede realizar del siguiente modo:

- 1) Determinación del diámetro mínimo correspondiente para la montura elegida que, independientemente del centrado lateral, corresponde al mismo círculo diametral circundante de la tarjeta de centrado. Este valor corresponde al primer valor al encargar el diámetro, por ejemplo 50/60.
- 50 2) Posicionado del punto de recorrido de la vista obtenido en el ajuste de tal forma sobre la tarjeta de centrado que coincide con la cruz de centrado de la tarjeta de centrado.
- 3) Lectura del máximo diámetro necesario es, en una descentración dirección nasal como suele ocurrir en la mayoría de los casos (distancia pupilar PD inferior a la distancia media de la montura), el círculo diametral que delimita temporalmente la montura. Este valor corresponde al segundo valor del pedido de diámetro, por ejemplo 50/60. De preferencia, la diferencia entre el diámetro utilizable y el mínimo no es superior a 10 mm.
- 55 4) Si los diámetros nasales y temporales son iguales, se recomienda pedir una ejecución céntrica.

Además de las marcas o sellados no permanentes, el cristal para gafa individual presenta también (micro) grabados permanentes.

La Fig. 17 muestra el grabado permanente de un cristal de gafa izquierdo, optimizado individualmente considerado desde atrás (es decir del lado del ojo). El grabado funcional o la marca permanente para ajustar el cristal de la gafa es el signo infinito. Los dos grabados funcionales **210**, **212** se encuentran a una distancia de 34 mm entre sí a la altura del punto de centrado o de la cruz de centrado. Por debajo del signo infinito nasal **212** se encuentran los grabados de curva básica de dos puestos **214** y el grabado de índice **216**. Por debajo se encuentra el grabado **218** para la posición del punto de referencia de lejos y de cerca. El primer número da la distancia vertical del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado y/o de ajuste. El segundo número da la distancia vertical del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado y/o de ajuste.

El punto de referencia de lejos puede encontrarse de preferencia en una zona comprendida entre -4 y +4 mm por debajo y/o por encima del punto de centrado. El punto de referencia de cerca puede encontrarse de preferencia en una zona comprendida entre -13 y -20 mm por debajo del punto de centrado y/o el punto de ajuste.

Temporalmente por debajo del grabado funcional **210** se encuentra el grabado de adición de dos puestos **220**.

En resumen, en la Fig. 17 se tiene:

- ∞ grabado funcional;
- 25 la adición;
- 65 la curva básica;
- 60 el índice de refracción;
- 4 la distancia vertical individual del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado y/o de ajuste;
- 18 la distancia vertical individual del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado y/o de ajuste.

El cristal para gafa terminado y sellado se envasa en una bolsa de cristal y se entrega al óptico/cliente. En la Fig. 18 se muestra un ejemplo de bolsa de cristal. La Fig. 19 muestra una lista de los pictogramas y/o símbolos utilizados en la bolsa de cristal.

Los datos individuales del usuario de la gafa se imprimen sobre cada bolsa de cristal. En particular, en cada bolsa de cristal se imprimen los datos siguientes:

- tipo de cristal, material, color, recubrimiento, diámetro
- valor de pedido: esfera, cilindro, eje, prisma (resultante), base (resultante), adición;
- valores teóricos de medida para el aparato de medida del índice de refracción del vértice en el punto de medida para lejos y adición en posición de medida de vértice cóncava inclusive el prisma que se puede medir en el punto de referencia del prisma (compuesto por DRP y los prismas encargados);
- en el caso de datos de refracción prismáticos: datos sobre el tipo de refracción: centrado de la parte central de la pupila (PMZ) o caso fórmula (FF) magnitud y dirección de la corrección de centrado necesaria;
- datos generales de pedido, información complementaria y comisión en el reverso de la bolsa de cristal;
- datos relativos a parámetros individuales: PD monocular, HSA, VN, FSW;
- datos sobre los puntos de diseño: posición del punto de referencia de lejos y de cerca referida al punto de centrado y/o de ajuste;
- curva básica, pre-descentrado e Inset del cristal; dato del PD corregido para pulir (COR PD), cuando se conoce la forma del cristal y los datos de centrado.

Sobre la bolsa de cristal se encuentran en particular los datos relevantes para pulimentado correcto en la montura de la gafa, en particular datos relativos a la forma de la montura y/o del cristal.

En particular en el caso de un pedido en el que se indica la forma del cristal y los datos de centrado (como en cristales deportivos), se calcula la distancia pupilar corregida PD para pulimentar (COR PD). Ésta es necesaria para obtener la PD correcta del cliente en la gafa terminada con cristal. También en los cristales para gafa con prisma de corrección se tiene que utilizar para pulimentar el COR PD en lugar de la PD del cliente, si se indica la forma. La corrección de centrado necesaria para prismas con posición de base horizontal y vertical ya se ha tenido en cuenta al calcular los cristales para gafa. El valor de la corrección de centrado sobre la bolsa de cristal es por consiguiente siempre igual a cero.

En el caso de un pedido sin indicación de forma no se puede calcular el COR PD ya que no se obtienen los parámetros necesarios para su cálculo (datos de montura y de centrado). En el caso de un cristal para gafa progresivo optimizado individualmente según uno de los procedimientos preferidos de optimización, con prismas de corrección, se tiene en cuenta la corrección de centrado para prismas con posición básica horizontal y vertical, de preferencia ya al calcular los cristales. El valor de corrección de centrado sobre la bolsa de cristal sigue siendo igual a cero. Este valor se refiere al PD en el caso de un pedido sin indicación de forma.

Las Figuras 20a y b ilustran el centrado de un cristal progresivo para gafa delante de los ojos del usuario así como la posición correspondiente de los puntos de referencia. El cristal para gafa que se muestra en la Fig. 20a es un cristal individual con posiciones de los puntos de referencia de lejos y de cerca obtenidas individualmente según un procedimiento preferido de la invención. En particular se definen las posiciones del cristal para gafa mostrado en la Fig. 20a individualmente en función de los datos de la montura. El cristal para gafa que se muestra en la Fig. 20b es un cristal para gafa estándar.

Los cristales progresivos calculados individualmente se adaptan al requisito del punto de referencia. Esto significa

que el punto de centrado y/o de ajuste (y/o la cruz de centrado) tiene que estar en el centro de la pupila en el caso de dirección de la mirada cero en posición habitual de la cabeza y del cuerpo. La altura mínima de esmerilado depende de la posición del punto de referencia de cerca. De preferencia quedan todavía por lo menos 2 mm por debajo del punto de referencia de cerca. La altura mínima de esmerilado es de preferencia de 15 mm debajo del punto de centrado. Si se adaptan cristales progresivos de forma diferente a lo recomendado para el centrado, pueden producirse limitaciones en las propiedades de la imagen.

Con un centrado del cristal defectuoso, en particular en el caso de un centrado demasiado profundo, se producen ya ciertas limitaciones en la zona de lejos debido al centrado profundo. Las diferencias se deben principalmente a que el cristal de gafa no se lleva en la situación de uso tomada como base para la optimización.

En la zona de cerca en cambio se muestran, contrariamente a lo que ocurre en la zona de lejos, claras limitaciones en un cristal de centrado profundo. Por una parte, estas limitaciones son debidas al simple hecho de que la zona de cerca, según el tamaño de la montura, ya no se encuentra en la montura y el usuario, al mirar a la zona de cerca, ve a través de la zona de progresión que es mucho más estrecha que la zona de cerca. Por otra parte se producen defectos adicionales debido a que el cristal no se lleva en la situación de uso tomada como base para la optimización. Además a igual inclinación de la mirada no se alcanza el efecto de cerca y el cliente tiene un trabajo adicional de acomodación.

Una acentuación de las zonas de visión se puede obtener por lo tanto de forma correcta, según lo descrito anteriormente, desplazando el punto de referencia de lejos y/o de cerca. Además en el caso de una dirección de mirada principal diferente, por ejemplo en el caso de personas grandes o pequeñas, las zonas principales de visión se pueden disponer individualmente de forma que coincidan con la dirección principal de la mirada.

En los puntos de referencia se miden también los denominados valores de medición teóricos, donde los valores de medición teóricos se indican, además de los valores del pedido, sobre la bolsa de cristal del cristal individual para gafa. Los valores de medición teóricos se refieren de preferencia a la posición cóncava de medición del vértice. Las consideraciones de tolerancia se refieren a los valores de medición teóricos y no a los valores del pedido.

Efecto de lejos

Los valores de medición teóricos para esfera, cilindro y eje se comprueban en el punto de referencia de lejos. Este punto de referencia de lejos se encuentra en lugares diferentes, de preferencia dentro de una zona de +4 a -4 mm alrededor del punto de centrado. La posición exacta del punto de referencia de lejos se puede tomar del grabado adicional por debajo del grabado de la curva básica y del índice. La medición del efecto de la parte de lejos se representa esquemáticamente en la Fig. 21a.

Efecto prismático

En el punto de referencia prismático se mide un efecto combinado de prisma de reducción de grosor (posición de base siempre 270°) y prismas de corrección. La medición del efecto prismático se reproduce esquemáticamente en la Fig. 21b.

Efecto de cerca

El punto de referencia de cerca se encuentra en diversos lugares dentro de la zona de -13 a -20 mm por debajo del punto de centrado. La posición exacta del punto de referencia de cerca se puede tomar del grabado adicional por debajo del grabado de la curva básica y del índice. La medición del efecto de cerca se muestra en la Fig. 21c.

Adición

El valor de medición teórico de la adición corresponde a la diferencia del efecto medio (equivalente esférico) entre el punto de referencia de lejos y de cerca. En muchos casos resulta sin embargo más sencillo y por lo general suficiente comprobar la coincidencia de la adición encargada y la grabada.

El diseño de cristal flexible obtenido según el procedimiento descrito anteriormente se caracteriza particularmente por las siguientes propiedades:

- corrección óptima de la ametropía teniendo en cuenta todos los datos de refracción (optimización de efectos), los datos de la montura y de centrado así como PD, HSA, VN y FSW;
- las zonas de visión que están siempre dispuestas solapándose de forma ideal y de tamaño óptimo, ya que todos los parámetros individuales y datos de refracción se tienen en cuenta en la optimización;
- optimización
 - en posición de uso;
 - para todos los datos de refracción;
 - optimización de frente de ondas teniendo en cuenta las aberraciones de orden superior, como coma y aberración esférica;
 - tener en cuenta la regla de Listing;
 - en tecnología de forma libre;
- máxima compatibilidad espontánea;
- Inset, punto exacto, que también se puede pedir no igual al 100% de la capacidad de convergencia (por ejemplo para tueros);

- zona de visión idéntica derecha/izquierda, incluso en el caso de anisometropía;
- pedido de los datos de refracción para lejos también en etapas de 0,12-dpt;
- pedido de prismas/MDM inclusive;
- estética perfecta.

5 De preferencia el diseño de cristal calculado u obtenido individualmente en función de las necesidades y parámetros del cliente presenta de preferencia propiedades características de un diseño de cristal universal, equilibrado, es decir máximas zonas de visión para todas las distancias con transiciones armónicas entre las zonas de visión central y periférica. Un diseño o un cristal de gafa de este tipo ofrece por lo tanto un confort de visión óptimo para un amplio espectro de situaciones en la vida diaria (conducir, actividades de ocio, leer, etc.).

10

15

20

25

30

35

40

45

Reivindicaciones

1. Procedimiento implementado por ordenador para definir y/o determinar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y/o de cerca de un cristal progresivo para gafa para corregir la ametropía de un usuario, que comprende las siguientes etapas:

- Obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- Determinar y/o calcular la posición vertical y/o horizontal individual del punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa,

donde la distancia vertical del punto de referencia de lejos y de cerca respecto de un punto de centrado y/o de ajuste del cristal de la gafa se define en función de los datos individuales del usuario de la gafa; donde los datos individuales del usuario de la gafa comprenden datos relativos a las preferencias y/o las ponderaciones de la zona de lejos y de cerca y, opcionalmente, la zona de progresión, y donde

- para la distancia vertical y_{BF} del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado y/o de ajuste del cristal de la gafa se cumple

$$y_{BF} = 4 - 4^* G_F / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_F < 33$$

y

$$y_{BF} = 0 - 4^* (G_F - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_F \leq 100$$

y

- para la distancia vertical y_{BN} del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado y/o de ajuste se cumple

$$y_{BN} = -20 + 2^* G_N / 33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_N < 33$$

y

$$y_{BN} = -18 + 5^* (G_N - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_N \leq 100$$

donde G_F es la ponderación de la zona de lejos y G_N la ponderación de la zona de cerca.

2.-Procedimiento según la reivindicación 1, donde:

- La altura vertical del punto de referencia de lejos medida desde el punto de centrado y/o de ajuste del cristal de la gafa puede fijarse en -4 mm por debajo y 4 mm por encima del punto de centrado y/o de ajuste, más de preferencia por incremento de $0,1$ mm, en función de los datos individuales del usuario de la gafa; y/o
- La altura vertical del punto de referencia de cerca medida a partir del punto de centrado y/o del ajuste del cristal de la gafa se puede fijar en un valor de -13 mm a -20 mm por debajo del punto de centrado y/o del ajuste, de preferencia en incrementos de $0,1$ mm, en función de los datos individuales del usuario de la gafa.

3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde para la distancia vertical y_{BF} del punto de referencia de lejos respecto del punto de centrado y/o de ajuste y para la distancia vertical y_{NF} del punto de referencia de cerca respecto del punto de centrado y/o del punto de ajuste, se cumple:

$$y_{BF} = (GW1^* y_{BF1} + y_{BF2}) / (g_1)$$

$$y_{BN} = (GW2^* y_{BN1} + y_{BN2}) / (g_2)$$

donde

$$y_{BF1} = 4 - 4^* G_F / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_F < 33$$

y

$$y_{BF1} = 0 - (4^* G_F - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_F \leq 100$$

$$y_{BN1} = -20 + 2^* G_N / 33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_N < 33$$

y

$$y_{BN1} = -18 + 5^* (G_N - 33,33) / 66,66 \text{ [mm]} \text{ para } 33 \leq G_N \leq 100$$

$$y_{BF2} = y_{BN1} + y_p$$

$$y_{BN2} = y_{BF1} + y_p$$

$$y_p = 13 - 5^* G_P / 33,33 \text{ [mm]} \text{ para } 0 \leq G_P < 33$$

$$y_p = 18 + 2 * (G_p - 33,33) / 66,66 [mm] \text{ para } 33 \leq G_N \leq 100$$

donde:

los coeficientes GW 1 y GW 2 tienen valores comprendidos entre 1 y 2 y donde

G_F es la ponderación de la zona de lejos;

G_N es la ponderación de la zona de cerca; y

G_P es la ponderación de la zona intermedia y/o de progresión

$$g_1 = 1 + GW1$$

$$g_2 = 1 + GW2$$

4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde los datos individuales del usuario y de la gafa comprenden parámetros individuales de los ojos del usuario de la gafa y/o la disposición de la gafa delante de los ojos del usuario.

5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde los datos individuales del usuario de la gafa comprenden datos relativos a

- la distancia individual del objeto para lejos y para o la distancia individual del objeto para cerca, y/o
- la distancia individual del objeto para lejos al determinar la refracción y/o la distancia individual del objeto para cerca al determinar la refracción; y/o
- datos relativos a una gafa utilizada hasta entonces; y/o
- datos relativos a los deseos de mejora respecto de la gafa utilizada hasta ahora; y/o
- datos relativos a la dirección principal, individual, de la mirada para lejos y para cerca; y/o
- datos relativos a la postura individual de la cabeza y el cuerpo; y/o
- parámetros fisiológicos, en particular del ojo del usuario; y/o
- preferencias y/o una ponderación de la importancia de las características de adaptación respecto de las características estéticas del cristal para gafa.

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde los datos individuales del usuario de la gafa comprenden datos de por lo menos dos categorías diferentes de los datos individuales y donde la determinación de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca comprende las siguientes etapas

- determinación de una posición ideal del punto de referencia de lejos y/o del punto de referencia de cerca para cada una de las categorías sobre la base de los datos individuales del usuario de la gafa y de la categoría correspondiente;
- cálculo de la posición del punto de referencia de lejos y/o de cerca con la ayuda de las posiciones ideales determinadas del punto de referencia de lejos y de cerca en las categorías correspondientes.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, donde la posición del punto de referencia de lejos y/o del punto de referencia de cerca se calcula según la fórmula:

$$y_{DF,DN} = \sum_{i=1}^N g_i y_{DF,DN}^i$$

$$\sum_{i=1}^N g_i = 1$$

donde:

g_i es la ponderación de i^{a} categoría;

$y_{DF,DN}^i$ es la posición ideal del punto de referencia de lejos DF y/o del punto de referencia de cerca DN para la i^{a} categoría; y

N es el número de categorías diferentes

8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además las siguientes etapas

- cálculo de un diseño individual para cristal de gafa, que presenta que el punto de referencia de lejos y/o de cerca definido individualmente;

- visualización del diseño individual calculado para el cristal de gafa y de la posición espacial del punto de referencia individual de lejos y/o de cerca.

9.- Producto de programa informático concebido, cuando se carga y ejecuta sobre un ordenador para ejecutar el procedimiento de definición y/o determinación de la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y cerca de un cristal para gafa según una de las reivindicaciones 1 a 9.

10.- Dispositivo para determinar la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y de cerca de un cristal progresivo para gafa que comprende:

- dispositivo para la obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- dispositivo de cálculo y/u optimización concebidos para ejecutar un método de determinación de la posición espacial del punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa, según una de las reivindicaciones 1 a 8.

11.- Interfaz gráfica de usuario para definir y/o determinar y representar la posición espacial de un punto de referencia de lejos y de cerca de un cristal progresivo para gafa, que comprende

- por lo menos una parte de introducción de datos individuales, concebida para introducir datos individuales del usuario de la gafa; y
- por lo menos una parte visualizadora concebida para representar la posición espacial del punto de referencia de lejos y de cerca, donde la posición espacial del punto de referencia de lejos y de cerca se determina según el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 8 en función de los datos individuales del usuario de la gafa.

12.- Procedimiento implementado por ordenador para determinar y/o calcular un diseño individual de cristal de gafa para un cristal progresivo para corregir la ametropía de un usuario determinado de gafa, que comprende las siguientes etapas:

- obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- determinación y/o cálculo de la posición espacial de un punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales obtenidos del usuario de la gafa según el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 8;
- cálculo de la posición espacial y/o de la magnitud de una zona de lejos, de cerca y de progresión del diseño para cristal de gafa en función de la posición espacial individual determinada del punto de referencia de lejos y de cerca.

13.- Producto de programa informático ideado, cuando se ha cargado y se ejecuta en un ordenador para ejecutar un procedimiento para la determinación y/o el cálculo de un diseño individual de cristal de gafa para un cristal progresivo según la reivindicación 12.

14.- Dispositivo para determinar y/o calcular un diseño individual de cristal de gafa para un cristal progresivo para corregir la ametropía de un usuario determinado de gafa, que comprende

- dispositivo para la obtención de datos individuales del usuario de la gafa;
- dispositivo de cálculo y/u optimización para calcular la posición espacial individual de un punto de referencia de lejos y de cerca en función de los datos individuales del usuario de la gafa, según el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 8;
- dispositivo de cálculo y/u optimización para calcular la posición espacial y/o la magnitud de una zona de lejos, cerca y de progresión del diseño del cristal de la gafa en función de la posición espacial individual calculada del punto de referencia de lejos y de cerca.

15.- Interfaz gráfica de usuario para definir y/o determinar y representar un diseño individual para un cristal progresivo para gafa, que comprende:

- por lo menos una parte para la introducción de datos individuales, concebida para introducir datos individuales del usuario de la gafa; y
- por lo menos una parte visualizadora concebida para representar el diseño individual del cristal para gafa, donde el diseño individual del cristal de gafa se calcula y/o determina según un procedimiento como el de la reivindicación 12.

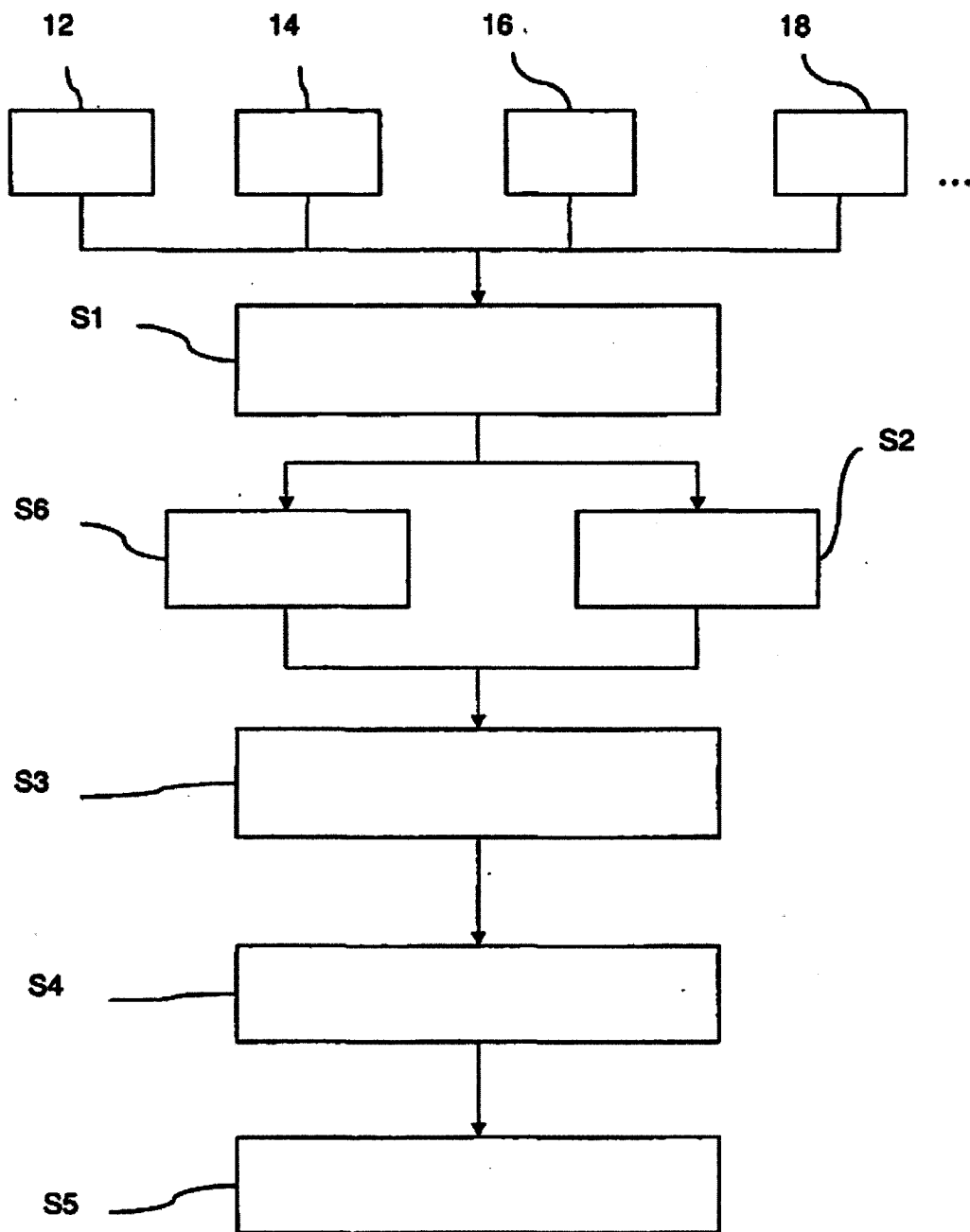


Fig. 1

20
28
30

22
34

Valores de pedido								
	Sph	Cyl	Eje	Add	Prisma	Base	Capa	Color
R	-1	-2	0	2				
L	-0.5	-0.25	45	2				

24
34

Parámetros individuales					
	PD	HSA	VN	FSW	Curva básica
	[mm]	[mm]	D	D	[mm]
R	34.1	11.8	8.1	4	4 (Deseo o valor de cristal de apoyo)
L	33	11.2	8.9		

26
34

Datos de centrado y de la montura						
	Altura de esmerilado	u	v	Longitud de cristal	51.5	[mm]
	[mm]	[mm]	[mm]	Altura de cristal	31.1	[mm]
R	20.5	0.3	5	AzG	17.5	[mm]
L	18.9	1.5	3.3			

27
34

Medidas de centrado

Montura de Tracer

Montura Rodenstock
Formas aproximadas

Zoom

Fig. 2

60A

62

74

78

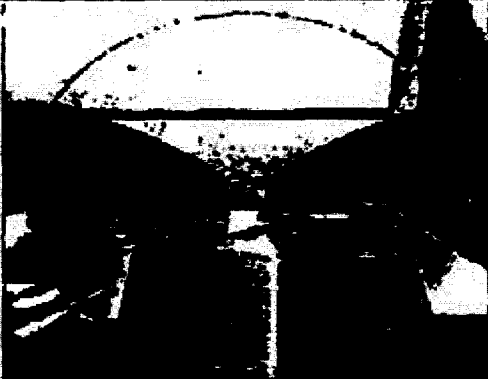
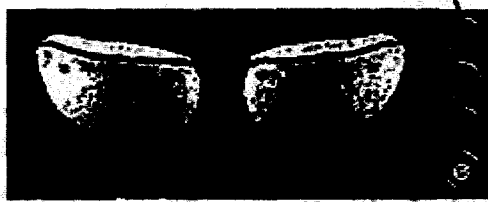
Rendimiento:		Alternativas:	
		IDEAL: 65% / 68% / 95%  Prog. más corto: 58% / 57% / 92%  Prog. más largo: 62% / 72% / 96%  Valor de rendimiento: Zonas de visión / Confort de visión / Estética	
Geometría:		66	68
Especificación BK:			
Indice:	Rendimiento: 55%		
72	6.5	70	1.5
Recibir selección (Recepción en Impresora IST)		Imprimir información de cliente	
		Enviar el pedido	

Fig. 3

60B

Rendimiento: 80 64		Alternativas: IDEAL: 65% / 68% / 95% Prog. más corto: 58% / 57% / 92% Prog. más largo: 62% / 72% / 96% Valor de rendimiento: Zonas de visión / Confort de visión / Estética	
Geometría: 72 Especificación BK: 1.58 Indice: 1.68 70		66 68 Rendimiento: 85%	
Recibir selección (Recepción en Impresión/ST)		Imprimir información de cliente	
Enviar el pedido			

Fig. 4

120

R

RODENSTOCK

[Página inicial](#) /
 [Consulta y rendimiento](#) /
 [Consulta Freemig](#) /
 [Aviso legal](#) /
 [Terminar](#)

Introducir

Enter

[Inicio](#) /
 [Historial de pedidos](#) /
 [Gestión actual](#) /
 [Ayuda](#)

Tipo de cristal

142 ~

☒ Ninguna gafa

☒ Gafa monofocal

☒ Gafa progresiva

☒ Gafa multifocal

Especificar

Productos Rodenstock

Especificar

Productos de otros fabricantes

Especificar

Adición del cristal anterior

144 ~

☒ Ninguna gafa

☒ Gafa monofocal

☒ Gafa progresiva

☒ Gafa multifocal

Especificar

Adición del cristal anterior

144 ~

☒ Ninguna gafa

☒ Gafa monofocal

☒ Gafa progresiva

☒ Gafa multifocal

Especificar

Adición del cristal anterior

144 ~

☒ Ninguna gafa

☒ Gafa monofocal

☒ Gafa progresiva

☒ Gafa multifocal

Especificar

Imprimir

Print

[Inicio](#) /
 [Historial de pedidos](#) /
 [Gestión actual](#) /
 [Ayuda](#)

140

Fig. 6

R
RODENSTOCK

[Página inicial](#) /
 [Consulta y rendimiento](#) /
 [Consulta Freesign](#) /
 [Ayuda legal](#) /
 [Terminar](#)

Introducir

Enviar

¿Para qué actividades o requisitos de visión utiliza usted gafas?
 El número de puntos por zona determina su importancia para ver

Dibuya un máximo de 9 puntos entre las cuatro zonas indicadas a continuación

Lejos

Distancias medias

Cerca

Comportamiento activo

Imprimir / **Volver**

Perfilar diseño

146

Fig. 7

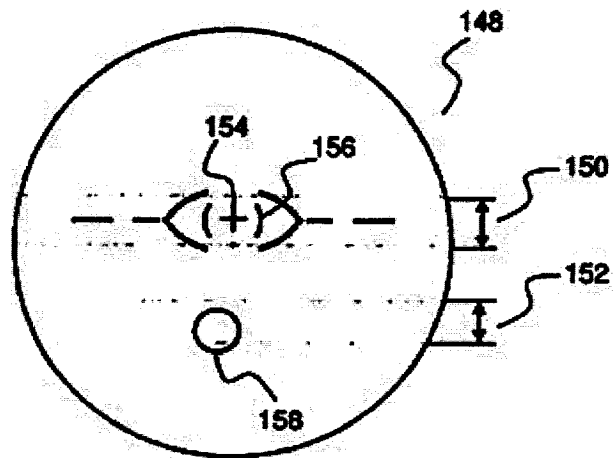


Fig. 8

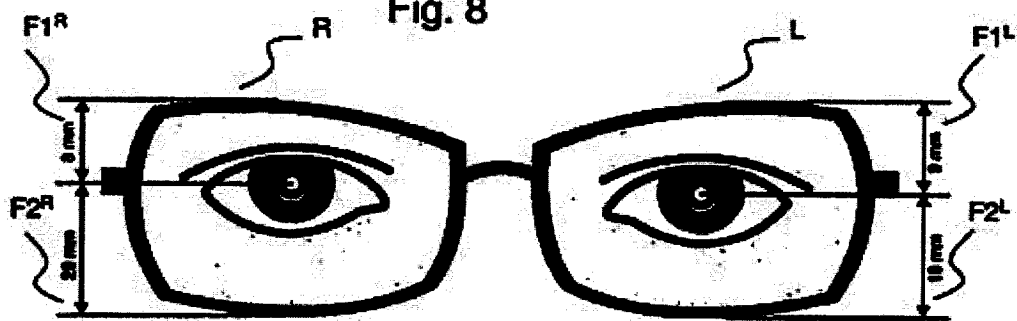


Fig. 9



Fig. 10 a



Fig. 10 b

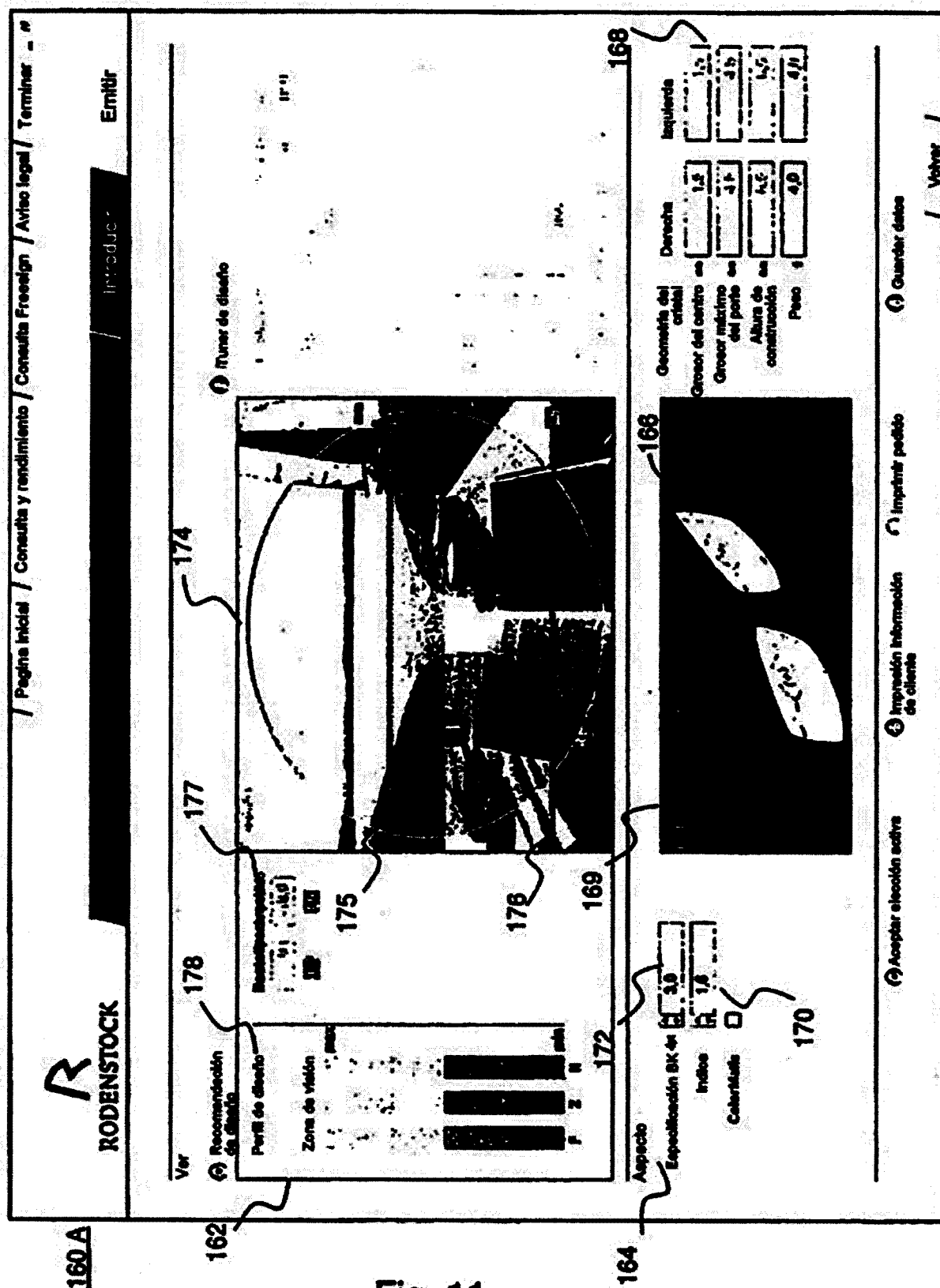


Fig. 11

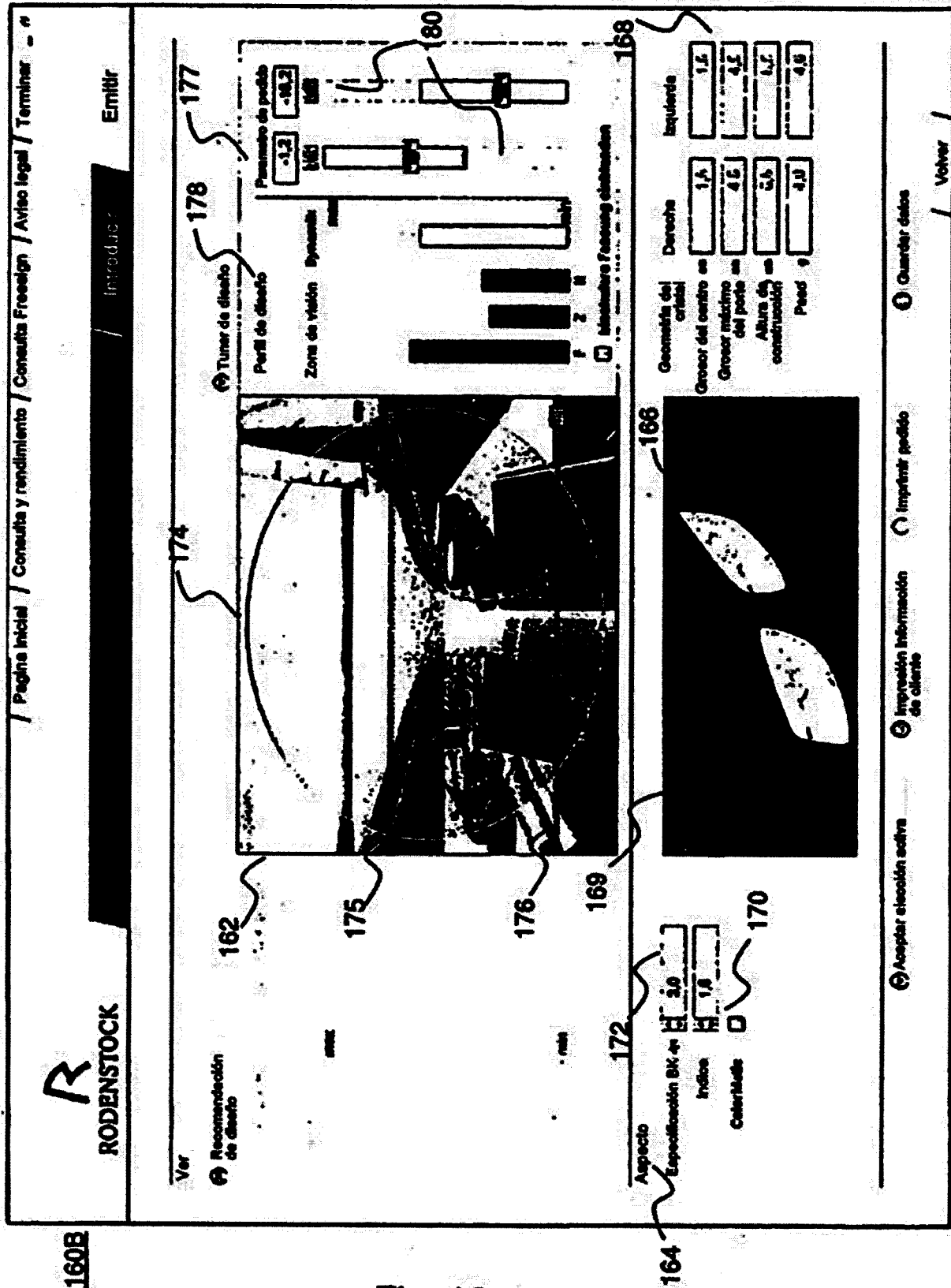


Fig. 12

Rodenstock Brillengläser

☐ Bestellung

☐ Anfrage

☐ Wiederholung

Bestellungs-Grunddaten	Kunden-Nr.: _____	Kontakt-Nr.: _____																							
	Datum: _____ Termin: _____																								
	Gläser/GD-Code: _____ R 8 _____ / _____ ☐ Zentr.																								
	Fassungsbezeichnung: _____ L 8 _____ / _____ ☐ Zentr.																								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Spk.</th> <th>Cyl.</th> <th>Acro</th> <th>Acc.</th> <th>Prisma 1</th> <th>Stärke 1</th> <th>Prisma 2</th> <th>Stärke 2</th> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Spk.	Cyl.	Acro	Acc.	Prisma 1	Stärke 1	Prisma 2	Stärke 2	R								L					
Spk.	Cyl.	Acro	Acc.	Prisma 1	Stärke 1	Prisma 2	Stärke 2																		
R																									
L																									
Anpassen der prismatischen Verlaufsrichtungen bei Antiklopp: ☐ Ja ☐ Nein		Prismen austauschen? RL ☐ Ja ☐ Nein																							

Fassung- und Zentrierdaten	Fassung (Standardmaß in mm)			Zentrierung (Einheitsmaßen in mm)			
	SH	AsG	horizontale	P _h	P _v	Zentrierstruktur berücksichtigt ☐ Ja ☐ Nein	
			vertikal	Y _h	Y _v		
			Sondier- und Marken-Abgleich				
☐ MDH ☐ optischer Durchmesser ☐ Mindestabstände des gestrichelten Glases (mm) ☐ Größe in millimeter (mm)							

Optimierungsparameter	Fugelabstände (PD) (mm)		R	L
	HSA der Korrekturen (mm)		R	L
	HSA der Messgröße (mm)		R	L
	Fassungsneigungswinkel (°)		R	L
	Fassungsneigungswinkel (°)		R	L
	Invert (%)		R	L
	☐ Standard Design ☐ DN-16 mm ☐ DN-18 mm ☐ DN-14 mm ☐ Individueller Maßstab Refraktionsabstand Nive _____ cm Hauptverfestigung Nive _____ cm			
	☐ Fassungsgeometrisches Design alle Fassung- und Zentrierdaten angeben			
	☐ Individuelles Design Designpunkt Farbe: (DF) _____ Designpunkt Nive: (DN) _____ ☐ Bestellkurve _____ dpt			

Prismen	Für Prismen in Gebrauchstafel											
	Anordnung der Refraktionsgläser in der Messgröße (bestimmt vor dem Auge)											
	Spk.	Cyl.	Prisma	Stärke	Schäpe	Auge	Spk.	Cyl.	Prisma	Stärke	Schäpe	
	8											
	4											
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
Zentrierung der Refraktionsgläser in der Messgröße												
☐ PMZ-Fall ☐ Formfall ☐ Sonderfall Messgröße nur z.T. maßgebend an												
horizontal (mm) R _____ L _____ vertikal (mm) R _____ L _____												
Lage der Facette												
Vorzeichenlicher Facettenverlauf des gestrichelten Glases: R ☐ Objektiv ☐ 1/2 zugewandt ☐ 1/3 zugewandt L ☐ Objektiv ☐ 1/2 zugewandt ☐ 1/3 zugewandt												

Fig. 13

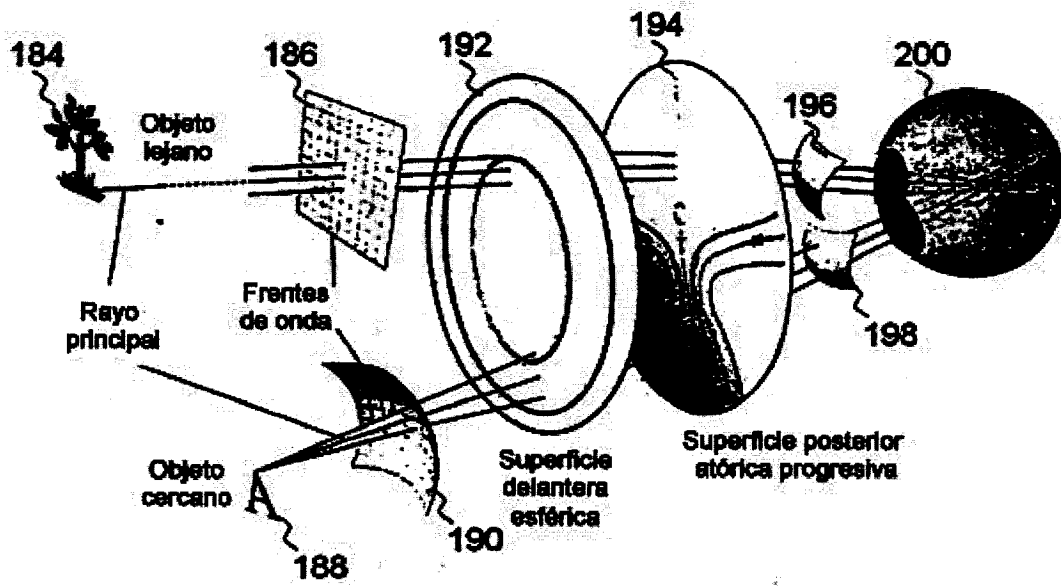


Fig. 14

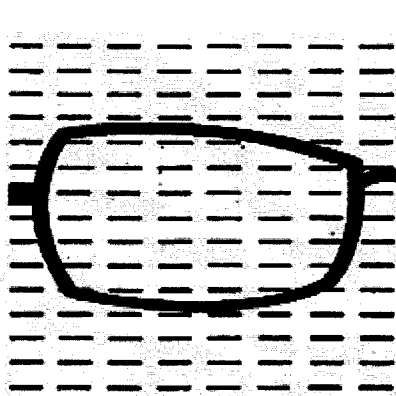


Fig. 15a

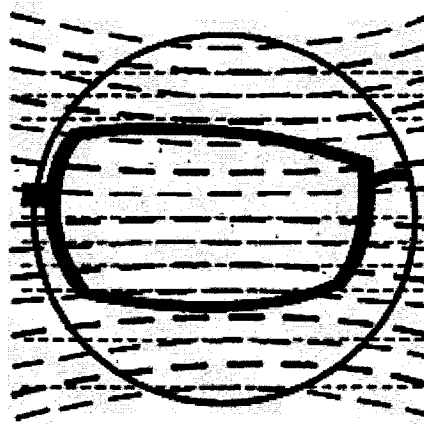


Fig. 15b

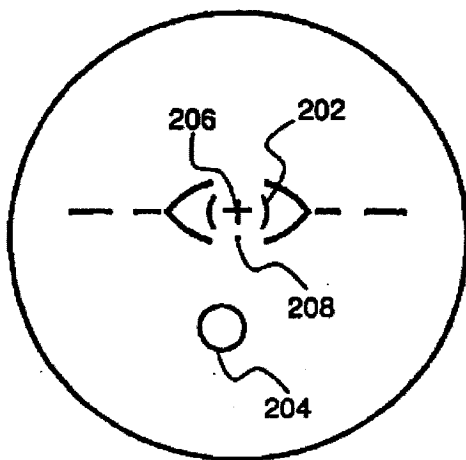


Fig. 16a

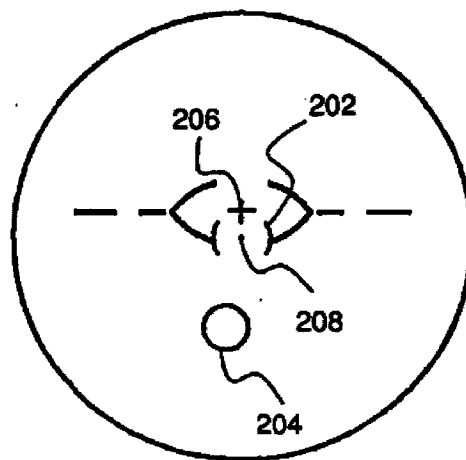


Fig. 16b

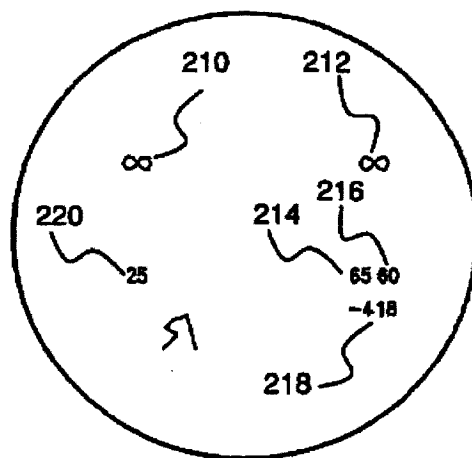


Fig. 17

Impression FreeSign Perfalit 1.6

 Solitaire Ø 56 / 62
 R MDM 
 Gradualmente Gris 10/75%

	⊕	⊞	⊡	⊢	⊣	⊤
	2.00	1.00	35	4.00	45	2.00
	1.65	1.25	38	3.70	36	1.78

  COR  31.7

 32.0  9.0 ° DF 1.2 INS 0.5 BC 6.5
 13.0  15.0 ° DN -15.6  0.0  0.0 PMZ

Fig. 18

Valores de pedido			
	Derecha		Prisma
	Izquierda		Base
	Esfera		Adición
	Cilindro		Valor de pedido
	Eje		Valor de medición teórico
	Diámetro		Minimización grosor centro
Parámetros individuales 		Parámetros de diseño 	
	Distancia córneas-vertice	DF	Punto de diseño lejos
	Ángulo de inclinación de la montura	DN	Punto de diseño cerca
	Inclinación longitudinal	BC	Curva básica
	Distancia pupilar derecha	INS	Inset
	Distancia pupilar izquierda		
Centrado			
	PD esmerilado corregido derecha		PD esmerilado corregido izquierda
	Corrección centrada derecha nasal		Corrección centrada izquierda nasal
	Corrección centrada derecha temporal		Corrección centrada izquierda temporal
	Corrección centrada derecha abajo		Corrección centrada izquierda abajo
	Corrección centrada derecha arriba		Corrección centrada izquierda arriba
PMZ	Centrado parte media de la pupila	FF	Caso fórmula
Información adicional			
CVD Refraktion	Corneal vertex distance refraction	HDEC	Pre descentrado horizontal
Adaptación prisma	Adaptación prisma	MYDN	Distancia principal de visión cerca
RDN	Distancia de refracción cerca		

Fig. 19



Fig. 20a



Fig. 20b

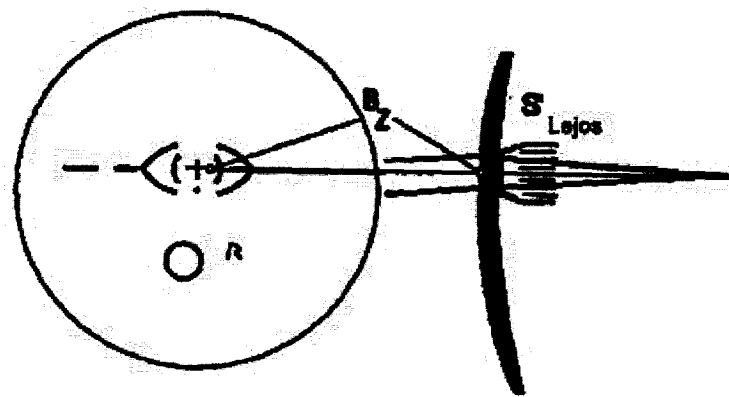


Fig. 21a

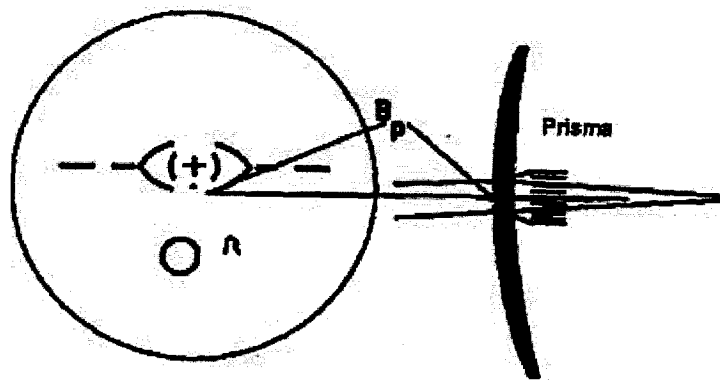


Fig. 21b

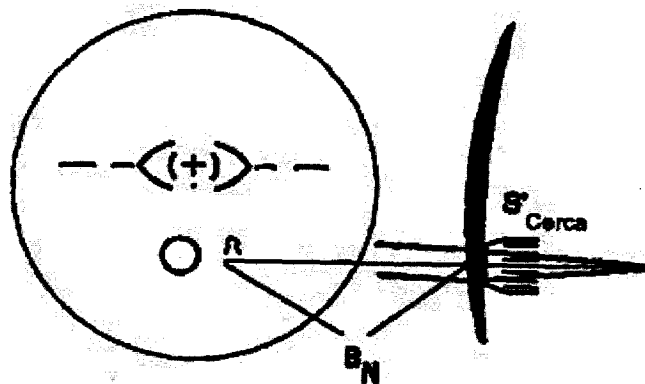


Fig. 21c