

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 352**

51 Int. Cl.:

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2015 PCT/EP2015/067339**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2016 WO16020229**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2015 E 15744552 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 3177960**

54 Título: **Gafas que comprenden un par de lentes progresivas**

30 Prioridad:

04.08.2014 EP 14306235

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

18.07.2018

73 Titular/es:

ESSILOR INTERNATIONAL (100.0%)

147, rue de Paris

94220 Charenton-le-Pont, FR

72 Inventor/es:

GRANGER, BÉRANGÈRE y

FRICKER, SÉBASTIEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 676 352 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

Gafas que comprenden un par de lentes progresivas

La presente invención se refiere a gafas que comprenden un par de lentes progresivas, y a un método para producir la primera y segunda lentes de gafas.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La insuficiencia de convergencia o el desorden de convergencia es una anomalía sensorial y neuromuscular del sistema de visión binocular, que consiste en una capacidad reducida de los ojos para girar una hacia el otro, o mantener la convergencia. Se ha observado una disinergia de los movimientos oculares, en particular una diferencia de velocidad entre ambos ojos.

10 Los síntomas y señales asociados con la insuficiencia de convergencia están relacionados con tareas prolongadas centradas en proximidad, exigentes visualmente. Pueden incluir, pero no están limitadas a, diplopía (doble visión), astenopia (estrabismo), visión borrosa transitoria, dificultad en mantener una función visual de cerca, fatiga anormal, dolor de cabeza, y adaptación postural anormal, entre otras.

15 Una solución para tratar a un usuario que tiene insuficiencia de convergencia es que asista a sesiones ortópticas. Sin embargo, el adiestramiento visual puede no siempre funcionar en pacientes con presbicia.

Otra solución consiste en compensar tal insuficiencia de convergencia utilizando un prisma de prescripción para al menos uno de los ojos del usuario. Sin embargo, su eficiencia puede desvanecerse con el tiempo y el valor de prisma tiene entonces que ser incrementado.

20 Por ello, actualmente no hay una solución satisfactoria para un usuario de lente oftálmica que sufre un desequilibrio motor ocular. Esto se aplica en particular a los usuarios que sufren además de presbicia.

La técnica anterior pertinente está descrita en los documentos EP 1 950 601, EP 1 767 983 y EP WO 2014/001494.

Partiendo de esta situación, un objeto de la presente invención consiste en tener en cuenta eficientemente la existencia de un desorden motor ocular tal como la insuficiencia de convergencia cuando se diseña una superficie progresiva.

25 Otro objeto es evitar que los problemas causados por la insuficiencia de convergencia perturben al paciente cuando realiza tareas de visión de cerca.

REUMEN DE LA INVENCIÓN

30 Para satisfacer estos objetos u otros, un primer aspecto de la presente invención propone unas gafas que comprenden lentes progresivas, teniendo cada lente por separado un punto de visión de lejos, un punto de visión de cerca, y una línea meridiana que está definida por un conjunto de las direcciones de la mirada, teniendo cada dirección de la mirada de la línea meridiana un valor de "inset" (desplazamiento horizontal de la zona de cerca hacia el lado nasal con respecto al punto de referencia de la zona de lejos) como una desviación de azimut con respecto a una dirección de la mirada que pasa a través del punto de visión de lejos. El par está comprendido de una primera lente que tiene parte de las direcciones de la mirada que definen la línea meridiana de esta primera lente que tiene valores de "inset" sustancialmente distintos de cero, y una segunda lente en la que todas las direcciones de la mirada que están situadas en la línea meridiana de esta segunda lente entre el punto de visión de lejos y el punto de visión de cerca tienen valores de "inset" sustancialmente iguales a cero.

35 En el contexto de la invención, un valor sustancialmente igual a cero significa que este valor es del orden de entre -1° (grado) y $+1^\circ$, valores límites excluidos. De manera consistente, un valor sustancialmente distinto de cero es menor o igual que -1° , con mayor o igual que $+1^\circ$. Corrientemente, los valores de "inset" que son sustancialmente distintos de cero se refieren a direcciones de la mirada orientadas hacia el lado nasal de cada lente, correspondiente a valores de "inset" positivos por convenio.

40 Cuando el usuario que padece desorden motor ocular, está mirando objetos que oscilan desde una distancia de visión de lejos a una distancia de visión de cerca, uno de sus ojos experimenta dificultades para converger por debajo de una distancia de rotura que es intermedia entre las instancias de visión de lejos y de cerca. Cuando este ojo es equipado con la segunda lente de un par de lentes de acuerdo con la invención, puede proporcionar una visión aguda solamente para la distancia de visión de lejos debido a que la línea meridiana de esta segunda lente no se corresponde con la variación de la dirección de la mirada. El que las imágenes se vuelvan borrosas para visión intermedia y de cerca hace que el ojo con insuficiente capacidad de convergencia deje de converger pronto durante el progreso de reducir la distancia al objeto, evitando así la incomodidad y los síntomas de transiciones incontroladas entre visiones binocular y monocular.

50 De acuerdo con un perfeccionamiento de la invención, una anchura de la zona de visión de lejos para la segunda lente puede ser mayor que la anchura de la zona de visión de lejos para la primera lente. Aunque la visión de lejos es binocular para el usuario equipado con un par de lentes de acuerdo con la invención, la segunda lente puede dedicarse así para

- proporcionar un confort mejorado de visión de lejos. Con este propósito, exhibe un amplio intervalo de direcciones de la mirada de visión de lejos para las que la potencia refractiva media y el astigmatismo producidos por esta segunda lente corresponden a la ametropía del usuario. Una reducción posible en el área de la zona de visión de cerca para la segunda lente del par es menos importante, ya que el ojo correspondiente no es ya eficiente para proporcionar visión para objetos que están situados a corta distancia del usuario. Sin embargo, una reducción en el área de la visión de cerca para la segunda lente del par permite mejorar la visión periférica y reducir los efectos de distorsión/movimiento vacilante, reduciendo los gradientes en el astigmatismo resultante y/o en la potencia refractiva que existen en las zonas laterales. Preferiblemente, una diferencia absoluta entre las anchuras respectivas de la zona de visión de lejos para la primera y segunda lentes puede ser mayor de 4°, preferiblemente mayor de 8°.
- 5
- 10 Realizaciones de la invención pueden también ser mejoradas implementando una o varias de las siguientes características opcionales, por separado o en combinación con las comparaciones anteriores entre las zonas de visión de lejos de ambas lentes:
- una anchura de zona de visión de cerca para la primera lente puede ser mayor que una anchura de zona de visión de cerca para la segunda lente. Preferiblemente, la diferencia absoluta entre las anchuras respectivas de zona de
 - 15 la zona de visión de cerca para la primera y segunda lentes puede ser mayor de 2°, preferiblemente mayor de 4°;
 - el valor de adición para la primera lente puede ser mayor que el valor de adición para la segunda lente. Preferiblemente, la diferencia entre los valores de adición respectivos para la primera y segunda lentes puede estar comprendida entre 0,20 dioptrías y 0,60 dioptrías;
 - el par de lentes progresivas de gafas de acuerdo con la invención puede satisfacer adicionalmente al menos
 - 20 una de las siguientes condiciones:
 - para cada lente, una diferencia en valor máximo de astigmatismo resultante entre el lado nasal y el lado temporal de la lente puede ser menor de un 10% del valor máximo del astigmatismo resultante que existe para esta lente;
 - para cada lente, una diferencia en valor máximo del gradiente de potencia refractiva media entre el lado
 - 25 nasal y el lado temporal puede ser menor del 20% del valor máximo del gradiente de potencia refractiva media que existe para esta lente; y
 - para cada lente, una diferencia en la semi-anchura de la zona de visión entre el lado temporal y el lado nasal puede ser menor del 20% de la mayor de estas semi-anchuras de la zona de visión, para cada caso entre la zona de visión que es la zona de visión de lejos y la zona de visión de cerca, siendo medida cada
 - 30 semi-anchura de la zona de visión a partir de la línea meridiana de la lente correspondiente; y
 - el valor máximo de astigmatismo resultante para la primera lente puede ser menor o igual que un valor de adición de esta primera lente, y otro valor máximo de astigmatismo resultante para la segunda lente puede ser menor o igual que el 90% de un valor de adición de esta segunda lente.

Un segundo aspecto de la invención propone un método para producir gafas que comprenden lentes progresivas, teniendo cada lente por separado un punto de visión de lejos, un punto de visión de cerca, y una línea meridiana, estando definida la línea meridiana por un conjunto de direcciones de la mirada, teniendo cada dirección de la mirada de la línea meridiana un valor de "inset" definido como una desviación de azimuth con respecto a una dirección de mirada que pasa a través del punto de visión de lejos, comprendiendo el método las siguientes operaciones:

35

- /a/ determinar uno de los ojos de del usuario como que es el ojo dominante y el otro de los ojos del usuario como que es el ojo no dominante; y
- 40
- /b/ asignar una primera lente al ojo dominante y una segunda lente al ojo no dominante, definiendo la primera lente con alguna de las direcciones de la mirada la línea meridiana de esta primera lente que tiene un valor de "inset" sustancialmente distinto de cero, y teniendo la segunda lente valores de "inset" sustancialmente iguales a cero para todas las direcciones de la mirada situadas en la línea meridiana de la segunda lente entre el punto de
- 45 visión de lejos y el punto de visión de cerca;
- /c/ a continuación producir opcionalmente la primera y segunda lentes.

El par de lentes que es así proporcionado satisface el primer aspecto de la invención, posiblemente con las mejoras citadas anteriormente.

En algunas implementaciones del método de la invención, la operación /a/ puede comprender realizar un ensayo de convergencia binocular con el usuario, comprendiendo el ensayo las siguientes sub-operaciones:

50

- /a1/ proporcionar un estímulo visual en un plano sagital del usuario, para que este estímulo visual sea mirado fijamente por el usuario; y

5 /a2/ mover de manera continua el estímulo visual dentro del plano sagital desde una distancia máxima a una distancia mínima, y determinar una distancia de rotura entre la distancia máxima y la distancia mínima a la que uno de los ojos del usuario en primer lugar ya no mira fijamente de manera continua el estímulo visual mientras que el otro ojo aún va mirando fijamente de manera continua el estímulo visual para distancias más cortas que la distancia de rotura.

A continuación el ojo que deja de mirar fijamente de manera continua el estímulo visual desde la distancia de rotura es el ojo no dominante, y el otro ojo es el dominante.

Posiblemente, la operación /b/ puede ser llevada a cabo solamente si la distancia de rotura determinada en la sub-operación /a2/ es mayor o igual que 10 cm (centímetros), preferiblemente mayor o igual que 20 cm.

10 Cuando el valor de adición para la primera lente es mayor que el valor de adición para la segunda lente, entonces el valor de adición de la primera lente puede corresponder a un valor de adición que se ha prescrito al usuario.

Estas y otras características de la invención serán descritas a continuación con referencia a las figuras adjuntas, que se refieren a realizaciones preferidas pero no limitativas de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 Las figs. 1 y 2 muestran diagramáticamente sistemas ópticos comprendidos de ojo y lente.

La fig. 3 muestra un trazado de rayos desde el centro de rotación del ojo.

Las figs. 4a a 4c ilustra en un ensayo de convergencia binocular llevado a cabo con el usuario.

Las figs. 5a y 5b son mapas de potencia refractiva media para un par de lentes de acuerdo con la invención.

Las figs. 5c y 5d son mapas de astigmatismo resultante respectivamente para las lentes de las figs. 5a y 5b.

20 Las figs. 6a a 6d corresponden respectivamente a las figs. 5a a 5d para otro par de lentes de acuerdo con la invención.

Para mayor claridad, los tamaños de los elementos que aparecen en las figs. 1 a 4 no corresponden a las dimensiones o relaciones de dimensiones reales. También, algunos signos de referencia que están indicados en algunas diferentes de estas figuras indican elementos idénticos.

DEFINICIONES

25 Las siguientes definiciones son proporcionadas para describir la presente invención.

"Datos de prescripción" son conocidos en la técnica. Los datos de prescripción se refieren a uno o más datos obtenidos para el usuario y que indican para cada ojo una potencia refractiva media P_{FV} de visión de lejos prescrita, y/o un valor de astigmatismo CYL_{FV} prescrito y/o una adicción A prescrita adecuada para corregir la ametropía y/o la presbicia de este ojo. La potencia refractiva media P_{FV} es obtenida sumando el valor medio del valor de astigmatismo CYL_{FV} prescrito al valor de esfera SPH_{FV} prescrito: $P_{FV} = SPH_{FV} + CYL_{FV}/2$. A continuación, la potencia refractiva media para cada ojo para visión próxima, también denominada visión de cerca, es obtenida sumando la adicción A prescrita a la potencia refractiva media P_{FV} de visión de lejos prescrita para el mismo ojo: $P_{NV} = P_{FV} + A$. En el caso de una prescripción para lentes progresivas, los datos de prescripción comprenden datos del usuario que indican para cada ojo valores para SPH_{FV} , CYL_{FV} y A .

35 Una "dirección de la mirada" puede ser identificada por un par de valores de ángulo (α , β), en que los valores de ángulos son medidos a partir de ejes de referencia que se originan en el centro de rotación del ojo (CRE). La fig. 1 es una vista en perspectiva que ilustra tales ángulos α y β utilizados para definir una dirección de la mirada. La fig. 2 es una vista en el plano vertical paralelo al eje antero-posterior de la cabeza del usuario y que pasa a través del centro de rotación del ojo en el caso en el que el parámetro β es igual a 0. El centro de rotación del ojo está etiquetado como Q' . El eje $Q'F'$, mostrado en la fig. 2 en una línea discontinua de puntos, es el eje horizontal que pasa a través del centro de rotación del ojo y que se extiende enfrente del usuario. Así el eje $Q'F'$ corresponde a la dirección de la mirada principal. Este eje corta la superficie frontal de la lente en un punto llamado la cruz de centrado, que está indicada en cada lente para permitir el posicionamiento de la lente en una montura de gafas llevado a cabo por un óptico. La cruz de centrado corresponde a un ángulo α descendente de 0° y a un ángulo β de azimut de 0° . El punto de intersección de la superficie posterior de la lente y del eje $Q'F'$ es el punto O . Una esfera de vértice, de centro Q' y radio q' , está interceptando la superficie posterior de la lente en el punto O del eje horizontal. Como ejemplo, un valor usual para el radio q' es 25,5 mm, que proporciona resultados satisfactorios cuando se están usando las lentes. La imagen de un punto situado en el espacio del objeto en el infinito a lo largo de la dirección OQ' se forma en el punto F' . La distancia OF' corresponde a la longitud focal posterior de la lente.

50 Una dirección dada de la mirada representada por una línea continua en la fig. 1, corresponde a una posición del ojo en rotación alrededor de Q' y a un punto J (véase la fig. 2) de la esfera de vértice. El ángulo β está comprendido entre el eje

Q'F' y la proyección de la línea recta Q'J sobre el plano horizontal que comprende el eje Q'F'. Este ángulo β aparece en la fig. 1. El ángulo α es el comprendido entre el eje Q'J y la proyección de la línea recta Q'J sobre el plano horizontal que comprende el eje Q'F'. Este ángulo α aparece en las figs. 1 y 2. Una dirección dada de la mirada corresponde así a un punto J de la esfera de vértice o a un par (α, β) . Valores positivos para el ángulo α indican direcciones de la mirada orientadas hacia abajo, por debajo del plano horizontal. Valores positivos para el ángulo β de azimut indican direcciones de la mirada para cada ojo que están giradas hacia la nariz del usuario. La cruz de centrado corresponde al ángulo α descendente igual a 0° y el ángulo β de azimut también igual a 0° .

En la lente, para cada dirección (α, β) de la mirada, una potencia refractiva media $PPO_{\alpha,\beta}$, un módulo de astigmatismo $Ast_{\alpha,\beta}$ y un eje $Axe_{\alpha,\beta}$ de este astigmatismo, y un módulo de astigmatismo resultante $Asr_{\alpha,\beta}$ (también llamado residual o indeseado) son definidos de una manera común.

"Ergorama" es una función que asigna a cada dirección de la mirada la distancia usual de un punto objeto. Típicamente, en visión de lejos a lo largo de la dirección principal de la mirada, el punto objeto está en el infinito. En visión de cerca a lo largo de una dirección de la mirada correspondiente esencialmente a un ángulo α del orden de 30° a 36° y a un ángulo β del orden de 5° hacia el lado nasal, la distancia al objeto es del orden de 30 a 50 cm. Para más detalles relativos a una definición posible de un ergorama puede considerarse la patente de los EE.UU 6.318.859. Este documento describe un ergorama, su definición y su método de modelado. El ergorama puede ser una función de la ametropía del usuario.

Utilizando estos elementos, es posible definir una potencia refractiva media y un astigmatismo del usuario para cada dirección de la mirada. Un punto objeto M a una distancia al objeto dada por el ergorama es considerado para una dirección (α, β) de la mirada. Una proximidad de objeto ProxO es definida para el punto M sobre el rayo de luz correspondiente en el espacio objeto como la inversa de la distancia MJ entre el punto M y el punto J de la esfera de vértice:

$$ProxO = 1/MJ$$

Esto permite calcular la proximidad del objeto dentro de una aproximación de lente delgada para todos los puntos de la esfera de vértice, que es utilizada para la determinación del ergorama. Para una lente real, la proximidad del objeto puede ser considerada como la inversa de la distancia entre el punto objeto y la superficie frontal de la lente, sobre el rayo de luz correspondiente.

Para la misma dirección (α, β) de la mirada, en una dirección dada de la mirada, la imagen de un punto M en el espacio objeto, situado a una distancia al objeto dada, es formada entre dos puntos S y T correspondientes a distancias mínima y máxima JS y JT, que serían las longitudes focales locales sagital y tangencial. La cantidad ProxI es llamada proximidad de imagen del punto M:

$$ProxI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

Por analogía con el caso de una lente delgada, puede ser por ello definida, para una dirección dada de la mirada y para una proximidad del objeto dada, es decir para un punto del espacio objeto sobre el rayo de luz correspondiente, una potencia refractiva media PPO como la suma de la proximidad de imagen y de la proximidad del objeto.

$$PPO = ProxO + ProxI$$

Con las mismas notaciones, un astigmatismo Ast es definido para cada dirección de la mirada y para una proximidad del objeto dada como:

$$Ast = \left| \frac{1}{JT} - \frac{1}{JS} \right|$$

Esta definición corresponde al astigmatismo de un haz de rayos creado por la lente.

La fig. 3 es una vista en perspectiva de una configuración en la que los ángulos α y β son distintos de cero. El efecto de rotación del ojo puede así ser ilustrado mostrando una montura fija (x, y, z) y una montura (x_m, y_m, z_m) ligada al ojo. La montura (x, y, z) tiene su origen en el punto Q'. El eje x es el eje Q'O y está orientado desde la lente hacia el ojo. El eje y es vertical y orientado hacia arriba. El eje z es tal que la montura (x, y, z) es ortonormal y directa. La montura (x_m, y_m, z_m) está ligada al ojo y su centro es el punto Q'. El eje x_m corresponde a la dirección de la mirada JQ'. Así, para una dirección principal de la mirada, las dos monturas (x, y, z) y (x_m, y_m, z_m) son la misma. Por simplicidad, el término 'lente' es utilizado en la descripción pero ha de entenderse como el 'sistema ergorama-ojo-lente'.

Para una lente oftálmica progresiva, la "línea meridiana" es el conjunto de todas las direcciones de la mirada que están orientadas hacia objetos situados dentro del plano sagital del usuario de la lente. La posición exacta de cada objeto dentro del plano sagital, como una función del ángulo descendente α , es proporcionada por el ergorama. A continuación el fabricante de la lente diseña la lente oftálmica progresiva de modo que se proporcione la mejor visión al usuario a lo

largo de la línea meridiana. En particular, el astigmatismo resultante es reducido a cero o casi a cero para todas las direcciones de la mirada de la línea meridiana. En particular, una dirección de la mirada de visión de lejos, la cruz de centrado y una dirección de la mirada de visión de cerca están situadas sobre la línea meridiana. Estas direcciones de la mirada de referencia pueden ser recuperadas a partir de marcas permanentes existentes en cada lente oftálmica progresiva de una manera que es bien conocida en la técnica. Posiblemente, puedan ser necesarias instrucciones del fabricante para recuperar las direcciones de la mirada de visión de lejos y de cerca a partir de las marcas permanentes, pero las instrucciones del fabricante están siempre disponibles para el experto en oftalmología. Puede hacerse referencia a este respecto a la norma armonizada ISO 8980-2 publicada el 01-02-2004 (ISO 8980-2:2004). También pueden aplicarse marcas temporales sobre la superficie de una lente oftálmica progresiva, que indican ubicaciones de los puntos de control sobre la lente, tales como un punto de control para visión de lejos, un punto de control para visión de cerca, un punto de referencia de prisma y la cruz de centrado por ejemplo. Si las marcas temporales están ausentes o han sido borradas, siempre es posible para un experto situar los puntos de control sobre la lente utilizando un diagrama de montaje y las micro-marcas permanentes. De hecho, en el artículo 7.1 c) de la norma ISO 8980-2 se especifica que el nombre del fabricante debe estar permanentemente indicado sobre la lente de adición progresiva, y el artículo 8.1 de la misma norma ISO 8980-2 indica información adicional que debe ser especificadas sobre el embalaje o en los documentos adjuntos a la lente. Se hace referencia al Artículo 6 de la ISO 14889:2003 para recordar esta información adicional o información que debe estar disponible a petición al fabricante de la lente. Este último comprende reglas de alineación de la lente para recuperar las ubicaciones de todos los puntos de referencia y puntos de medición que pueden estar marcados de manera no permanente sobre la lente, incluyendo la cruz de centrado, el punto de referencia de prisma, el punto de control de visión de lejos, el punto de control de visión de cerca (artículo 6.2 f) de ISO 14889 que hace referencia de nuevo a los artículos 7.2 a) a e) de ISO 8980-2). Por ello, todos estos puntos son ajustados inequívocamente para cualquier lente oftálmica progresiva, desde el diseño inicial y la fabricación de esta lente, y no pueden ser seleccionados de otro modo cuando se analiza esta lente posteriormente.

Para cualquier dirección de la mirada de la línea meridiana, el "valor de "inset"" indica la diferencia en el valor del ángulo β de azimut entre la dirección de la mirada y la dirección de la mirada de visión de lejos. Realmente, el valor del ángulo β de azimut para la dirección de la mirada de visión de lejos es cero, de manera que el valor de "inset" de cualquier dirección de la mirada de la línea meridiana es igual al valor del ángulo β de azimut de esta dirección de la mirada.

"Semi-anchura temporal de la zona de visión de lejos" es la distancia angular, a un ángulo descendente constante, entre la dirección de la mirada de visión de lejos y una dirección de la mirada en el lado temporal de la lente donde el módulo de astigmatismo resultante alcanza un valor de umbral.

"Semi-anchura nasal de la zona de visión de lejos" es la distancia angular bajo un ángulo descendente constante, entre la dirección de la mirada de visión de lejos y una dirección de la mirada en el lado nasal de la lente donde el módulo de astigmatismo resultante alcanza un valor de umbral.

"Semi-anchura temporal de la zona de visión de cerca" es la distancia angular, bajo un ángulo descendente constante, entre la dirección de la mirada de visión próxima y una dirección de la mirada en el lado temporal de la lente donde el módulo de astigmatismo resultante alcanza un valor de umbral.

"Semi-anchura nasal de la zona de visión de cerca" es la distancia angular bajo un ángulo descendente constante, entre la dirección de la mirada de visión próxima y una dirección de la mirada en el lado nasal de la lente donde el módulo de astigmatismo resultante alcanza un valor de umbral.

El valor de umbral es elegido una vez para todas las semi-anchuras de la zona de visión considerada entre el conjunto $[0,25 D; 0,5 D]$, siendo D la unidad de dioptría.

Los valores de gradiente de potencia refractiva media son evaluados considerando la norma del gradiente para las direcciones de la mirada dentro de un dominio circular centrado en $(\alpha=0^\circ; \beta=0^\circ)$, de radio 40° y excluyendo una región de $\pm 4^\circ$ a lo largo del eje de azimut a cada lado de la línea meridiana.

Los valores de astigmatismo resultante son evaluados para las direcciones de la mirada dentro de un dominio circular centrado en $(\alpha=0^\circ; \beta=0^\circ)$, de radio 40° .

Para una lente oftálmica progresiva que cumple los datos prescritos para un usuario, pueden implementarse numerosas distribuciones posibles para la potencia refractiva media y el astigmatismo resultante sobre toda la lente. Cada distribución tanto de la potencia refractiva media como del astigmatismo resultante como funciones del ángulo descendente α y del ángulo β de azimut es denominado "diseño óptico". A continuación una lente es descrita de manera completa e inequívoca por mapas de potencia refractiva mediante y astigmatismo resultante.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Las figs. 4a y 4b ilustran un ensayo de convergencia que puede ser realizado con el usuario, respectivamente como una vista superior y en el plano sagital del usuario. Un estímulo visual tal como un pequeño objeto es movido dentro del plano sagital desde una distancia máxima d_{max} a una distancia mínima d_{min} . La cabeza del usuario está vertical y la distancia d al objeto es medida desde la base de la nariz del usuario. Por ejemplo, d_{max} es igual a 2 m (metros) y d_{min} es igual a 5 cm

(centímetros). Preferiblemente el ensayo de convergencia puede ser llevado a cabo estando el usuario desprovisto de cualesquiera lentes oftálmicas para gafas. Se le pide al usuario mantenerse en mirar fijamente el estímulo visual mientras se reduce la distancia d al objeto. A continuación, los valores del ángulo β de azimut de la dirección de la mirada son trazados para ambos ojos en función de la distancia d al objeto. β_R y β_L se refieren al ojo derecho y al ojo izquierdo respectivamente. No se han utilizado valores del ángulo descendente α para el ensayo. La fig. 4c reproduce un gráfico típico obtenido a partir de tal ensayo de convergencia. La distancia d al objeto es referida de manera decreciente a lo largo de la dirección horizontal, y los ángulos β de azimut a lo largo de la dirección vertical. Las partes superior e inferior del diagrama corresponden respectivamente al ojo derecho y al ojo izquierdo. A partir del valor d_{max} para la distancia d al objeto, ambos ojos permanecen orientados simultáneamente hacia el estímulo visual, dando como resultado valores del ángulo de azimut que aumentan continuamente. Es posible que ambas pistas sean constantes en pendiente y simétricas con respecto al valor d_{min} . Pero sucede para numerosos usuarios que uno de los ojos deja de estar orientado hacia el estímulo visual cuando la distancia d al objeto se reduce, mientras que el otro ojo permanece estando orientado hacia el estímulo visual continuamente. El valor de la distancia d al objeto que corresponde a la detención de convergencia para uno de los ojos es denominada distancia de rotura e indicada con d_{rotura} . La insuficiencia de convergencia es establecida para un usuario cuando su distancia de rotura d_{rotura} es mayor de 20 cm. Al usuario está principalmente preocupado con la presente invención. Sin embargo, los usuarios con distancias de rotura que oscilan entre 20 cm y 10 cm pueden también beneficiarse de la invención.

El ojo del usuario que determina la distancia de rotura d_{rotura} es llamado ojo no dominante, y el otro ojo del usuario que continúa estando orientado hacia el estímulo visual para distancias al objeto menores que la distancia de rotura es llamado ojo dominante. En el diagrama ejemplar de la fig. 4c, el ojo derecho es dominante y el ojo izquierdo es no dominante.

Se obtienen los datos de prescripción para el usuario. La invención se aplica a un usuario con presbicia, en particular cuando el valor de adquisición prescrito para ambos ojos es distinto de cero. A continuación se proporcionan las lentes de gafas tanto para los ojos derecho como izquierdo del usuario de la siguiente manera de acuerdo con la invención.

Se selecciona un diseño de lente para el ojo no dominante considerando los datos ópticos prescritos para este ojo, pero también seleccionando un diseño de lente con valores de "inset" sobre la línea meridiana que son sustancialmente iguales a cero entre la dirección de la mirada de visión de lejos y la dirección de la mirada de visión de cerca. En particular, los valores de "inset" para las direcciones de la mirada situados en la línea meridiana y entre la dirección de la mirada de visión de lejos y la dirección de la mirada de visión de cerca son menores de 1° .

Se selecciona otro diseño de lente para el ojo dominante, considerando también los datos ópticos que son prescritos para este otro ojo, pero con una forma de la línea meridiana que se adapta a la convergencia experimentada por este ojo para objetos que están situados dentro del plano sagital a distancias variables. Por ello, el diseño de lente que ha de ser utilizado para el ojo dominante exhibe valores de "inset" distintos de cero al menos para todas las direcciones de la mirada en la línea meridiana que están orientadas por debajo de la cruz de centrado. En particular, la dirección de la mirada de visión de cerca puede tener un valor de "inset" mayor de 3° , preferiblemente mayor de 4° , y posiblemente de hasta aproximadamente 7° .

Las figs. 5a y 5c son respectivamente un mapa de potencia refractiva media y un mapa de astigmatismo resultante para una lente dedicada al ojo dominante del usuario, el ojo derecho en el ejemplo. Las figs. 5b y 5d se refieren a la lente dedicada al ojo no dominante, el ojo izquierdo en el mismo ejemplo. Los signos de referencia VL, FC, VP y ML indican respectivamente la dirección de la mirada de visión de lejos, la cruz de centrado, la dirección de la mirada de visión de cerca, y la línea meridiana para cada lente. El valor del ángulo descendente α para la dirección de la mirada de visión de lejos VL es -8° , y para la dirección de la mirada de visión de cerca VP es $+30^\circ$. La unidad para la potencia refractiva media y el astigmatismo resultante es la dioptría. El valor de la potencia refractiva media prescrita para visión de lejos para ambos ojos es de 0,00 dioptrías. Este valor corresponde sustancialmente a la potencia refractiva media que es producida realmente por cada lente en la dirección de la mirada de visión de lejos VL. La adición prescrita para ambos ojos es de 2,00 dioptrías, que también corresponde a un incremento en la potencia refractiva media que es producido por cualquier lente entre la dirección de la mirada de visión de lejos VL y la dirección de la mirada de visión de cerca VP.

Las lentes son producidas utilizando cualquier método de fabricación bien conocido en el campo de las lentes progresivas de gafas. En particular, el proceso de fabricación de free-formTM puede ser utilizado ventajosamente.

Cuando el usuario equipado con las lentes de las figs. 5a a 5d cambia desde objetos que están situados alejados 2 metros de él en el plano sagital a 8° por encima de la dirección de visión principal, a otros objetos situados aproximadamente a 40 cm de él de nuevo en el plano sagital pero por debajo de la dirección de visión principal, ambos ojos comienzan a bajar y a converger. La dirección de la mirada del ojo dominante se mueve hacia abajo a lo largo de la línea meridiana ML de la lente dedicada a este ojo. Pero el ojo no dominante experimenta valores de potencia respectiva media y de astigmatismo resultante que no se adaptan cuando comienzan a converger, debido a que la dirección de la mirada para este ojo se desplaza fuera del canal de la lente correspondiente, que es vertical. Esta forma del canal conduce a que el ojo no dominante detenga su convergencia. Los síntomas debidos al desequilibrio de convergencia en visión binocular son así evitados. Se proporciona una visión exacta al ojo dominante del usuario para todas las direcciones de la mirada en la zona de visión de lejos, zona de visión intermedia, y zona de visión de cerca. El ojo no

dominante experimenta una visión aguda solamente en la zona de visión de lejos de la lente correspondiente, pero no en la zona de visión intermedia ni en la de visión de cerca. Por ello, la zona de visión de cerca y/o el valor de potencia refractiva media para la dirección de la mirada en visión de cerca VP puede ser reducida para el ojo no dominante, para mejorar las condiciones de visión de lejos existentes para este ojo no dominante. Este perfeccionamiento puede ser conseguido reduciendo la anchura horizontal de la zona de visión de cerca y/o utilizando un valor de adición que es menor que el valor prescrito para el ojo no dominante. A continuación, la lente que está dedicada al ojo dominante es optimizada ventajosamente de modo que compense la supresión del ojo no dominante cuando realiza tareas de visión de cerca. Así puede optimizarse para la visión de cerca. En particular, el incremento en la potencia refractiva media que es realmente producido por la lente dedicada al ojo dominante, entre las direcciones de la mirada de visión de lejos y de cerca, corresponde con el valor de adición prescrito para este ojo dominante. Tal optimización correlacionada de ambas lentes puede ser proporcionada por una o varias de las siguientes características:

- la anchura de las zonas de visión de lejos puede ser mayor para el ojo no dominante comparada con la del ojo dominante. En particular, una diferencia de anchura de al menos 4° , preferiblemente de al menos 8° puede preverse entre las zonas de visión de lejos de ambas lentes. Tal anchura puede ser medida para el valor del ángulo descendente de la dirección de la mirada de visión de lejos VL entre ambas curvas del mismo valor de astigmatismo resultante igual a 0,25 dioptrías, situadas en los lados nasales y temporal. Alternativamente, cada anchura de zona de visión de lejos puede ser medida entre curvas del mismo valor de astigmatismo resultante igual a 0,50 dioptrías; y/o

- la anchura de la visión de cerca puede ser mayor para el ojo dominante comparada a la del ojo no dominante. En particular, puede preverse una diferencia de anchura de al menos 2° , preferiblemente de al menos 4° entre las zonas de visión de cerca de ambas lentes. Tal anchura puede ser medida para el valor del ángulo descendente de la dirección de la mirada de visión de cerca VP entre ambas curvas del mismo valor de astigmatismo resultante igual a 0,25 dioptrías, situada en los lados nasal y temporal. Alternativamente, cada anchura de la zona de visión de cerca puede ser medida entre curvas del mismo valor de astigmatismo resultante igual a 0,50 dioptrías; y/o

- el valor de adición de la lente dedicada al ojo no dominante puede ser menor que el de la lente dedicada al ojo dominante. Preferiblemente una diferencia entre los valores de adición respectivos de ambas lentes puede estar comprendida entre 0,20 dioptrías y 0,60 dioptrías.

Es entonces posible producir ambas lentes con un astigmatismo resultante menor que el corrientemente conseguido cuando cada lente es optimizada simultáneamente tanto para visión de lejos como para visión de cerca. En particular, el valor máximo del astigmatismo resultante para la lente dedicada al ojo dominante puede ser menor o igual que el valor de adición de esta lente. Y, el valor máximo del astigmatismo resultante para la otra lente que está dedicada al ojo no dominante puede ser también reducido, en particular a menor o igual a 90% del valor de adición de esta otra lente.

Además, para cada lente, el diseño en el lado nasal de la lente debería ser preferiblemente no demasiado diferente del diseño en el lado temporal de la lente. Con este propósito, los inventores han identificado los siguientes criterios para asegurar que no se causa inconveniencia al usuario por la diferencia de diseño existente entre ambas lentes:

- para cada lente, la diferencia en valor máximo del astigmatismo resultante entre el lado nasal y el lado temporal debería ser menor del 10% del valor máximo del astigmatismo resultante;
- para cada lente, la diferencia en valor máximo del gradiente de potencia refractiva media entre el lado nasal y el lado temporal debería ser menor del 20% del valor máximo del gradiente de potencia refractiva media; y
- para cada lente, una diferencia entre la semi-anchura nasal de la zona de visión y la semi-anchura temporal de la zona de visión debería ser menor del 20% de la semi-anchura de la zona de visión máxima, para cada caso entre la zona de visión que es la zona de visión de lejos y la zona de visión de cerca. Cada semi-anchura de la zona de visión puede ser medida para este propósito desde la línea meridiana ML.

Las figs. 6a a 6d ilustran tal perfeccionamiento de la invención. El valor de potencia refractiva media que es producido por ambas lentes es cero de nuevo para la dirección de la mirada de la visión de lejos VL. El valor de adición producido por la lente dedicada al ojo dominante es de 2,25 dioptrías (fig. 6a), y el producido por la lente dedicada al ojo no dominante es de 2,00 dioptrías (fig. 6b). La anchura de la zona de visión denominada W_{VL} y medida en el valor de ángulo descendente de la dirección de la mirada de la visión de lejos VL es $59,4^\circ$ para el ojo dominante (fig. 6c), y mayor que la extensión de la lente transversal para el ojo no dominante (fig. 6d). La anchura de la zona de visión de cerca, denominada W_{VP} y medida en el valor de ángulo descendente de la dirección de la mirada de visión de cerca VP, es de 14° para el ojo dominante, y de $11,6^\circ$ para el ojo no dominante. Las otras características ópticas de este otro par de lentes de acuerdo con la invención son:

-para el ojo dominante (figs. 6a y 6c):

valor máximo de astigmatismo resultante en el lado temporal: 2,06 D (significando D dioptría)

valor máximo de astigmatismo resultante en el lado nasal: 2,22 D

ES 2 676 352 T3

el valor máximo de astigmatismo resultante es menor que el valor de adición

la diferencia de astigmatismo resultante entre los lados nasal y temporal: menor del 8% del valor de astigmatismo resultante máximo de 2,22 D

el valor máximo de gradiente de potencia refractiva media en el lado temporal: 0,097 D/grado

5 valor máximo del gradiente de potencia refractiva media en el lado nasal: 0,113 D/grado

diferencia de gradiente de potencia refractiva media entre los lados nasal y temporal: menor del 15% del valor de gradiente máximo de 0,113

semi-anchura temporal de la zona de visión de lejos: 31,1 grados

semi-anchura nasal de la zona de visión de lejos: 28,3 grados

10 diferencia de semi anchura de la zona de visión de lejos entre los lados nasal y temporal: menor del 10% de la semi-anchura temporal de la zona de visión de lejos

semi-anchura temporal de la zona de visión de cerca: 7,3 grados

semi-anchura nasal de la zona de visión de cerca: 6,7 grados

15 diferencia de semi-anchura de la zona de visión de cerca entre los lados nasal y temporal: menor del 9% de la semi-anchura temporal de la zona de visión de cerca

- para el ojo no dominante (figs. 6b y 6d):

valor máximo de astigmatismo resultante en el lado temporal: 1,74 D

valor máximo de astigmatismo resultante en el lado nasal: 1,67 D

el valor máximo del astigmatismo resultante es menor del 90% del valor de adición

20 diferencia de astigmatismo resultante entre los lados nasal y temporal: menor del 5% del valor de astigmatismo resultante máximo de 1,74 D

valor máximo de gradiente de potencia refractiva media en el lado temporal: 0,090 D/grado

valor máximo del gradiente de potencia refractiva media en el lado nasal: 0,100 D/grado

25 diferencia de gradiente de potencia refractiva media entre los lados nasal y temporal: menor del 10% del valor de gradiente máximo de 0,100 D/grado

semi-anchura temporal de la zona de visión de lejos: 50,3 grados

semi-anchura nasal de la zona de visión de lejos: 51,4 grados

diferencia de semi-anchura de la zona de visión de lejos entre los lados nasal y temporal: menor del 3% de la semi-anchura temporal de la zona de visión de lejos

30 semi-anchura temporal de la zona de visión de cerca: 5,5 grados

semi-anchura nasal de la zona de visión de cerca: 6,1 grados

diferencia de semi-anchura de la zona de visión de cerca entre los lados nasal y temporal: menor del 10% de la semi-anchura temporal de la zona de visión de cerca.

35 En este ejemplo las anchuras y semi-anchuras de la zona de visión son evaluadas con respecto a una curva iso-paramétrica de astigmatismo resultante de 0,50 dioptrías.

REIVINDICACIONES

1. Gafas que comprenden un par de lentes progresivas, destinadas a ser utilizadas por un usuario, teniendo cada lente por separado un punto (VL) de visión de lejos, un punto (VP) de visión de cerca, y una línea meridiana (ML) definida por un conjunto de direcciones de la mirada, teniendo cada dirección de la mirada de la línea meridiana un valor de "inset" definido como una desviación de azimut con respecto a una dirección de la mirada que pasa a través del punto de visión de lejos, estando comprendido el par de una primera lente que tiene algunas de las direcciones de la mirada que definen la línea meridiana de dicha primera lente que tiene valores de "inset" sustancialmente distintos de cero, y de una segunda lente en la que todas las direcciones de mirada situadas en la línea meridiana de esta segunda lente entre el punto de visión de lejos y el punto de visión de cerca tienen valores de "inset" sustancialmente iguales a cero.
2. Gafas según la reivindicación 1, en las que una anchura de una zona de visión de la segunda lente es mayor que una anchura de zona de visión de lejos de la primera lente, siendo medida la anchura de la zona de visión de lejos para el valor del ángulo descendente de la dirección VL de la mirada de visión de lejos entre ambas curvas del mismo valor de astigmatismo resultante igual a 0,25 dioptrías, situadas en los lados nasales y temporal.
3. Gafas según la reivindicación 2, en las que una diferencia absoluta entre las anchuras respectivas de la zona de visión de lejos para la primera y segunda lentes es mayor de 4°, preferiblemente mayor de 8°.
4. Gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en las que una anchura de la zona de visión de cerca de la primera lente es mayor que una anchura de zona de visión de cerca de la segunda lente, siendo medida la anchura de la zona de visión de cerca para el valor del ángulo descendente de la dirección VP de la mirada de visión de cerca entre ambas curvas del mismo valor de astigmatismo resultante igual a 0,25 dioptrías, situadas en los lados nasal y temporal.
5. Gafas según cualquiera la reivindicación 4, en las que una diferencia absoluta entre las anchuras respectivas de la zona de visión de cerca para la primera y segunda lentes puede ser mayor de 2°, preferiblemente mayor de 4°.
6. Gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en las que un valor de adición de la primera lente es mayor que un valor de adición de la segunda lente.
7. Gafas según cualquiera la reivindicación 6, en las que una diferencia entre los valores de adición respectivos de la primera y segunda lentes está comprendida entre 0,20 dioptrías y 0,60 dioptrías.
8. Gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que satisfacen al menos una de las condiciones siguientes:
- para cada lente, una diferencia en valor máximo del astigmatismo resultante entre el lado nasal y el lado temporal de la lente es menor del 10% del valor máximo del astigmatismo resultante que existe para dicha lente;
 - para cada lente, una diferencia en valor máximo del gradiente de potencia refractiva media entre el lado nasal y el lado temporal es menor del 20% del valor máximo del gradiente de potencia refractiva media que existe para dicha lente; y
 - para cada lente, una diferencia entre una semi-anchura nasal de la zona de visión y una semi-anchura temporal de la zona de visión es menor del 20% de la mayor de las semi-anchuras nasal y temporal de la zona de visión, para cada caso entre la zona de visión que es la zona de visión de lejos y la zona de visión de cerca, y siendo medida cada semi-anchura de la zona de visión desde la línea meridiana.
9. Gafas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en las que un valor máximo de astigmatismo resultante para la primera lente es menor o igual que un valor de adición de dicha primera lente, y otro valor máximo de astigmatismo resultante para la segunda lente es menor o igual al 90% de un valor de adición de dicha segunda lente.
10. Método para producir la primera y segunda lentes de gafas que comprende un par de lentes progresivas, teniendo cada lente por separado un punto de visión de lejos (VL), un punto de visión de cerca (VP), y una línea meridiana (ML), estando definida la línea meridiana por un conjunto de direcciones de la mirada, teniendo cada dirección de la mirada de la línea meridiana un valor de "inset" definido como una desviación de azimut con respecto a una dirección de la mirada que pasa a través del punto de visión de lejos, comprendiendo el método las siguientes operaciones:
- /a/ determinar uno de los ojos del usuario como el ojo dominante y el otro de los ojos del usuario como el ojo no dominante; y
 - /b/ asignar una primera lente al ojo dominante y una segunda lente al ojo no dominante, definiendo la primera lente con alguna de las direcciones de la mirada la línea meridiana de esta primera lente que tiene un valor de "inset" sustancialmente distinto de cero, y teniendo la segunda lente valores de "inset" sustancialmente iguales a cero para todas las direcciones de la mirada situadas en la línea meridiana de la segunda lente entre el punto de visión de lejos y el punto de visión de cerca;
 - /c/ producir la primera y segunda lentes.

11. Método según la reivindicación 10, en el que la operación /a/ comprende realizar un ensayo de convergencia binocular con el usuario, comprendiendo el ensayo las siguientes sub-operaciones:

/a1/ proporcionar un estímulo visual en un plano sagital del usuario, para que dicho estímulo visual sea mirado fijamente por el usuario; y

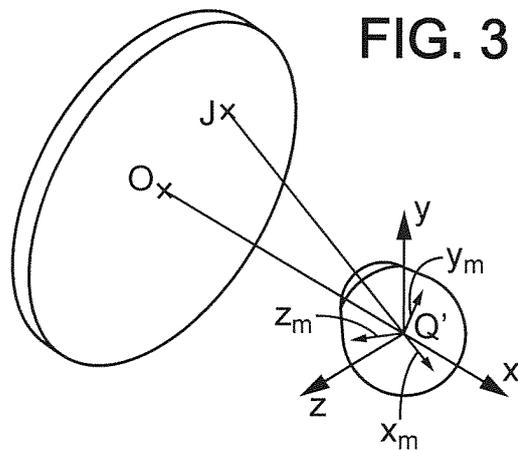
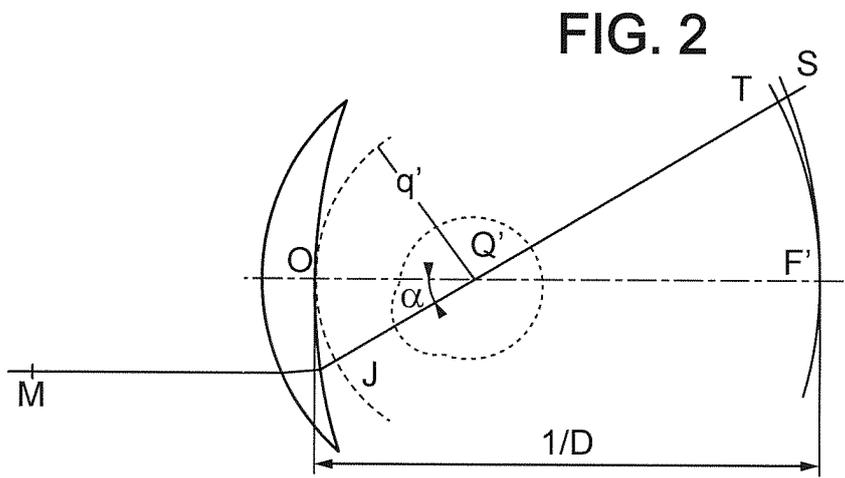
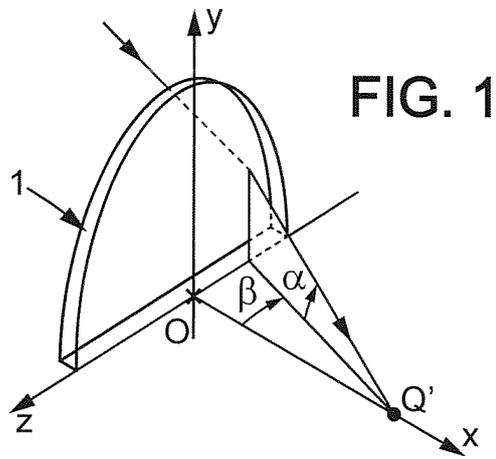
5 /a2/ mover de manera continua el estímulo visual dentro del plano sagital desde una distancia máxima (d_{max}) a una distancia mínima (d_{min}), y determinar una distancia de rotura (d_{rotura}) entre la distancia máxima y la distancia mínima en la que uno de los ojos del usuario en primer lugar ya no mira fijamente de manera continua el estímulo visual mientras que el otro ojo aún va mirando fijamente de manera continua el estímulo visual para distancias más cortas que la distancia de rotura

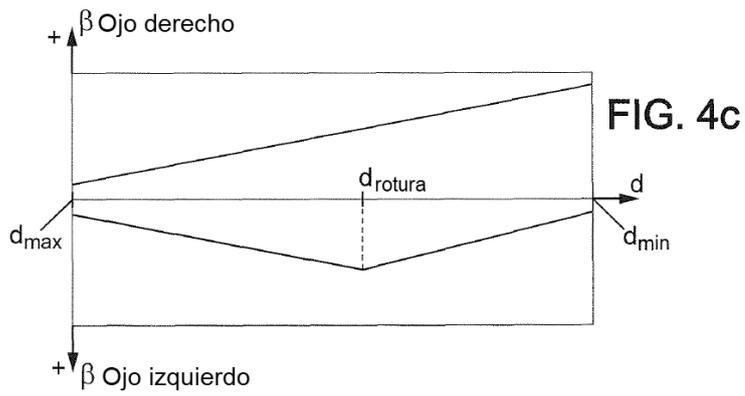
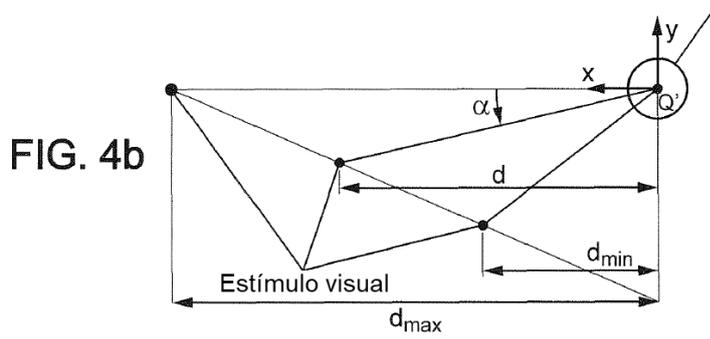
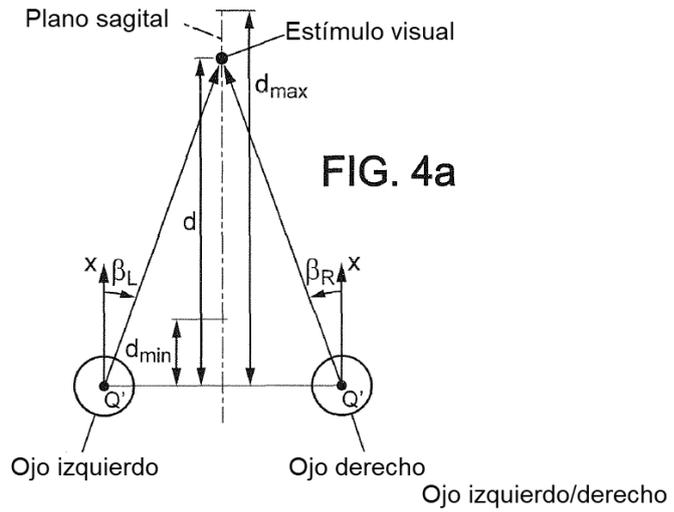
10 y siendo el ojo que deja de mirar fijamente de manera continua en el estímulo visual desde la distancia de rotura el ojo no dominante, y siendo el otro ojo el ojo dominante.

12. Método según la reivindicación 11, en el que la operación /b/ es llevada a cabo si la distancia de rotura determinada en la sub-operación /a2/ es mayor o igual que 10 cm, preferiblemente mayor o igual que 20 cm.

15 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el par de lentes progresivas de gafas cumple cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9.

14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el par de lentes progresivas de gafas cumple las reivindicación 6 o 7, y el valor de adición de la primera lente corresponde a un valor de adición prescrito al usuario.





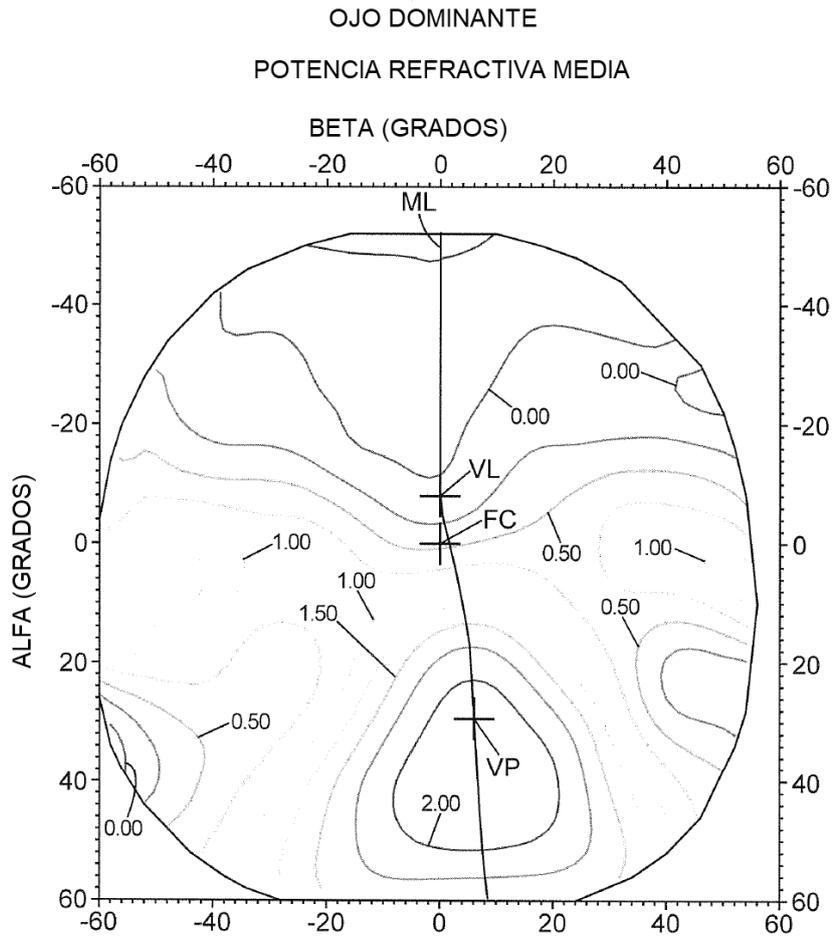


FIG. 5a

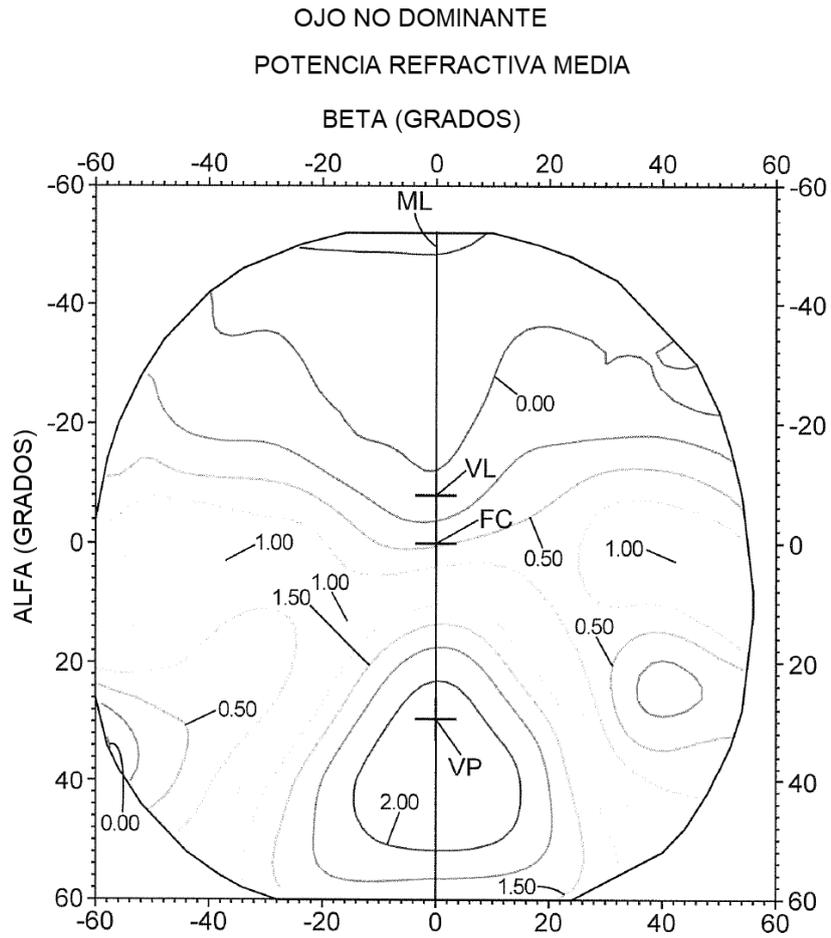


FIG. 5b

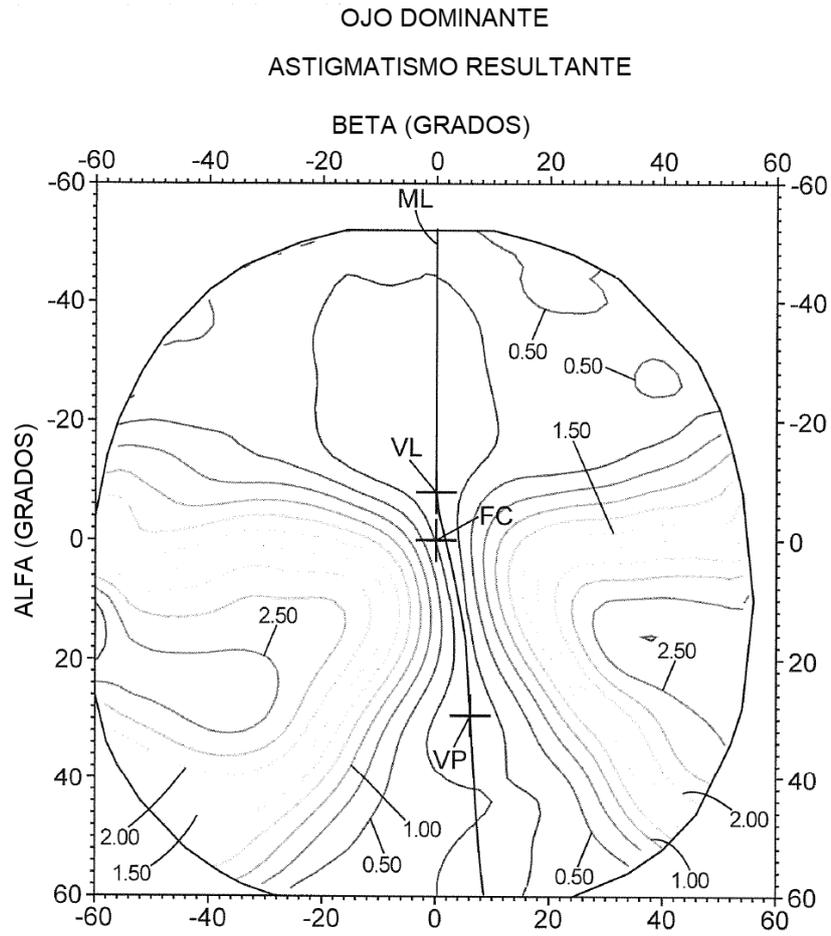


FIG. 5c

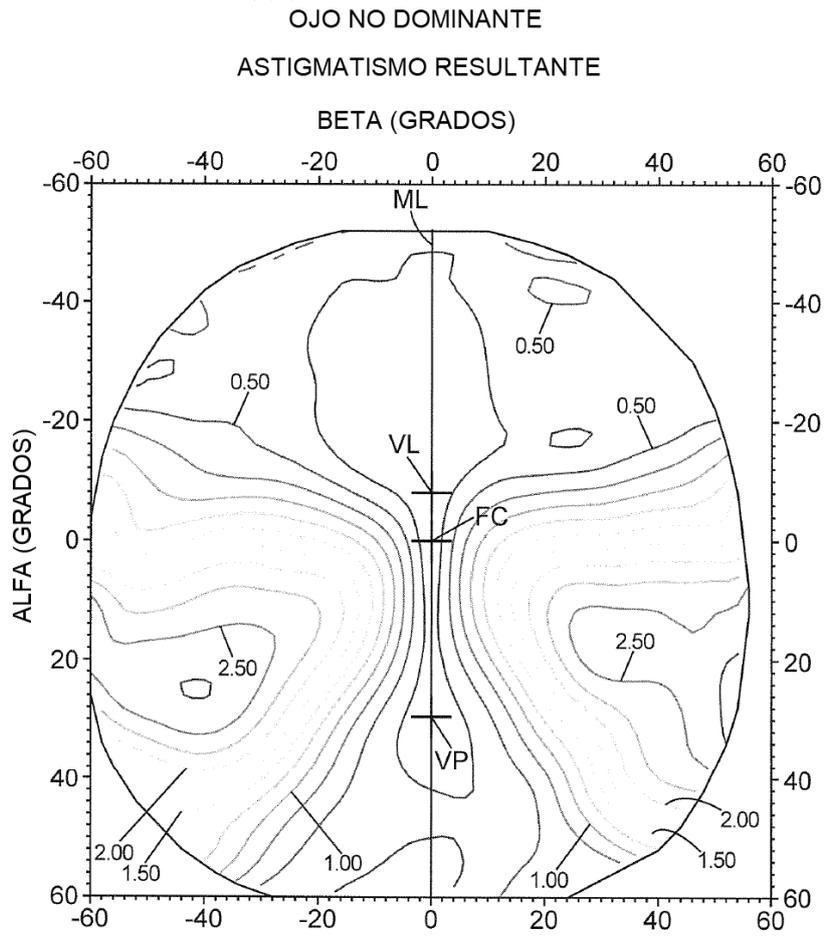


FIG. 5d

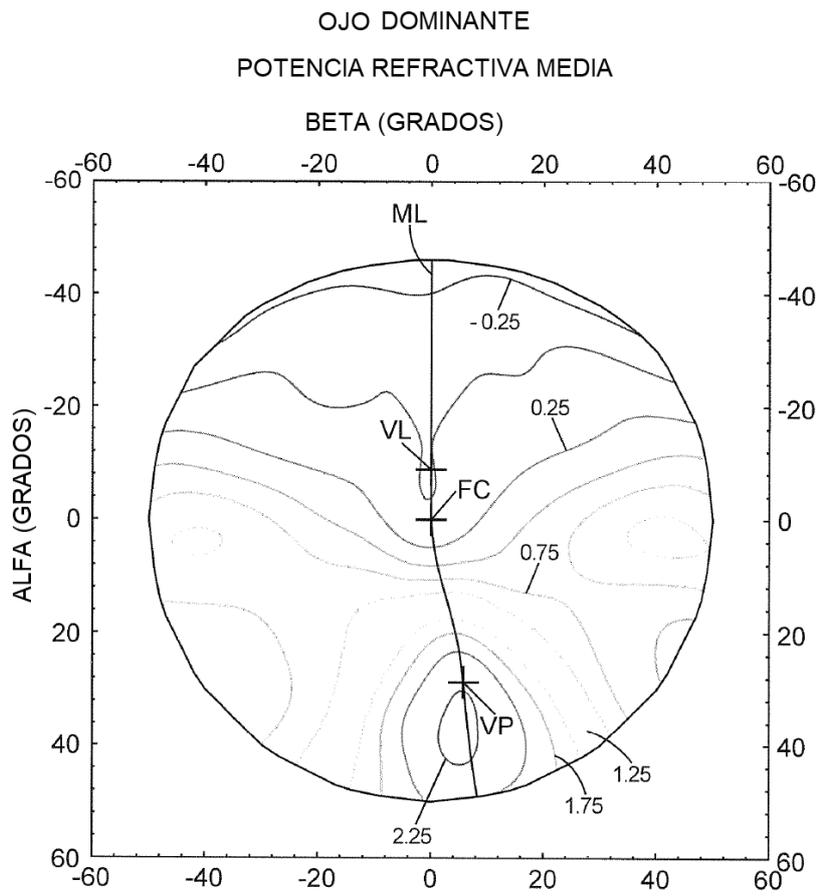


FIG. 6a

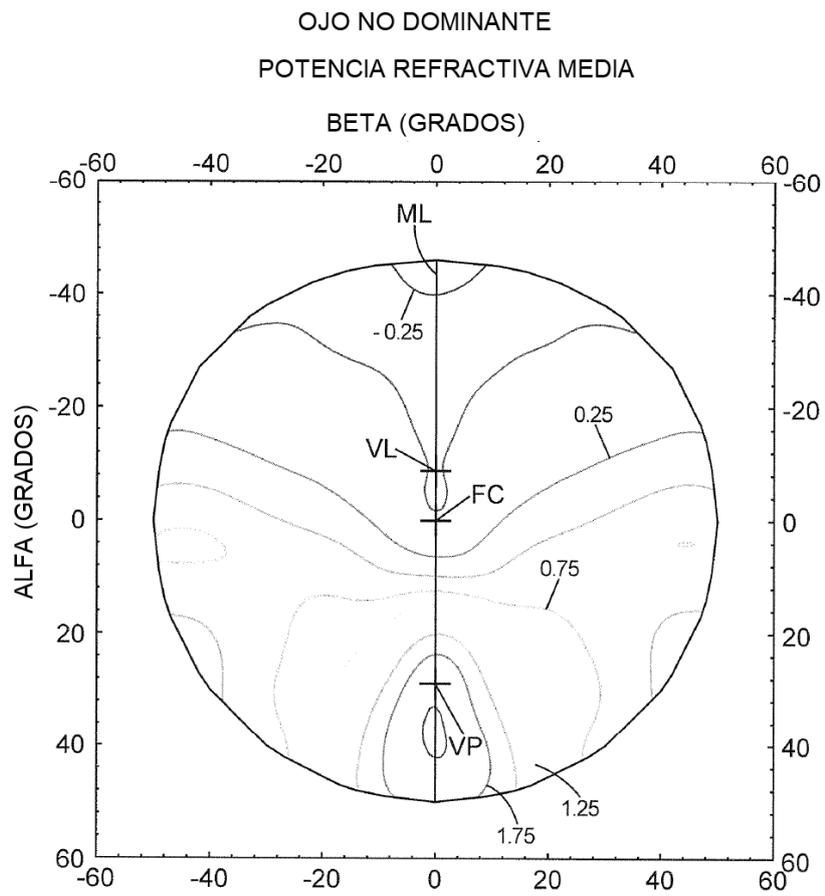


FIG. 6b

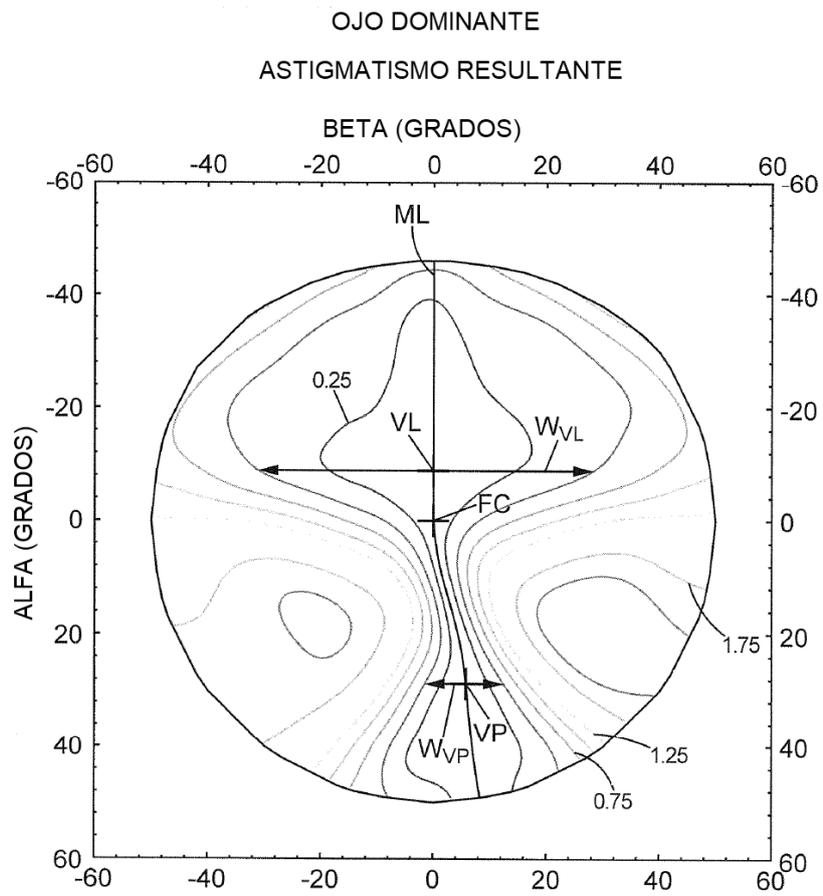


FIG. 6c

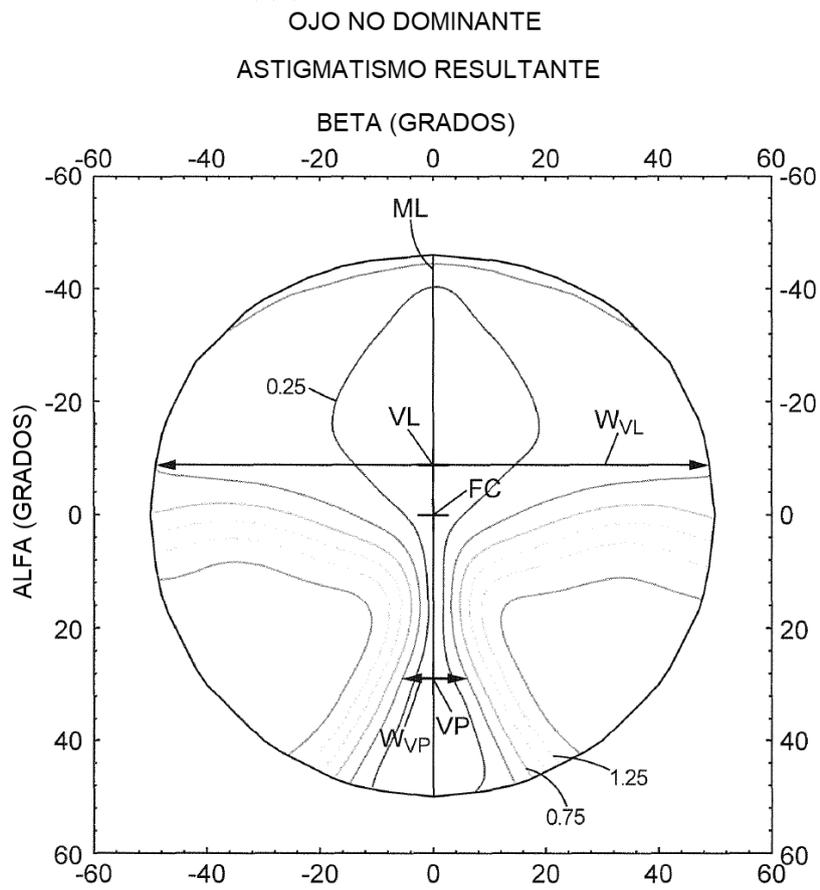


FIG. 6d