

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 823**

51 Int. Cl.:  
**B24B 9/14** (2006.01)  
**G02C 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10290467 .9**  
96 Fecha de presentación: **01.09.2010**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2305424**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2011**

54 Título: **Método de elaboración de un valor de consigna de recorte de una lente oftálmica**

30 Prioridad:  
**14.09.2009 FR 0904382**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**31.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**31.05.2012**

73 Titular/es:  
**Essilor International (Compagnie Générale  
D'Optique)  
147 Rue de Paris  
94220 Charenton le Pont, FR**

72 Inventor/es:  
**Dubois, Frédéric;  
Freson, David y  
Belloni, Eric**

74 Agente/Representante:  
**Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 381 823 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método de elaboración de un valor de consigna de recorte de una lente oftálmica.

### 5 **Ámbito técnico al que se refiere la invención**

La presente invención se refiere de manera general a la preparación de lentes oftálmicas con miras a su encaje en entornos de monturas de gafas de aros completos o de semiaros.

### 10 **Antecedentes tecnológicos**

La parte técnica de la profesión del óptico consiste en montar un par de lentes oftálmicas correctoras sobre una montura de gafas seleccionada por un portador.

15 Este montaje se descompone en tres operaciones principales:

- la adquisición de contornos de los entornos de la montura de gafas seleccionada,

20 - el centrado de cada lente, que consiste en posicionar y orientar convenientemente los contornos adquiridos con respecto a las lentes de manera que, una vez montadas, cada lente se encuentre centrada sobre la pupila del ojo correspondiente del portador, y después

- el mecanizado de cada lente, que consiste en cortarla según este contorno.

25 En el marco de la presente invención, se tiene particularmente más interés en las monturas de gafas con entornos, es decir, en las monturas de gafas de aros completos o de semiaros.

30 El objetivo concreto del óptico es entonces cortar la lente oftálmica de manera que pueda adaptarse mecánica y estéticamente a la forma del entorno correspondiente de la montura seleccionada, al mismo tiempo que se asegura que esta lente ejerza del mejor modo la función óptica para la cual se ha concebido.

35 La operación de mecanizado comprende en particular, en el caso de las monturas de aros completos, una etapa de biselado que permite formar en el canto de la lente un nervio de encaje, denominado comúnmente bisel, apto para encajarse en una ranura, comúnmente denominada bombonera, que corre a lo largo de la cara interior del entorno correspondiente de la montura.

40 Por el contrario, la operación de mecanizado comprende, en el caso de las monturas de semiaros, una etapa de acanalado que permite formar en el canto de la lente una ranura de encaje. Durante el montaje, esta ranura de encaje se acopla sobre un nervio que corre a lo largo de la cara interior del semiaro (o "arcada") correspondiente de la montura. La lente oftálmica se mantiene entonces apoyada contra esta arcada con ayuda de un hilo que se acopla con la ranura de encaje y cuyos extremos se conectan a los extremos de la arcada.

45 Las operaciones de adquisición y mecanizado deben realizarse con cuidado de manera que la lente pueda encajarse perfectamente en su entorno sin esfuerzo y "al primer golpe", es decir, sin necesitar que se reanude el mecanizado (en el caso de las monturas de aros completos o de semiaros) o se adapte a la longitud del hilo (en el caso de las monturas de semiaros).

50 Para adquirir la forma del entorno, se utiliza generalmente un aparato de lectura de contornos que comprende un palpador que viene a captar la forma de la bombonera del entorno o de la ranura de una plantilla representativa de la forma del entorno. No obstante, se constatan al final de este palpado unos errores de captación inherentes al funcionamiento del aparato de lectura. Se observan también al final de la operación de mecanizado unos errores de mecanizado igualmente inherentes al funcionamiento del aparato de recorte.

55 A pesar del cuidado aportado a estas operaciones para reducir estos errores, se observa que ciertas lentes oftálmicas siguen siendo difíciles de montar en sus entornos. Es necesario entonces, para eliminar todo riesgo de desencaje de la lente saliéndose de su entorno, reanudar el mecanizado de la lente y/o modificar la longitud del hilo de nilón, lo que se manifiesta como molesto de realizar.

60 A título de comparación, el documento EP-A-1642678 divulga un procedimiento de la técnica anterior para la elaboración de un valor de consigna de recorte de una lente oftálmica con miras a su montaje en un entorno de una montura de gafas.

### **Objetivo de la invención**

65 A fin de remediar los inconvenientes antes citados del estado de la técnica, la presente invención propone un método de elaboración de un valor de consigna de recorte de una lente oftálmica que permite prever y prevenir

eventuales dificultades de montaje de las lentes oftálmicas en su entorno.

Más particularmente, se propone según la invención un método de elaboración de un valor de consigna de recorte que comprende las etapas que consisten en:

- 5
- a) adquirir la forma de un primer perfil longitudinal de dicho entorno,
- b) construir, sobre una proyección plana de dicho primer perfil longitudinal, al menos dos figuras geométricas predeterminadas, ajustando sus dimensiones a las de dicha proyección plana,
- 10
- c) calcular desviaciones entre la proyección plana de dicho primer perfil longitudinal y cada una de dichas figuras geométricas predeterminadas,
- d) entre figuras geométricas diana, a cada una de las cuales está asociado un parámetro de recorte, seleccionar la
- 15
- figura geométrica diana más próxima al primer perfil longitudinal en función de dichas desviaciones,
- e) calcular dicho valor de consigna de recorte en función de la forma del primer perfil longitudinal y del parámetro de recorte asociado a la figura geométrica diana seleccionada.

20 La solicitante ha observado que una parte de las dificultades de montaje proceden de la forma de los entornos de las monturas de gafas seleccionadas.

En particular, ha observado que la forma alargada de ciertas monturas estaba en el origen de estas dificultades.

25 Estas dificultades resultan del hecho de que la presión del entorno sobre la lente oftálmica no está distribuida uniformemente en tales monturas de gafas. En efecto, cuanto más alargado sea el entorno, mayor es la presión sobre las partes nasal y temporal del entorno, lo que hace difícil el montaje. Además, cuanto más alargado sea el entorno, menor es la presión sobre las partes baja y alta del entorno, lo que puede provocar el desencaje de la lente.

30 Según la invención, el método permite caracterizar la forma del contorno del entorno, a fin de prever las dificultades de encaje que puedan plantearse, de manera que se pueda remediarlas desde el primer mecanizado de la lente. Por tanto, este método permite evitar tener que reanudar el mecanizado de la lente o tener que modificar la longitud del hilo (en el caso de las monturas de semiaros).

35 Otras características ventajosas y no limitativas del método conforme a la invención son las siguientes:

- en la etapa e), por una parte, se determina la forma espacial de un segundo perfil longitudinal resultante de la proyección de dicho perfil longitudinal sobre una superficie característica de dicha lente oftálmica y, por otra parte, se deforma el segundo perfil longitudinal según dos direcciones diferentes, con coeficientes de deformación aplicados a

40

cada dirección, de los cuales al menos uno es función del parámetro de recorte asociado a la figura geométrica diana seleccionada, con el fin de igualar la longitud perimétrica de dicho segundo perfil longitudinal con la longitud perimétrica de dicho primer perfil longitudinal, y se deduce del segundo perfil longitudinal deformado un valor de consigna de esbozo de recorte de la lente oftálmica;

45 - dicha superficie característica es la cara delantera o trasera de la lente oftálmica;

- dicha superficie característica es una superficie situada entre las caras delantera y trasera de la lente oftálmica y paralela a una de estas caras delantera y trasera;

50 - en la etapa e) se determina un valor de consigna de acabado fino del recorte de la lente oftálmica en función del parámetro del recorte asociado a la figura geométrica diana seleccionada;

- en la etapa b) se construyen al menos tres figuras geométricas predeterminadas;

55 - en la etapa b), dichas figuras geométricas predeterminadas comprenden una elipse y/o un rectángulo y/o un rectángulo de esquinas redondeadas;

- en la etapa d), dichas figuras geométricas diana comprenden al menos dichas figuras geométricas predeterminadas;

60

- en la etapa b), las dimensiones de dichas figuras geométricas predeterminadas se ajustan de tal manera que una al menos de dichas figuras geométricas sea circunscrita o inscrita en la proyección plana del primer perfil longitudinal;

65 - en la etapa b), las dimensiones de dichas figuras geométricas predeterminadas se ajustan de tal manera que la desviación entre la proyección plana del primer perfil longitudinal y una al menos de dichas figuras geométricas sea

mínima;

- en la etapa c), dichas desviaciones se calculan determinando el área de la superficie delimitada entre la proyección plana del primer perfil longitudinal y cada una de dichas figuras geométricas;

5 - la determinación de la desviación entre la proyección plana del primer perfil longitudinal y cada figura geométrica comprende las operaciones que consisten en calcular en coordenadas polares unas funciones representativas de dicha proyección plana y de cada figura geométrica, después calcular las series de Fourier asociadas a unas funciones representativas, después calcular los descriptores ( $FD_{n40}$ ,  $FD_{n41}$ ,  $FD_{n42}$ ,  $FD_{n43}$ ) de dichas series de Fourier y, finalmente, deducir dichas desviaciones de dichos descriptores;

- en la etapa d) se calcula la relación de dichas desviaciones y se determina, entre unos intervalos predeterminados asociados cada uno de ellos a una figura diana, el intervalo en el cual se encuentra cada relación;

15 - en la etapa d) se calcula la relación de la longitud a la anchura de un rectángulo circunscrito en el primer perfil longitudinal y se selecciona dicha figura geométrica diana en función igualmente de dicha relación;

- dicho entorno comprende un aro o una arcada equipada con un hilo.

20 La invención concierne igualmente a un procedimiento de parametrage de un dispositivo de preparación de una lente oftálmica con miras a su montaje en un entorno de una montura de gafas, que comprende las operaciones que consisten en:

- elaborar un valor de consigna de recorte de una primera lente oftálmica según el método antes citado,

25 - recortar dicha primera lente oftálmica según el valor de consigna de recorte elaborado,

- medir sobre la lente oftálmica recortada un perfil longitudinal que corre a lo largo de su canto,

30 - calcular una desviación entre la forma del perfil longitudinal medido y la forma del segundo perfil longitudinal deformada,

35 - buscar, en un registro de base de datos en el que cada registro del mismo está asociado a una figura geométrica diana y memoriza una desviación media, el registro que está asociado a la figura geométrica diana seleccionada en la etapa d),

- leer la desviación media memorizada en dicho registro y modificarla en función de la desviación calculada.

40 Ventajosamente entonces, para elaborar el valor de consigna de recorte de otra lente oftálmica según el método antes citado, en la etapa e) se busca en el registro de la base de datos el registro que está asociado a la figura geométrica seleccionada en la etapa d), se lee la desviación media memorizada en este registro y se calcula el coeficiente de deformación del segundo perfil longitudinal en función de esta desviación media leída.

**Descripción detallada de un ejemplo de forma de realización**

45 La descripción que sigue con respecto a los dibujos adjuntos, proporcionada a título de ejemplo no limitativo, hará que se comprenda bien en qué consiste la invención y cómo puede realizarse.

En los dibujos adjuntos:

50 - la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una montura de gafas con aros completos;

- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una montura de gafas con semiaros;

55 - la figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de una lente oftálmica no recortada;

- la figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de lectura de contornos;

60 - las figuras 5 y 6A a 6E muestran unos perfiles longitudinales representativos de la forma de entornos de monturas de gafas de diferentes formas, a los que están superpuestas unas figuras geométricas que caracterizan estas formas, vistos en proyección en un plano medio de los entornos de la montura, sensiblemente perpendicular a las patillas;

65 - la figura 7 es una vista en perspectiva del perfil longitudinal de la figura 5 y de su proyección sobre una cara de una lente de presentación;

- la figura 8 es una vista de frente de la lente oftálmica de la figura 3, en el plano de la figura 5, sobre la cual está superpuesto el perfil longitudinal de la figura 5;

5 - la figura 9 es una vista en perspectiva del perfil longitudinal de la figura 5, de su proyección sobre una cara de la lente oftálmica de la figura 3 y de una deformada de esta proyección con miras al cálculo del valor de consigna de recorte; y

10 - las figuras 10 y 11 son vistas en el plano de la figura 5, que ilustran dos etapas de deformación del perfil longitudinal proyectado de la figura 9.

#### Montura de gafas

15 En las figuras 1 y 2 se han representado dos monturas de gafas 10, 20, respectivamente con aros completos y con semiaros, que comprenden cada una de ellas dos entornos 11, 21.

Más particularmente, en la figura 1 la montura de gafas 10 con aros completos comprende dos aros 11 destinados cada uno de ellos a albergar una lente oftálmica y a posicionarse enfrente de uno de los dos ojos del portador cuando este último lleva dicha montura.

20 Los dos aros 11 están unidos uno a otro por un puente o traviesa 12. Además, cada uno de ellos está equipado con una plaquita nasal 13 apta para reposar sobre la nariz del portador y con una patilla 14 apta para reposar sobre una de las orejas del portador. Cada patilla 14 está articulada sobre el aro correspondiente por medio de un barrilete 15.

25 Los dos aros 11 de la montura de gafas 10 presentan un borde interior en el cual está dispuesta una ranura de encaje, comúnmente denominada bombonera, de sección generalmente en forma de diedro.

30 Los dos aros 11 presentan una combadura no nula. Esta combadura puede caracterizarse por un radio de curvatura medio correspondiente al radio de curvatura de una esfera que pasa por cuatro puntos de la bombonera situados a igual distancia dos a dos.

En la figura 2, los entornos 21 de la montura de gafas 20 con semiaros comprenden cada uno una arcada 21A (o "semiaro") y un hilo de nilón 21B cuyas dos puntas están unidas a los extremos de esta arcada 21A. Estas arcadas 21A y estos hilos de nilón 21B permiten conjuntamente mantener dos lentes sobre la montura de gafas 20.

35 Las dos arcadas 21A están unidas una a otra por una traviesa 22. Cada arcada 21A está equipada con una plaquita nasal 23 apta para reposar sobre la nariz del portador y con una patilla 24 apta para reposar sobre una de las orejas del portador. Cada patilla 24 está articulada sobre la arcada 21A correspondiente por medio de un barrilete 25.

40 Las dos arcadas 21A de la montura de gafas 20 presentan un borde interior en el cual corre un nervio de encaje.

Tal como aparece en la figura 2, la montura de gafas 20 lleva dos lentes de presentación 27 entregadas al óptico con la montura. Estas dos lentes de presentación 27 se utilizarán como plantilla de forma para recortar las lentes oftálmicas que se van a montar sobre la montura de gafas 20.

45 Los dos entornos 21 presentan una combadura no nula. Esta combadura puede caracterizarse por el radio de curvatura de la cara delantera esférica de la lente de presentación 27.

#### Lente oftálmica

50 Como muestra la figura 3, la lente oftálmica 30 presenta dos caras ópticas delantera 31 y trasera 32 y un canto 33.

La cara óptica delantera 31 es aquí esférica y presenta un radio de curvatura conocido.

55 El canto 33 de la lente presenta un contorno inicial circular. No obstante, la lente está destinada a recortarse con la forma del entorno 11, 21 correspondiente a la montura de gafas 10, 20 con el fin de poder encajarse en éste.

En el caso en que la montura seleccionada sea de aros completos (figura 1), la lente oftálmica 30 está destinada más precisamente a recortarse para presentar en su canto 33 un nervio de encaje (o bisel) apto para encajarse en la bombonera del aro 11 correspondiente de la montura de gafas 10.

60 Por el contrario, en el caso en que la montura seleccionada sea de semiaros (figura 2), la lente oftálmica 30 está destinada a recortarse para presentar en su canto 33 una ranura de encaje que es apto para acoplarse sobre el nervio de encaje de la arcada 21A correspondiente de la montura de gafas y que es apta para albergar el hilo de nilón 21B.

65 Esta lente oftálmica 30 presenta unas características ópticas determinadas en función de las necesidades del

portador de las gafas. En particular, presenta unas propiedades de refringencia esférica, cilíndrica y prismática que son propias del portador.

5 Esta lente oftálmica 30 está provista, además, de marcas 34, 35 que permiten una señalización cómoda del referencial óptico de la lente oftálmica 30 para su montaje en la montura de gafas 10, 20 seleccionada por el portador. Estas marcas consisten aquí en unas marcas provisionales 34, 35 en tinta. Como variante, podrían consistir en marcas permanentes, tales como unos micrograbados.

10 Estas marcas comprenden en la presente memoria una cruz de centrado 34 que permite señalar la posición del punto de centrado de la lente, es decir, en el caso de una lente que tenga una potencia óptica exclusivamente esférica, el punto donde el rayo incidente y el rayo transmitido tienen el mismo eje.

15 Comprende además, a una y otra parte de esta cruz de centrado 34, dos trazos de horizonte 35 que señalan la horizontal de la lente oftálmica 30.

Se caracteriza entonces el referencial óptico de la lente oftálmica 30 por una referencia ortonormalizada que comprende un eje horizontal  $X_2$  paralelo a dichos trazos de horizonte 35, un eje de ordenadas  $Y_2$  y un eje normal  $Z_2$  que es perpendicular al plano tangente a la cara delantera de la lente oftálmica 30 en el punto de centrado 34.

#### 20 Terminales cliente y fabricante

La invención presenta una ventaja particular cuando la preparación de las lentes es confiada a fabricantes de lentes distintos de los ópticos, es decir, cuando los ópticos actúan como "libradores de pedidos" que subcontratan la fabricación y el recorte de las lentes a tales fabricantes.

25 Para ilustrar esta configuración, se considera aquí, por una parte, un terminal cliente instalado en el lado de un óptico para hacer el encargo de lentes y, por otra parte, un terminal fabricante instalado en el lado de un fabricante de lentes para la fabricación y el recorte de lentes.

30 El terminal cliente comprende una unidad informático 150 (figura 4), aquí un ordenador de oficina, para registrar y transmitir datos de encargo de lentes oftálmicas, por ejemplo a través de un protocolo de comunicación por IP (de tipo Internet). Estos datos de encargo comprenden datos de prescripción relativos a las correcciones a aportar a los ojos del portador y datos de forma relativos a la montura de gafas 10, 20 seleccionada por el portador.

35 El terminal fabricante comprende a su vez una unidad informática 250 para recibir, registrar y tratar los datos de encargo transmitidos por el terminal cliente. Incluye además un dispositivo de fabricación de lentes oftálmicas que comprende, por ejemplo, medios de moldeo de lentes conforme a los datos de prescripción y unos medios de recorte de lentes conforme a los datos de forma.

#### 40 Aparato de lectura de contornos

45 En el terminal cliente, el óptico dispone aquí de un aparato de lectura de contornos. Este aparato de lectura de contornos es un medio bien conocido por el experto y no constituye, en realidad, el objeto de la invención descrita. Por ejemplo, es posible utilizar un aparato de lectura de contornos tal como el descrito en la patente EP 0 750 172 o comercializado por Essilor International bajo la marca Kappa o bajo la marca Kappa CT.

50 La figura 4 es una vista general de este aparato de lectura de contornos 100, tal como se lo presenta a su usuario. Este aparato comprende una tapa superior 101 que recubre el conjunto del aparato con la excepción de una porción superior central en la cual puede disponerse una montura de gafas 10 o una lente de presentación 27.

55 El aparato de lectura de contornos 100 está destinado a captar, en el caso en que la montura de gafas seleccionada sea de aros completos, la forma de la arista de fondo de la bombonera de cada aro 11 de esta montura de gafas 10. Por el contrario, está destinado a captar, en el caso en que la montura de gafas seleccionada sea de semiaros, la forma del contorno de cada lente de presentación 27.

El aparato de lectura de contornos 100 comprende a este efecto unos primeros medios de bloqueo de una montura de gafas 10 circular y unos segundos medios de bloqueo de una lente de presentación 27.

60 Los primeros medios de bloqueo comprenden un juego de dos mordazas 102 móviles una con respecto a otra para formar un dispositivo de apriete. Cada una de las mordazas 102 está provista de dos pares de tetones 103 móviles para formar dos pinzas adaptadas para apretar la montura de gafas 10 a fin de inmovilizarla.

65 Los segundos medios de bloqueo, no visibles en las figuras, comprenden un espolón que se extiende hasta la porción superior central del aparato y cuyo extremo superior está dispuesto para cooperar con una de las caras de la lente de presentación 27 a fin de inmovilizarla en esta porción superior central.

En el espacio que se deja visible por la abertura de la tapa 101 puede verse un chasis 104. Una platina (no visible) puede desplazarse en traslación sobre este chasis 104 según un eje de transferencia A3. Sobre esta platina está montado de forma giratoria un plato giratorio 105.

5 Por tanto, este plato giratorio 105 es apto para adoptar tres posiciones sobre el eje de transferencia A3, a saber:

- una primera posición en la cual el centro del plato giratorio 105 está dispuesto entre los dos pares de tetones 103 que fijan el aro derecho de la montura de gafas 10,

10 - una segunda posición en la cual el centro del plato giratorio 105 está dispuesto entre los dos pares de tetones 103 que fijan el aro izquierdo de la montura de gafas 10, y

- una tercera posición intermedia en la cual el centro del plato giratorio 105 está situado en el eje del espolón de fijación de la lente de presentación 27.

15 El plato giratorio 105 posee un eje de rotación A4 definido como el eje normal a la cara delantera de este plato giratorio 105 y que pasa por su centro. Está adaptado para pivotar alrededor de este eje con respecto a la platina. Por lo demás, el plato giratorio 105 comprende una lumbrera 106 oblonga en forma de arco de círculo a través de la cual sobresale un palpador 110. Este palpador 110 comprende un vástago de soporte 111 de eje perpendicular al plano de la cara delantera del plato giratorio 105 y, en su extremo libre, un dedo de palpado 112 de eje perpendicular al eje del vástago de soporte 111.

20 El dedo de palpado 112 está dispuesto para seguir por deslizamiento o, eventualmente, rodamiento la arista de fondo de la bombonera de cada aro 11 de la montura de gafas 10.

25 El vástago de soporte 111 está a su vez dispuesto para deslizarse a lo largo del contorno de la lente de presentación 27.

30 El aparato de lectura de forma 100 comprende unos medios de accionamiento (no representados) adaptados, en una primera parte, para hacer que el vástago de soporte 111 se deslice a lo largo de la lumbrera 106 a fin de modificar su posición radial con respecto al eje de rotación A4 del plato giratorio 105, en una segunda parte para hacer que varíe la posición angular del plato giratorio 105 alrededor de su eje de rotación A4 y, en una tercera parte, para posicionar el dedo de palpado 112 del palpador 110 a una altitud más o menos importante con respecto al plano de la cara delantera del plato giratorio 105.

35 En resumen, el palpador 110 está provisto de tres grados de libertad, a saber, un primer grado de libertad p constituido por la aptitud del palpador 110 de moverse radialmente con respecto al eje de rotación A4 gracias a su libertad de movimiento a lo largo del arco de círculo formado por la lumbrera 106, un segundo grado de libertad  $\theta$  constituido por la aptitud del palpador 110 de pivotar alrededor del eje de rotación A4 gracias a la rotación del plato giratorio 105 con respecto a la platina y un tercer grado de libertad z constituido por la aptitud del palpador 110 de trasladarse según un eje paralelo al eje de rotación A4 del plato giratorio 105.

40 Cada punto leído por el extremo del dedo de palpado 112 del palpador 110 es señalado en un referencial, denominado referencial de porte de la montura.

45 Este referencial se caracteriza aquí por una referencia ortonormalizada que comprende un eje horizontal  $X_1$  paralelo a dicho eje de transferencia A3, un eje de ordenadas  $Y_1$  ortogonal a los ejes de transferencia A3 y de rotación A4, y un eje normal  $Z_1$ .

50 El aparato de lectura de contornos 100 comprende además un dispositivo electrónico y/o informático 120 que permite, por una parte, pilotar los medios de accionamiento del aparato de lectura de forma 100 y, por otra parte, adquirir y transmitir a la unidad informática 150 las coordenadas del extremo del dedo de palpado 112 del palpador 110.

#### 55 Procedimiento de elaboración de valores de consigna de recorte

El procedimiento de preparación de una lente oftálmica 30 con miras a su montaje en un entorno 11, 21 de una montura de gafas 10, 20 comprende dos fases principales, a saber, una primera fase de elaboración de un valor de consigna de recorte y una segunda fase de recorte de la lente oftálmica según este valor de consigna de recorte.

60 La segunda fase de recorte se desarrolla generalmente en tres operaciones sucesivas, a saber:

- una operación de esbozo de recorte que consiste en reducir el contorno inicialmente circular de la lente oftálmica a una forma próxima de la deseada, es decir, a una forma próxima a la del entorno de la montura de gafas seleccionada,

65

- una operación de acabado que consiste en formar un nervio de encaje o una ranura de encaje en el canto de la lente oftálmica con miras a su montaje en una montura de gafas respectivamente con aros completos o con semiaros, y

5 - una operación de acabado fino que consiste en pulir el canto de la lente y/o achaflanar sus aristas vivas.

Dado que la invención recae más precisamente sobre la primera fase de elaboración del valor de consigna de recorte, esta segunda fase de recorte bien conocida por el experto no se describirá aquí con más detalle.

10 La primera fase de elaboración del valor de consigna de recorte se descompone en siete operaciones sucesivas.

Primera operación

La primera operación consiste en definir las necesidades del portador de las gafas.

15 Para ello, el portador visita sucesivamente a un optometrista y a un óptico.

El optometrista realiza diferentes exámenes relativos a la agudeza visual del portador con el fin de determinar unas prescripciones que permitirán moldear dos lentes oftálmicas adaptadas a cada uno de los ojos del portador. En particular, determina el tipo unifocal, bifocal o progresivo de las lentes oftálmicas y las propiedades de refringencia esférica, cilíndrica y prismática de estas lentes.

El óptico propone a su vez al portador seleccionar una montura de gafas 10, 20 que le convenga, aquí una montura de gafas de aros completos o de semiaros. A continuación, procede a las mediciones necesarias para el centrado de las lentes oftálmicas sobre la montura seleccionada de manera que, una vez ensambladas en la montura, las lentes sean correctamente centradas enfrente de los ojos del portador a fin de ejercer del mejor modo las funciones ópticas para las cuales son concebidas.

El óptico determina en particular la posición de los puntos pupilares del portador en el referencial de porte de la montura. Estos puntos pupilares corresponden a los puntos dispuestos enfrente de las pupilas del portador en las lentes que equipan la montura seleccionada. Los puntos pupilares son marcados más particularmente con respecto al contorno de cada entorno 11, 21 de la montura de gafas 10, 20 seleccionada por medio de dos parámetros denominados desviación pupilar y altura pupilar. La desviación pupilar corresponde a la distancia horizontal más grande entre el punto pupilar y la zona nasal del entorno. La altura pupilar corresponde a la distancia vertical más grande entre el punto pupilar y la zona baja del entorno.

Segunda operación

La segunda operación consiste en captar las formas de los contornos de los entornos 11, 21 de la montura de gafas 10, 20 seleccionada por medio de un aparato de lectura de contornos 100 tal como el representado en la figura 4.

En un primer momento, la montura de gafas 10 o la lente de presentación 27 se inmoviliza en los medios primeros o segundos de bloqueo del aparato de lectura de contornos 100.

45 Si se trata de una montura de gafas de aros completos, esta última se inmoviliza de tal modo que cada uno de sus aros 11 esté preparado para ser palpado según un trayecto que empieza entre los dos tetones 103 que aprisionan la parte inferior del aro 11 correspondiente de la montura y que sigue a la bombonera del aro 11 a fin de cubrir toda la circunferencia de este aro 11.

50 En posición inicial, cuando el dedo de palpado 112 está dispuesto entre los dos tetones 103, el dispositivo electrónico y/o informático 120 define como nulas la posición angular  $\theta_1$  y la altitud  $z_1$  del extremo del dedo de palpado 112 del palpador 110.

A continuación, los medios de accionamiento hacen pivotar el plato giratorio 105 en una revolución completa. Durante este pivotamiento, los medios de accionamiento imponen un esfuerzo radial constante sobre el palpador 110 en dirección al aro 11 para que el dedo de palpado 112 del palpador 110 se deslice a lo largo de la arista de fondo de la bombonera del aro 11, sin subir a lo largo de los flancos delantero y trasero de la bombonera.

El dispositivo electrónico y/o informático 120 capta durante la rotación del plato giratorio 105 las coordenadas espaciales  $\rho_1, \theta_1, z_1$  de una pluralidad de puntos  $P_1$  de la arista de fondo de la bombonera (por ejemplo, 360 puntos separados angularmente en 1 grado), señalados con la referencia  $X_1, Y_1, Z_1$ . Los 360 puntos palpados  $P_1$  corresponden así a la traza de la arista de fondo de la bombonera en 360 secciones transversales del aro 11 separadas angularmente en 1 grado. Como muestra la figura 9, estos 360 puntos palpados  $P_1$  definen así un primer perfil longitudinal 50 del entorno 11 sensiblemente confundido con la arista de fondo de la bombonera.

65 Si se trata de una montura de gafas de semiaros, una de sus lentes de presentación 27 se inmoviliza en el centro de

la abertura superior central de la tapa 101, de manera que su canto pueda palpase sobre el conjunto de su contorno por el vástago de soporte 111.

5 En posición inicial, cuando el vástago de soporte 111 está dispuesto contra el canto de la lente de presentación 27, el dispositivo electrónico y/o informático 120 define como nula la posición angular  $\theta_1$  del palpador 110.

10 A continuación, los medios de accionamiento hacen pivotar el plato giratorio 105. Durante este pivotamiento, los medios de accionamiento imponen un esfuerzo radial constante sobre el palpador 110 en dirección al eje de rotación A4 para que el vástago de soporte 111 del palpador 110 permanezca en contacto con el canto de la lente de presentación 27.

15 El dispositivo electrónico y/o informático 120 capta durante la rotación del plato giratorio 105 las coordenadas planas  $\rho_1, \theta_1$  de una pluralidad de puntos  $P_1$  del canto de la lente de presentación 27 (por ejemplo, 360 puntos separados angularmente en 1 grado). Estos 360 puntos palpados  $P_1$  definen aquí igualmente un primer perfil longitudinal del entorno 21 de la montura de gafas de semiaros.

20 Después, cualquiera que sea el tipo de aro completo o de semiaro de la montura de gafas seleccionada, las coordenadas planas  $\rho_1, \theta_1$  o espaciales  $\rho_1, \theta_1, z_1$  de los 360 puntos palpados  $P_1$  son transmitidas en seguida por el dispositivo electrónico y/o informático 120 a la unidad informática 150 del terminal cliente.

25 Por supuesto, como variante, las coordenadas del perfil longitudinal del entorno podrían adquirirse de manera diferente, por ejemplo por lectura de un registro de base de datos. Un registro de este tipo comportaría a este efecto una pluralidad de registros que estarían asociados cada uno a un modelo de montura de gafas y que comprenderían cada uno las coordenadas de una pluralidad de puntos que caracterizan las formas de los entornos de este modelo de montura de gafas.

30 Las coordenadas del perfil longitudinal del entorno podrían adquirirse también ópticamente con ayuda de un aparato láser o de un aparato de captura y de tratamiento de imágenes dispuesto para determinar, a partir de un cliché de la montura de gafas seleccionada, las coordenadas de una pluralidad de puntos de cada uno de sus entornos.

Al final de esta segunda operación, la unidad informática 150 del terminal cliente transmite aquí el conjunto de datos adquiridos a la unidad informática 250 del terminal fabricante. Estos datos comprenden en particular las prescripciones del portador y las coordenadas de los 360 puntos palpados  $P_1$ .

35 Estos datos son utilizados entonces para moldear las dos lentes oftálmicas del portador y para mecanizar sus caras ópticas con la forma deseada según unos procedimientos que no son el objeto de la presente invención.

40 A continuación, son utilizados para recortar las lentes oftálmicas así obtenidas a fin de reducir sus contornos a la forma deseada, como será detallado en la continuación de esta exposición.

### Tercera operación

45 La tercera operación consiste en caracterizar la forma de cada entorno 11, 21 para calcular un parámetro de recorte que permita elaborar el valor de consigna de recorte de cada lente oftálmica 30.

Este método de caracterización se realiza a partir de las solas coordenadas planas  $\rho_1, \theta_1$  de los puntos palpados  $P_1$  sobre el aro 11 de la montura de las gafas 10 o sobre la lente de presentación 27.

50 En este método, se considera entonces un perfil proyectado 40 (figura 5) que resulta de la proyección plana del perfil longitudinal del entorno 11, 21 en el plano  $(X_1; Y_1)$  y que, por tanto, está definido por estas coordenadas planas  $\rho_1, \theta_1$ .

El método de caracterización comprende globalmente tres etapas sucesivas que consisten en:

- 55 i) construir al menos dos figuras geométricas 41, 42, 43 predeterminadas alrededor del perfil proyectado 40,
- ii) calcular las desviaciones entre el perfil proyectado 40 y cada una de las figuras geométricas 41, 42, 43 construidas,
- 60 iii) entre las figuras geométricas diana a cada una de las cuales está asociado un parámetro de recorte, seleccionar la figura geométrica diana más próxima al perfil proyectado 40 en función de las desviaciones calculadas.

En la etapa i), la unidad informática 250 construye tres figuras geométricas predeterminadas alrededor del perfil proyectado 40, a saber, un rectángulo 41, una elipse 42 y un rectángulo de esquinas redondeadas 43.

65 El rectángulo 41 se define así como el rectángulo circunscrito al perfil proyectado 40, cuyos dos lados son paralelos

al eje longitudinal  $X_1$ .

En coordenadas cartesianas, las esquinas de este rectángulo 41 presentan entonces las coordenadas siguientes:  $(X_{1min}, Y_{1min}); (X_{1min}, Y_{1max}); (X_{1max}, Y_{1max}); (X_{1max}, Y_{1min})$ . Presenta una longitud horizontal A y una altura vertical B.

La elipse 42 se define aquí como la elipse inscrita en el rectángulo 41. Sus dos semilongitudes son entonces iguales a A/2 y B/2.

El rectángulo de esquinas redondeadas 43 se define igualmente como el rectángulo circunscrito al perfil proyectado 40, cuyos dos lados son paralelos al eje horizontal  $X_1$ . El redondeamiento de sus esquinas presenta un radio de curvatura  $R_{43}$  que se predetermina, por ejemplo igual a 5 mm, o se determina en función de las dimensiones del perfil proyectado 40. El radio  $R_{43}$  se define aquí según la función siguiente:

$$R_{43} = \min (A/5, B/5)$$

Una vez caracterizadas estas tres figuras geométricas 41, 42, 43, la unidad informática 250 determina en coordenadas polares:

- la función representativa del perfil proyectado 40, denotada  $\rho_{40}(t)$ ,
- la función representativa del rectángulo 41, denotada  $\rho_{41}(t)$ ,
- la función representativa de la elipse 42, denotada  $\rho_{42}(t)$ , y
- la función representativa del rectángulo de esquinas redondeadas 43, denotada  $\rho_{43}(t)$ .

Como variante se podría elegir la construcción alrededor del perfil proyectado 40 de otras figuras geométricas, tales como, por ejemplo, un rombo, un pentágono, etc. Por lo demás, las figuras geométricas elegidas podrían ajustarse de manera diferente con respecto al perfil proyectado. Podrían, por ejemplo, inscribirse en el interior del perfil proyectado. Podrían igualmente dimensionarse de tal manera que sea mínima la superficie delimitada entre cada una de ellas y el perfil proyectado.

En la etapa ii), el cálculo de las desviaciones entre el perfil proyectado 40 y cada una de las figuras geométricas 41, 42, 43 se realiza aquí aproximando el área de la superficie delimitada entre el perfil proyectado 40 y cada una de las figuras geométricas 41, 42, 43.

La unidad informática 250 calcula a este efecto los descriptores  $FD_{n40}$  de la serie de Fourier asociada al perfil proyectado 40 según la fórmula siguiente:

$$FD_{n40} = \frac{u_n}{u_0} \quad \text{con, para } n \text{ yendo de } 0 \text{ a } N-1, \quad u_n = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} \rho_{40}(t) \cdot e^{-i \cdot 2\pi \cdot 2\pi \cdot t}$$

Calcula igualmente, según fórmulas matemáticas idénticas, los descriptores  $FD_{n41}$ ,  $FD_{n42}$ ,  $FD_{n43}$  de las series de Fourier asociadas al rectángulo 41, la elipse 42 y el rectángulo de esquinas redondeadas 43.

Estos descriptores de Fourier permiten así calcular una distancia  $d_{41}$  característica de la superficie delimitada entre el perfil proyectado 40 y el rectángulo 41 según la fórmula:

$$d_{41} = \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} |FD_{n41} - FD_{n40}|}$$

Permiten igualmente calcular una distancia  $d_{42}$  característica de la superficie delimitada entre el perfil proyectado 40 y la elipse 42 según la fórmula:

$$d_{42} = \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} |FD_{n42} - FD_{n40}|}$$

Permiten también calcular la distancia  $d_{43}$  característica de la superficie delimitada entre el perfil proyectado 40 y el rectángulo 43 según la fórmula:

$$d_{43} = \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} |FD_{n43} - FD_{n40}|}$$

5 Estas distancias  $d_{41}$ ,  $d_{42}$ ,  $d_{43}$  podrían aproximarse igualmente de otra forma, por ejemplo determinando la distancia media o la desviación tipo que separa los 360 puntos del perfil proyectado 40 de los 360 puntos correspondientes de la figura geométrica 41, 42, 43 considerada.

En la etapa iii), estas tres distancias  $d_{41}$ ,  $d_{42}$ ,  $d_{43}$  son utilizadas para determinar la figura geométrica diana más próxima al perfil proyectado 40.

10 La lista de figuras geométricas diana en la cual se selecciona la figura geométrica diana más próxima al perfil proyectado 40 es aquí más grande que la lista inicial de figuras geométricas construidas alrededor del perfil proyectado 40. Esta lista comprende así (además de un rectángulo, una elipse y un rectángulo de esquinas redondeadas) un cuadrado, un cuadrado de esquinas redondeadas, un círculo y un rectángulo elíptico.

15 Para seleccionar, entre estas figuras geométricas diana, la que está más próxima al perfil proyectado 40, la unidad informática calcula las relaciones de las distancias  $d_{41}$ ,  $d_{42}$ ,  $d_{43}$  calculadas en la etapa anterior según las fórmulas:

$$c_1 = \frac{d_{42}}{d_{41}}$$

$$c_2 = \frac{d_{42}}{d_{43}}$$

20 Calcula además la relación de la longitud A a la altura B del rectángulo 41 según la fórmula:

$$c_3 = \frac{A}{B}$$

25 A continuación, determina, a partir de una tabla de tres entradas  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$ , la figura geométrica diana más próxima al perfil proyectado 40.

Más particularmente aquí, la unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por un cuadrado si:

30 -  $c_1 > 1,05$   
 -  $c_2 > 1,05$  y  
 -  $1,3 > c_3 > 0,7$ .

La unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por un rectángulo (figura 6E) si:

35 -  $c_1 > 1,05$   
 -  $c_2 > 1,05$  y  
 -  $c_3 < 0,7$  o  $c_3 > 1,3$

40 La unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por un cuadrado de esquinas redondeadas si:

-  $0,5 < c_1 < 1,05$ ,  
 -  $c_2 < 1,05$  y  
 -  $1,3 > c_3 > 0,7$

45 La unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por un rectángulo de esquinas redondeadas (figura 6B) si:

50 -  $0,5 < c_1 < 1,05$ ,  
 -  $c_2 > 1,05$  y  
 -  $c_3 < 0,7$  o  $c_3 > 1,3$ .

La unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por un círculo (figura 6D) si:

55 -  $c_1 < 0,5$ ,  
 -  $c_2 < 0,5$  y  
 -  $1,3 > c_3 > 0,7$ .

La unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por una elipse (figura 6A) si:

- $c_1 < 0,5$
- $c_2 < 0,5$  y
- 5 -  $c_3 < 0,7$  o  $c_3 > 1,3$

En caso contrario, la unidad informática 250 caracteriza el perfil proyectado 40 por un rectángulo elíptico (figura 6C).

10 En este estadio, se puede prever que la unidad informática registre la figura geométrica diana asociada a la montura de gafas seleccionada en un registro de base de datos ad hoc. Así, más tarde, cuando otro portador seleccione una montura de gafas del mismo modelo, la unidad informática podrá buscar directamente en este registro de base de datos la figura geométrica diana asociada a esta montura de gafas.

15 La figura geométrica diana seleccionada forma entonces, como se describirá con más detalle en la continuación de esta exposición, un parámetro de recorte que permite elaborar el valor de consigna de recorte de la lente oftálmica 30.

#### Cuarta operación

20 La cuarta operación consiste en un cálculo de la longitud perimétrica  $l_1$  del entorno 11, 21 de la montura de gafas 10, 20 seleccionada.

25 Para elaborar el valor de consigna de recorte, la unidad informática 250 debe determinar en efecto este otro parámetro de recorte de manera que la lente oftálmica 30, una vez recortada, pueda presentar un contorno de longitud perimétrica igual a la longitud perimétrica del entorno 11, 21.

El cálculo de la longitud perimétrica  $l_1$  del entorno 11, 21 difiere según que la montura de gafas 10, 20 seleccionada sea de aros completos o de semiaros.

30 En caso de que la montura de gafas 10 sea de aros completos, el cálculo se realiza a partir de las coordenadas espaciales  $x_{1,i}$ ,  $y_{1,i}$ ,  $z_{1,i}$  de los 360 puntos palpados  $P_{1,i}$ , según la fórmula siguiente:

$$l_1 = \sum_{i=0}^{359} \sqrt{(x_{1,i+1} - x_{1,i})^2 + (y_{1,i+1} - y_{1,i})^2 + (z_{1,i+1} - z_{1,i})^2}$$

35 En el caso de que la montura de gafas 20 sea de semiaros, se conocen únicamente las coordenadas planas  $x_1$ ,  $y_1$  de 360 puntos palpados  $P_1$ , lo que no permite calcular la longitud perimétrica  $l_1$  del entorno 21.

40 Una vez que se ha adquirido el perfil longitudinal en dos dimensiones en el plano ( $X_1$ ;  $Y_1$ ), se trata entonces, como se muestra más particularmente en la figura 7, de deformar este perfil longitudinal adquirido 50 con el fin de conferirle una curvatura (según el eje  $Z_1$ ) que corresponde a la curvatura del entorno 21.

Para ello, la unidad informática determina las coordenadas espaciales  $x_2$ ,  $y_2$ ,  $z_2$  de 360 puntos  $P_2$  de un perfil curvado 51, resultantes de la proyección de los 360 puntos  $P_1$  sobre una superficie de referencia predeterminada.

45 Esta superficie de referencia predeterminada es aquí representativa de la forma de la cara delantera de la lente de presentación 27. Es aquí esférica. Su radio de curvatura  $Rc_1$  es igual a un radio de curvatura medio, calculado a partir de los radios de curvatura de una variedad representativa de lentes de presentación (los radios de curvatura de las lentes de presentación son efectivamente en general idénticos u homólogos).

50 La proyección es aquí una proyección ortogonal según el eje normal  $Z_1$ . Por consiguiente, las coordenadas planas  $x_2$ ,  $y_2$  de los 360 puntos proyectados  $P_2$  del perfil curvado 51 son iguales a las coordenadas planas  $x_1$ ,  $y_1$  de los 360 puntos del perfil longitudinal adquirido 50.

55 Formulando de otra forma, la proyección del perfil longitudinal adquirido 50 consiste, para la unidad informática 250, en un simple cálculo de las altitudes  $z_2$  de los puntos  $P_2$  del perfil curvado 51 en función del radio de curvatura  $Rc_1$  y de las coordenadas planas  $x_1$ ,  $y_1$  de los puntos  $P_1$  según la fórmula siguiente:

$$z_2 = Rc_1 - \sqrt{Rc_1^2 - \rho_1^2}, \text{ con } \rho_1 = (x_1^2 + y_1^2)^{1/2}$$

60 Una vez que las coordenadas espaciales  $x_2$ ,  $y_2$ ,  $z_2$  de los puntos  $P_2$  del perfil curvado 51 son conocidas, la unidad informática 250 calcula entonces la longitud perimétrica  $l_2$  del perfil curvado 51 según la fórmula siguiente:

$$l_2 = \sum_{i=0}^{359} \sqrt{(x_{2j+1} - x_{2j})^2 + (y_{2j+1} - y_{2j})^2 + (z_{2j+1} - z_{2j})^2}$$

Esta longitud perimétrica  $l_2$  del perfil curvado 51 se considera igual a la longitud perimétrica  $l_1$  del entorno 21.

5 Quinta operación

La quinta operación consiste en centrar, orientar y proyectar el perfil longitudinal del entorno 11, 21 sobre la lente oftálmica 30 de tal manera que, una vez ensamblada en la montura de gafas, la lente recortada según este perfil longitudinal proyectado se encuentre convenientemente centrada enfrente de la pupila del ojo correspondiente del portador.

En la etapa de centrado, como se muestra en la figura 8, se trata de poner la referencia de porte de la montura de gafas 10, 20 en coincidencia con el referencial óptico de la lente oftálmica 30.

15 Esta puesta en coincidencia se realiza alineando los ejes horizontales  $X_1, X_2$ , los ejes de ordenadas  $Y_1, Y_2$  y los ejes normales  $Z_1, Z_2$  de las referencias asociadas a estos dos referenciales, y después centrando el punto pupilar (y, por tanto, el perfil longitudinal) señalado en la referencia  $X_1, Y_1, Z_1$  de la montura sobre el punto de centrado 34 señalado en la referencia  $X_2, Y_2, Z_2$  de la lente.

20 En la etapa de orientación, se trata de orientar el perfil longitudinal del entorno 11, 21 alrededor del punto de centrado 34 según un ángulo determinado con respecto a los trazos de horizonte 35 de la lente oftálmica 30. Este ángulo es determinado por el optometrista y, por tanto, está comprendido en las prescripciones del portador. Permite asegurarse que, una vez que la lente está montada en el entorno, la distribución de sus potencias ópticas se acomoda al ojo correspondiente del portador.

25 En la etapa de proyección, se trata de rectificar el perfil longitudinal del entorno 11, 21, que no presenta una curvatura idéntica a la de la lente oftálmica 30, a fin de conferirle tal curvatura.

30 Esta etapa se realiza más precisamente proyectando el perfil longitudinal del entorno 11, 21 sobre la cara delantera 31 de la lente oftálmica 30 con el fin de poder deducir el contorno según el cual deba recortarse la lente oftálmica 30.

35 Por supuesto, como variante, esta proyección podría realizarse sobre otra superficie característica de la lente oftálmica 30. Por ejemplo, podría realizarse sobre la cara trasera 32 de la lente oftálmica 30. Podría realizarse también sobre una superficie intermedia que presente una curvatura idéntica a la de una de las caras delantera 31 y trasera 32 de la lente oftálmica, es decir, sobre una superficie que esté situada entre las caras delantera 31 y trasera 32 de la lente oftálmica 30 y que sea paralela a la superficie de una de estas caras delantera 31 y trasera 32.

40 Como muestra la figura 9, la proyección es aquí una proyección ortogonal según el eje normal  $Z_2$ . Por consiguiente, las coordenadas planas  $x_3, y_3$  de los 360 puntos  $P_3$  del perfil longitudinal proyectado 52 (el "segundo perfil longitudinal") son iguales a las coordenadas planas  $x_1, y_1$  de los 360 puntos del perfil longitudinal adquirido 50.

Formulado de otra manera, la proyección del perfil longitudinal adquirido 50 consiste, para la unidad informática 250, en un simple cálculo de las altitudes  $z_3$  de los puntos  $P_3$  del perfil longitudinal proyectado 52.

45 Dado que la cara delantera de la lente oftálmica 30 es aquí periférica y presenta un radio de curvatura  $Rc_3$  conocido, el cálculo de las altitudes  $z_3$  de los puntos  $P_3$  del perfil longitudinal proyectado 52 se realiza según la fórmula siguiente:

$$z_3 = \sqrt{Rc_3^2 - \rho_1^2} - Rc_3 \text{ con } \rho_1 = (x_1^2 + y_1^2)^{1/2}$$

50 Sexta operación

Una vez que se conocen las coordenadas espaciales  $x_3, y_3, z_3$  de los puntos  $P_3$  del perfil longitudinal proyectado 52, la unidad informática 250 corrige en el curso de la sexta operación la forma del perfil longitudinal proyectado 52 de manera que el perfil longitudinal corregido 53 presente una longitud perimétrica  $l_4$  igual a la longitud perimétrica  $l_1$  del perfil longitudinal adquirido 50.

Esta corrección se realiza en dos etapas, aquí sucesivas, que consisten en:

60 i) estirar, según una función matemática  $f$  dada, el perfil longitudinal proyectado 52 según el eje de ordenadas  $Y_2$  (figura 10), y después en

ii) comprimir el perfil longitudinal estirado 52' según el eje horizontal  $X_2$  hasta igualar las longitudes perimétricas  $l_1, l_4$  del perfil longitudinal corregido 53 y del perfil longitudinal adquirido 50.

5 En la etapa i) el estiramiento del perfil longitudinal proyectado 52 según el eje de ordenadas  $Y_2$  permite asegurar que el canto de la lente oftálmica 30 montada en su entorno 11, 21 se apoye correctamente sobre las partes baja y alta del entorno 11, 21.

10 La función matemática  $f$  de estiramiento de este perfil longitudinal proyectado 52 es independiente de las diferencias entre las longitudes perimétricas de los diferentes perfiles longitudinales.

Esta función matemática  $f$  es una afinidad vectorial alrededor del eje horizontal  $X_2$  (igualmente conocida con el término de "dilación") aplicada a las coordenadas planas  $x_3, y_3$  de los puntos  $P_3$  del perfil longitudinal proyectado 52. Esta afinidad vectorial presenta una relación  $k$ , denominada coeficiente de estiramiento.

15 Esta función puede expresarse así bajo la forma:

$$f(y_3) = y_3' = k \cdot y_3,$$

con  $k$  preferiblemente comprendido entre 1 y 1,05 (véase la figura 10).

20 Este coeficiente de estiramiento  $k$  puede determinarse de diferentes maneras.

25 En un primer modo de realización se puede prever que el coeficiente de estiramiento  $k$  sea constante para el conjunto de los puntos  $P_3$  tratados, pero que se determine en función de al menos la figura geométrica diana seleccionada en el curso de la tercera operación.

A título de ejemplo, se puede prever:

30 - asignar el valor 1 al coeficiente de estiramiento  $k$  si la figura geométrica diana seleccionada es un cuadrado, un cuadrado de esquinas redondeadas, un círculo o una elipse,

- asignar el valor 1,01 al coeficiente de estiramiento  $k$  si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo,

35 - asignar el valor 1,02 al coeficiente de estiramiento  $k$  si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo de esquinas redondeadas,

- asignar el valor 1,03 al coeficiente de estiramiento  $k$  si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo elíptico.

40 Por lo demás, se puede prever eventualmente incrementar o decrementar este coeficiente de estiramiento  $k$  en más o menos 0,005 según que la anchura del perfil longitudinal rectificado 52 (según el eje horizontal  $X_2$ ) sea importante o no.

45 Se podría igualmente prever la modificación de este coeficiente de estiramiento  $k$  en función de otros parámetros, tales como la combadura del entorno 11, 21, la combadura de la lente oftálmica 30 y el material de la montura de gafas 10, 20 seleccionada.

50 Se podría prever así estirar el perfil longitudinal rectificado de manera creciente si la combadura de la lente oftálmica 30 es superior a la del entorno 11, 21 o si la montura de gafas se realiza en un material elásticamente deformable.

En un segundo modo de realización preferencial se puede prever que el coeficiente de estiramiento  $k$  sea una variable que se exprese en forma de una función  $j(x_3)$  y que, por tanto, dependa de la abscisa  $x_3$  del punto  $P_3$  considerado.

55 El coeficiente de estiramiento  $k$  se determina entonces de manera que varíe continuamente según una distribución denominada en semicírculo, a fin de que sea igual a 1 al nivel de los puntos  $P_3$  del perfil longitudinal proyectado 52 cuyas abscisas  $x_{3\max}, x_{3\min}$  son máximas y mínimas, y sea igual a un umbral máximo  $S_{\max}$  superior a 1 al nivel de los puntos  $P_3$  cuyas abscisas  $x_3$  son iguales a la media de las abscisas máximas y mínimas.

60 El coeficiente de estiramiento  $k$  podrán expresarse, por ejemplo, en la forma siguiente:

$$k = j(x_3) = 1 + 4 \cdot S_{\max} \cdot \frac{(x_3 - x_{3\min}) \cdot (x_{3\max} - x_3)}{(x_{3\max} - x_{3\min})^2}$$

Este umbral máximo  $S_{\max}$  se determina entonces en función al menos de la figura geométrica diana seleccionada

en el curso de la tercera operación.

Sea como sea, al final de esta etapa i) la unidad informática 250 obtiene las coordenadas espaciales  $x_3, y_3', z_3$  de los puntos  $P_3'$  del perfil longitudinal estirado 52'.

5 En la etapa ii), modifica las abscisas  $x_3$  de estos puntos  $P_3'$  con el fin de obtener un perfil longitudinal corregido 53 de longitud perimétrica  $l_4$  igual a la longitud perimétrica  $l_1$  del perfil longitudinal adquirido 50.

En el curso de esta etapa, las abscisas  $x_3$  de los puntos  $P_3'$  son modificadas por iteración según la fórmula siguiente:

10 
$$x_{3j+1} = x_{3j} \cdot \left(1 + \frac{l_1 - l_{3j}}{l_1}\right)$$
 siendo  $l_{3j}$  la longitud perimétrica del perfil longitudinal caracterizada por los puntos de coordenadas  $x_{3j}, y_3', z_3$ .

15 Cuando esta longitud perimétrica  $l_{3j}$  deviene igual, más o menos 0,1%, a la longitud perimétrica  $l_1$  del perfil longitudinal adquirido 50, la unidad informática detiene esta iteración y memoriza las coordenadas espaciales  $x_4, y_4, z_4$  de los puntos  $P_4$  del perfil longitudinal corregido 53.

#### Séptima operación

20 La séptima operación consiste en determinar un valor de consigna de esbozo y de acabado del recorte de la lente oftálmica 30 con el fin de recortarla según este perfil longitudinal corregido 53.

Esta séptima operación varía en función de la arquitectura del dispositivo de recorte utilizado. Por tanto, no se expondrá aquí con detalle.

25 Consiste igualmente en determinar un valor de consigna de acabado fino del recorte de la lente oftálmica. Este valor de consigna de acabado fino podrá elaborarse ventajosamente con el fin de pulir la lente según un proceso en función de la figura geométrica diana seleccionada en el curso de la tercera operación.

30 Más particularmente, se podrá prever pulir más intensamente la lente oftálmica, es decir, con una duración más largo y/o con un esfuerzo de pulido incrementado, si la figura geométrica diana seleccionada revela probables dificultades de montaje de la lente oftálmica 30 en su entorno 11, 21.

35 Así, se podrá prever pulir la lente oftálmica 30 en el transcurso de una duración normal si la figura diana seleccionada es un círculo, una elipse o un rectángulo elíptico. Por el contrario, se podrá prever pulirla en el transcurso de una duración más importante si la figura diana seleccionada es un cuadrado, un cuadrado con las esquinas redondeadas, un rectángulo o un rectángulo con las esquinas redondeadas.

40 Por lo demás, previamente a la sexta operación, se podrá prever elaborar la función matemática  $f$  de estiramiento del perfil longitudinal proyectado 52 en función de los errores de dispersión generados naturalmente por el dispositivo de recorte de la lente oftálmica.

45 Por supuesto, estos errores de dispersión están ligados a la arquitectura del dispositivo de recorte. No obstante, presentan efectos más o menos sensibles sobre el recorte de las lentes según que la lente sea recortada con arreglo a una forma más bien rectangular o más bien elíptica.

Así, las lentes oftálmicas recortadas según un perfil longitudinal globalmente rectangular son más sensibles a los errores de dispersión que las lentes oftálmicas recortadas según un perfil longitudinal globalmente elíptico.

50 Para tener en cuenta este fenómeno, se elaboran diferentes funciones matemáticas  $f$  asociadas cada una de ellas a una figura geométrica diana. Para ello, se ayuda uno de un registro de base de datos en el que cada registro está asociado a una figura geométrica diana y memoriza un parámetro de dispersión medio.

55 Para esto, se trasladan unas operaciones de medida sobre una variedad de lentes oftálmicas recortadas según perfiles longitudinales de formas diferentes. La forma de cada perfil longitudinal medido se compara a continuación con el valor de consigna de recorte de la lente considerada, lo que permite calcular para cada lente oftálmica medida, una duración denominada parámetro de dispersión.

60 Se lee luego en el registro de base de datos el parámetro de dispersión medio asociado a la figura geométrica diana seleccionada y se modifica este último en función del nuevo parámetro de dispersión calculado con el fin de afinar el valor del parámetro de dispersión medio.

Se obtiene así un parámetro de dispersión medio para cada tipo de figura geométrica diana. Este parámetro permite así prever el efecto que cada tipo de figura geométrica diana tiene sobre los errores de dispersión.

Así, durante el cálculo de un nuevo valor de consigna de recorte de otra lente oftálmica, la función matemática  $f$  de estiramiento del perfil longitudinal proyectado 52 podrá determinarse leyendo en el registro el valor del parámetro de dispersión medio asociado a la figura geométrica diana seleccionada.

- 5 Generalmente, más allá de un cierto número de lentes medidas, el parámetro de dispersión medio variará poco, puesto que los errores de dispersión permanecerán generalmente restringidos a un intervalo de valores identificado.

Para un dispositivo de mecanización clásico, el parámetro de dispersión será entonces generalmente:

- 10 - reducido si la figura geométrica diana seleccionada es un cuadrado, un cuadrado de esquinas redondeadas, un círculo o una elipse,  
- intermedio si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo o un rectángulo de esquinas redondeadas,  
15 - máximo si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo elíptico.

Por consiguiente, la función matemática  $f$  podrá presentar, por ejemplo, un coeficiente de estiramiento  $k$  (o en el umbral máximo  $S_{max}$ ) sensiblemente igual a:

- 20 - 1 si la figura geométrica diana seleccionada es un cuadrado, un cuadrado de esquinas redondeadas, un círculo o una elipse,  
- 1,015 si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo o un rectángulo de esquinas redondeadas,  
25 - 1,03 si la figura geométrica diana seleccionada es un rectángulo elíptico.

La presente invención no está limitada en absoluto a los modos de realización descritos y representados.

- 30 En particular, las operaciones tercera, cuarta y sexta podrán realizarse, no por la unidad informática 250 del terminal fabricante, sino por cualquier otra unidad informática programada a este efecto, por ejemplo por la unidad informática del terminal cliente.

## REIVINDICACIONES

1. Método de elaboración de un valor de consigna de recorte de una lente oftálmica (30) con miras a su montaje en un entorno (11, 21) de una montura de gafas (10, 20), que comprende una etapa que consiste en:
- 5 a) adquirir la forma de un primer perfil longitudinal (50) de dicho entorno, y caracterizado porque comprende además las etapas que consisten en:
- 10 b) construir, sobre una proyección plana (40) de dicho primer perfil longitudinal (50), al menos dos figuras geométricas predeterminadas (41-43), ajustando sus dimensiones a las de dicha proyección plana (40),
- 15 c) calcular unas desviaciones ( $d_{41}$ - $d_{43}$ ) entre la proyección plana (40) de dicho primer perfil longitudinal (50) y cada una de dichas figuras geométricas predeterminadas (41-43),
- d) entre unas figuras geométricas diana a cada una de las cuales está asociado un parámetro de recorte, seleccionar la figura geométrica diana más próxima al primer perfil longitudinal (50) en función de dichas desviaciones ( $d_{41}$ - $d_{43}$ ),
- 20 e) calcular dicho valor de consigna de recorte en función de la forma del primer perfil longitudinal (50) y del parámetro de recorte asociado a la figura geométrica diana seleccionada.
2. Método según la reivindicación 1, en el que, en la etapa e):
- 25 - se determina la forma espacial de un segundo perfil longitudinal (52), resultante de la proyección de dicho primer perfil longitudinal (51) sobre una superficie característica de dicha lente oftálmica (30),
- se deforma el segundo perfil longitudinal (52) según dos direcciones diferentes, con unos coeficientes de deformación (k) aplicados a cada dirección, de los cuales al menos uno es función del parámetro de recorte asociado a la figura geométrica diana seleccionada, con el fin de igualar la longitud perimétrica ( $l_3$ ) de dicho segundo perfil longitudinal (52) con la longitud perimétrica ( $l_1$ ) de dicho primer perfil longitudinal (50), y
- 30 - se deduce del segundo perfil longitudinal deformado un valor de consigna de esbozo de recorte de la lente oftálmica (30).
- 35 3. Método según la reivindicación 2, en el que dicha superficie característica es la cara delantera (31) o trasera (32) de la lente oftálmica (30).
- 40 4. Método según la reivindicación 2, en el que dicha superficie característica es una superficie situada entre las caras delantera (31) y trasera (32) de la lente oftálmica (30) y paralela a una de estas caras delantera (31) y trasera (32).
- 45 5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, en la etapa e), se determina un valor de consigna de acabado fino del recorte de la lente oftálmica (30) en función del parámetro de recorte asociado a la figura geométrica diana seleccionada.
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que, en la etapa b), se construyen al menos tres figuras geométricas predeterminadas (41-43).
- 50 7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que, en la etapa b), dichas figuras geométricas predeterminadas comprenden una elipse (42) y/o un rectángulo (41) y/o un rectángulo de esquinas redondeadas (43).
- 55 8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que, en la etapa d), dichas figuras geométricas diana comprenden al menos dichas figuras geométricas predeterminadas (41-43).
9. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, en la etapa b), las dimensiones de dichas figuras geométricas predeterminadas (41-43) se ajustan, de tal manera que al menos una de dichas figuras geométricas (41) esté circunscrita o inscrita en la proyección plana (40) del primer perfil longitudinal (50).
- 60 10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, en la etapa b), las dimensiones de dichas figuras geométricas predeterminadas (41-43) se ajustan, de tal manera que la desviación ( $d_{41}$ ) entre la proyección plana (40) del primer perfil longitudinal (50) y al menos una de dichas figuras geométricas (41) sea mínima.
- 65 11. Método según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que, en la etapa c), dichas desviaciones ( $d_{41}$ - $d_{43}$ ) son calculadas determinando el área de la superficie delimitada entre la proyección plana (40) del primer perfil

longitudinal (50) y cada una de dichas figuras geométricas (41-43).

12. Método según la reivindicación 11, en el que la determinación de la desviación ( $d_{41}$ - $d_{43}$ ) entre la proyección plana (40) del primer perfil longitudinal (50) y cada figura geométrica (41-43) comprende las operaciones que consisten en:

- calcular en coordenadas polares unas funciones representativas ( $\rho_{40}(t)$ ,  $\rho_{41}(t)$ ,  $\rho_{42}(t)$ , ( $\rho_{43}(t)$ ) de dicha proyección plana (40) y de cada figura geométrica (41-43),

- calcular las series de Fourier asociadas a estas funciones representativas,

- calcular los descriptores ( $FD_{n40}$ ,  $FD_{n41}$ ,  $FD_{n42}$ ,  $FD_{n43}$ ) de dichas series de Fourier,

- deducir dichas desviaciones ( $d_{41}$ - $d_{43}$ ) de dichos descriptores ( $FD_{n40}$ ,  $FD_{n41}$ ,  $FD_{n42}$ ,  $FD_{n43}$ ).

13. Método según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que, en la etapa d):

- se calcula al menos una relación ( $c_1$ ,  $c_2$ ) entre dichas desviaciones ( $d_{41}$ - $d_{43}$ ), y

- se determina, entre unos intervalos predeterminados asociados cada uno de ellos a una figura geométrica diana, el intervalo en el cual se encuentra cada relación ( $c_1$ ,  $c_2$ ).

14. Método según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que, en la etapa d), se calcula la relación ( $c_3$ ) de la longitud (A) con respecto a la anchura (B) de un rectángulo (41) circunscrito en el primer perfil longitudinal (50), y se selecciona dicha figura geométrica diana en función igualmente de dicha relación ( $c_3$ ).

15. Método según una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que dicho entorno comprende un aro (11) o una arcada (21A) equipada con un hilo (21B).

16. Procedimiento de parametrage de un dispositivo de preparación de una lente oftálmica (30) con miras a su montaje en un entorno (11, 21) de una montura de gafas (10, 20), que comprende las operaciones que consisten en:

- elaborar un valor de consigna de recorte de una primera lente oftálmica según el método de la reivindicación 2,

- recortar dicha primera lente oftálmica según el valor de consigna de recorte elaborado,

- medir sobre la lente oftálmica recortada un perfil longitudinal que corre a lo largo de su canto,

- calcular una desviación entre la forma del perfil longitudinal medido y la forma del segundo perfil longitudinal deformado,

- buscar, en un registro de base de datos en el que cada registro está asociado a una figura geométrica diana y memoriza una desviación media, el registro que está asociado a la figura geométrica diana seleccionada en la etapa d),

- leer la desviación media memorizada en dicho registro y modificarla en función de la desviación calculada.

17. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que, para elaborar el valor de consigna de recorte de otra lente oftálmica según el método de la reivindicación 2, en la etapa e) se busca en el registro de base de datos el registro que está asociado a la figura geométrica diana seleccionada en la etapa d), se lee la desviación media memorizada en este registro, y se calcula el coeficiente de deformación (k) del segundo perfil longitudinal (52) en función de esta desviación media leída.

Fig.1

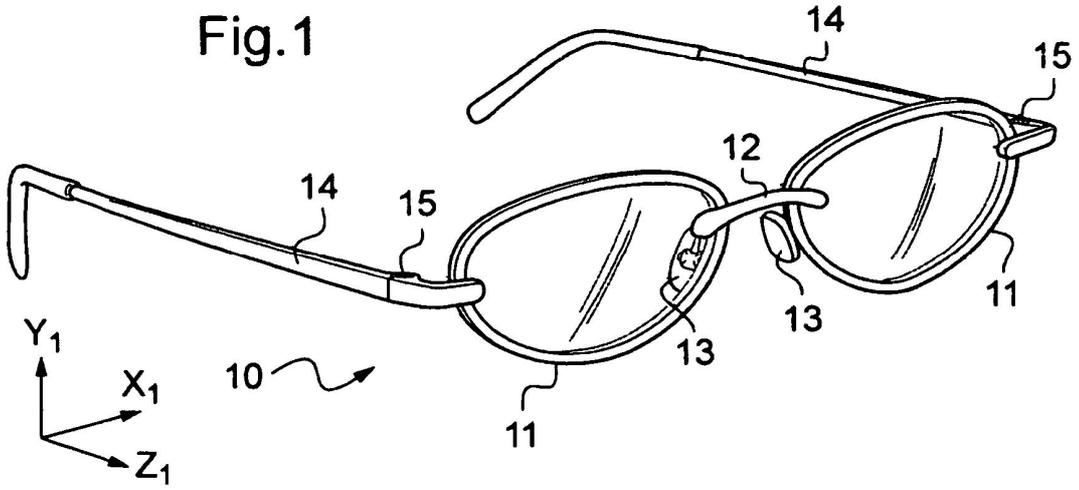


Fig.2

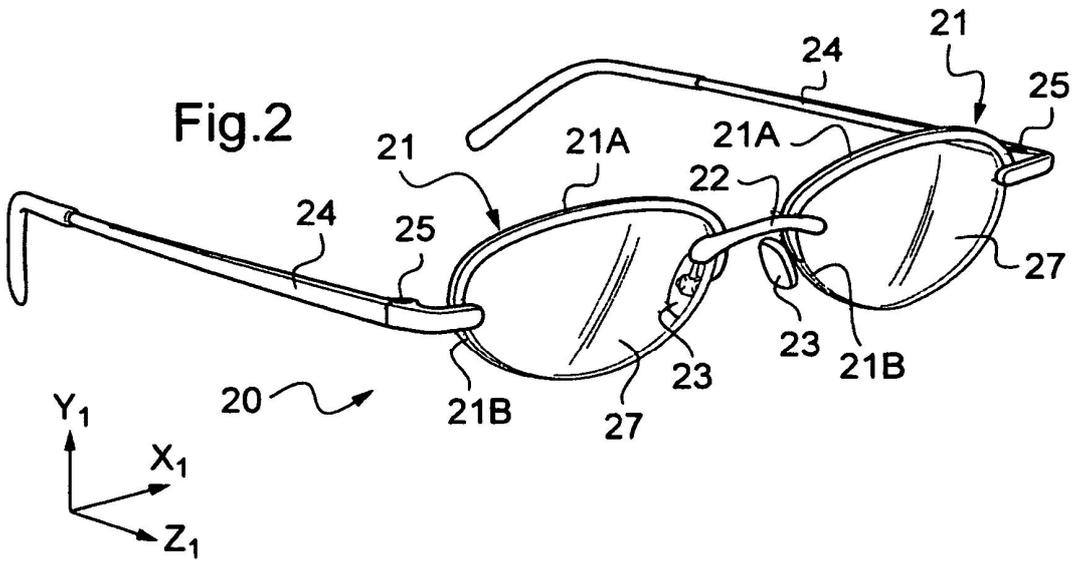
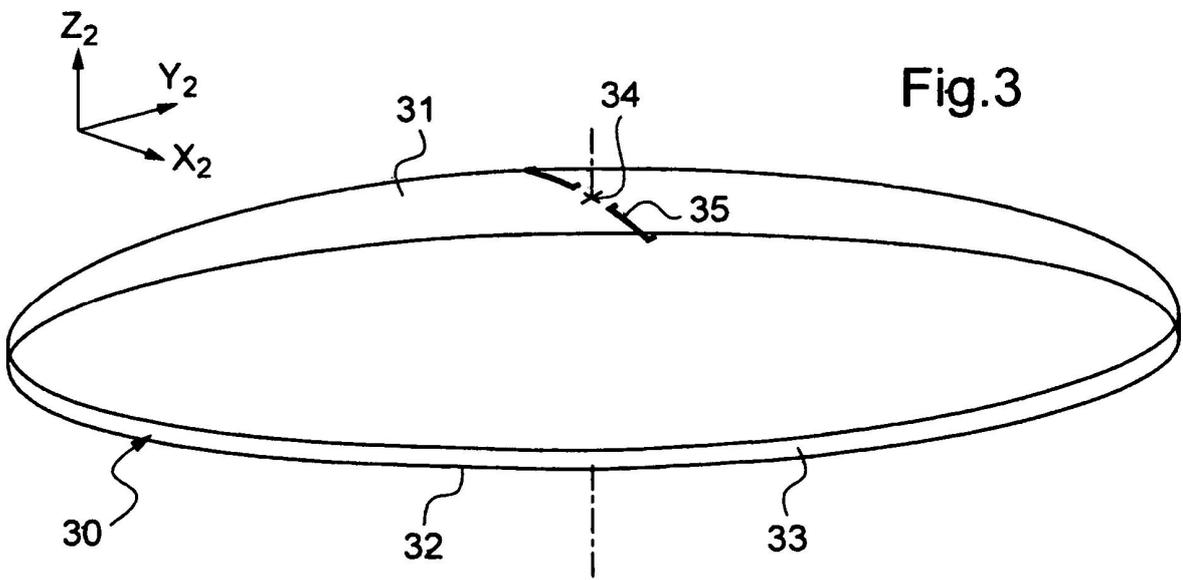
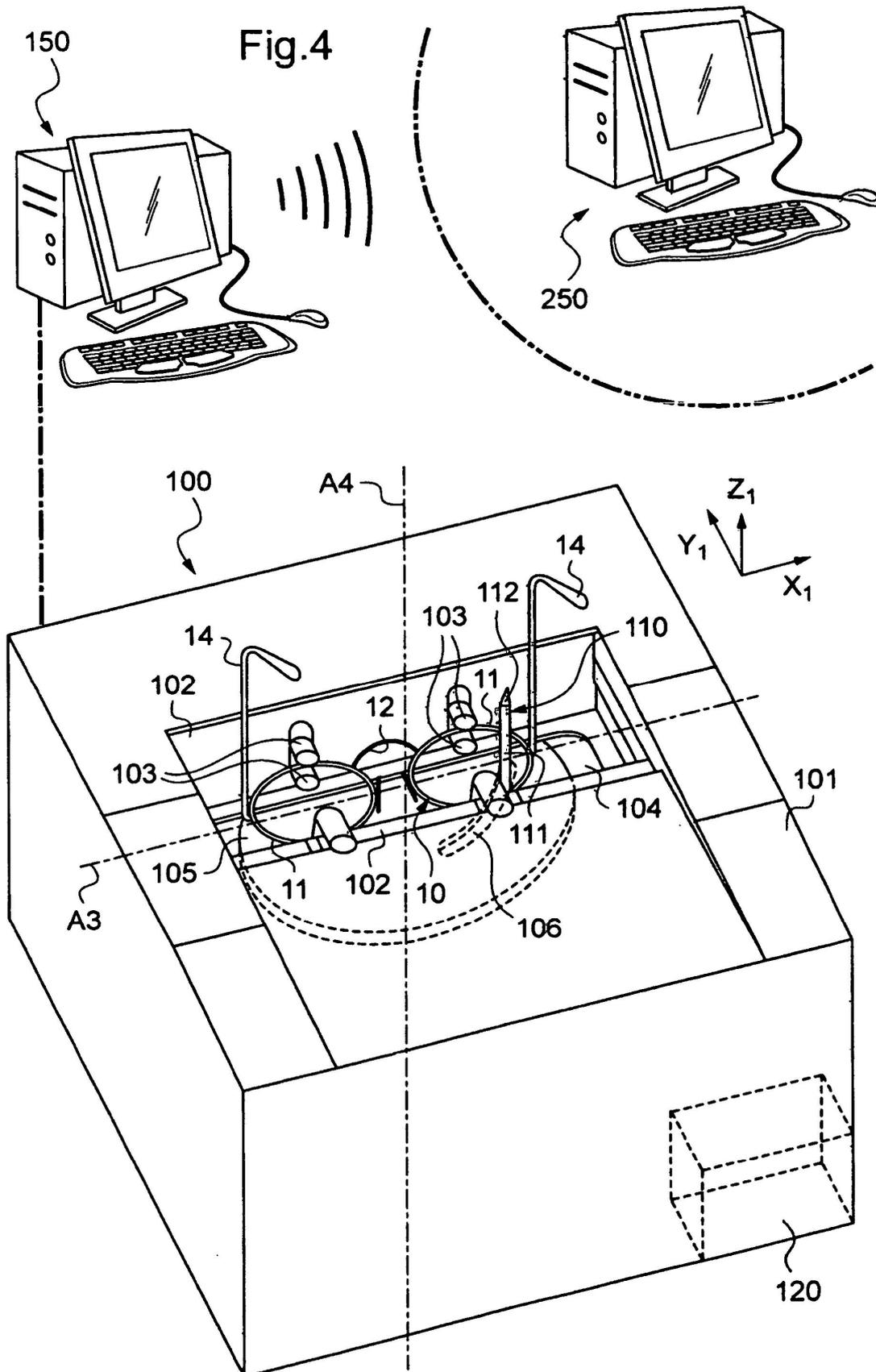
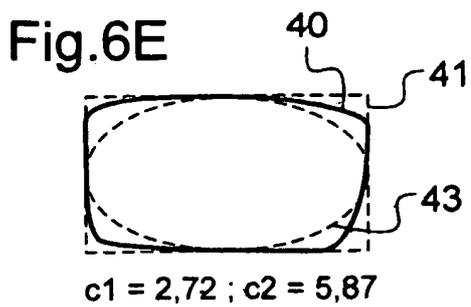
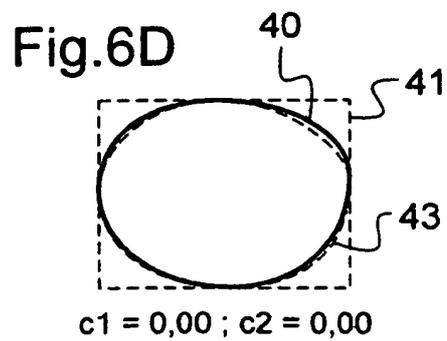
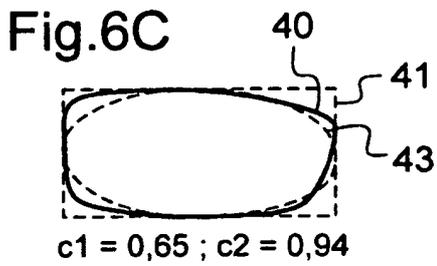
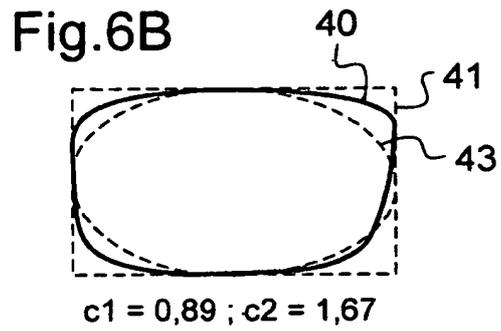
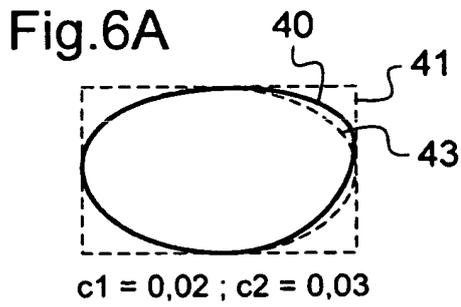
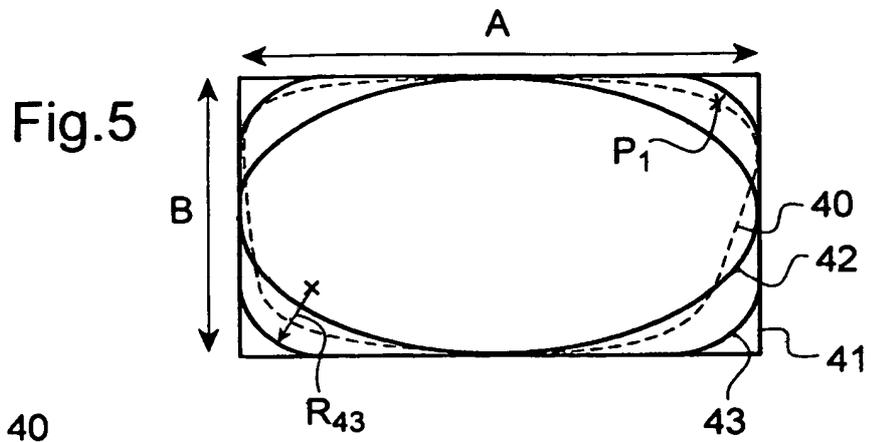


Fig.3







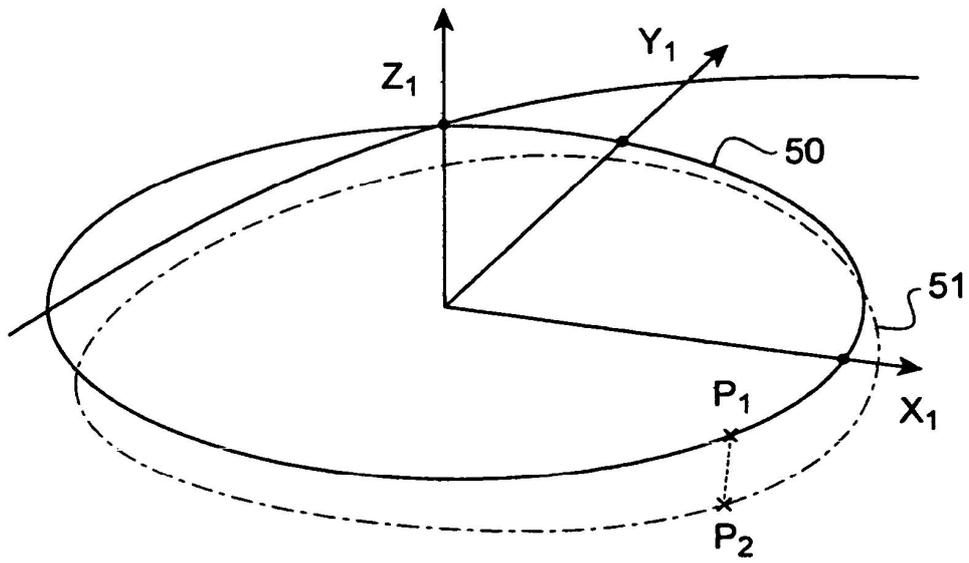


Fig.7

Fig.8

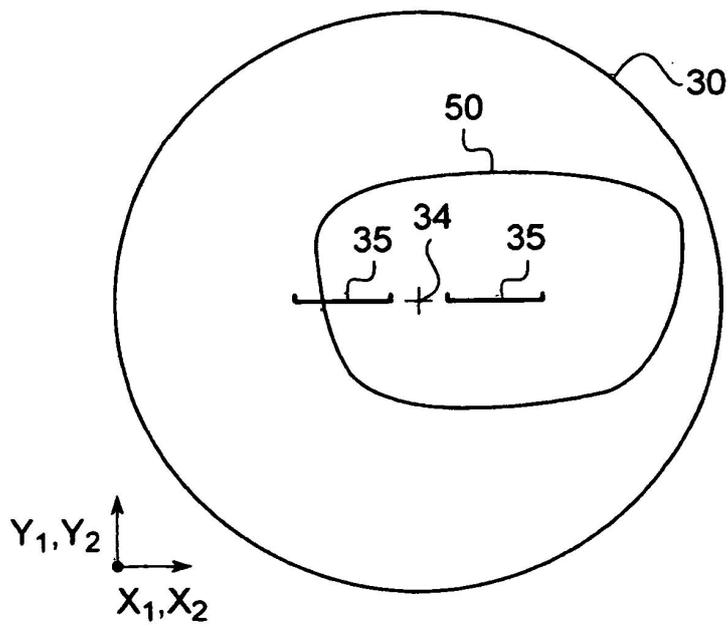


Fig.9

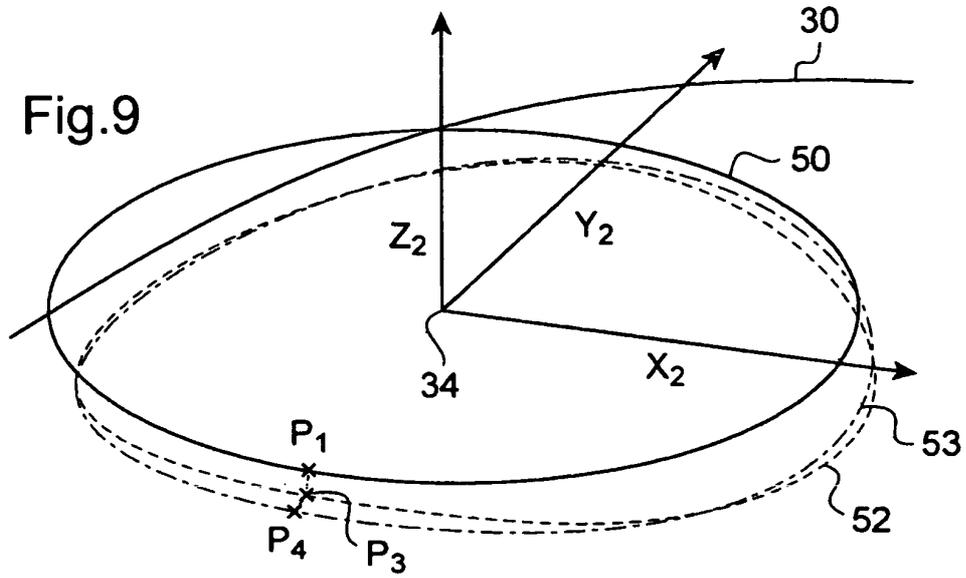


Fig.10

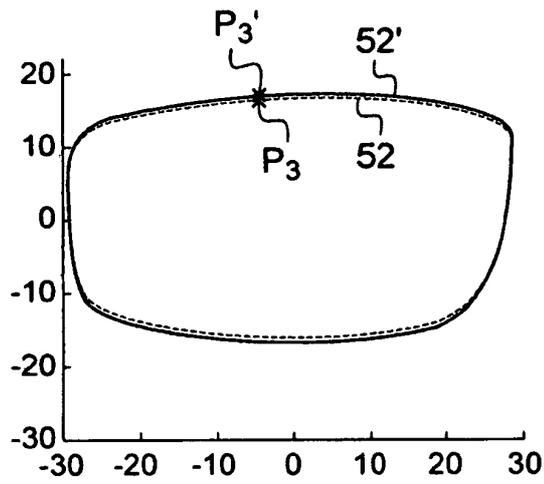


Fig.11

