

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 312 273**

21 Número de solicitud: 200701322

51 Int. Cl.:  
**G02C 7/02** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **16.05.2007**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2009**

Fecha de la concesión: **03.12.2009**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **17.12.2009**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**17.12.2009**

73 Titular/es:  
**INDIZEN OPTICAL TECHNOLOGIES, S.L.**  
c/ **Artistas, 39 - 2º 3ª**  
**28020 Madrid, ES**

72 Inventor/es: **Alonso Fernández, José;**  
**Clewa Millor, José Miguel y**  
**Crespo Vázquez, Daniel**

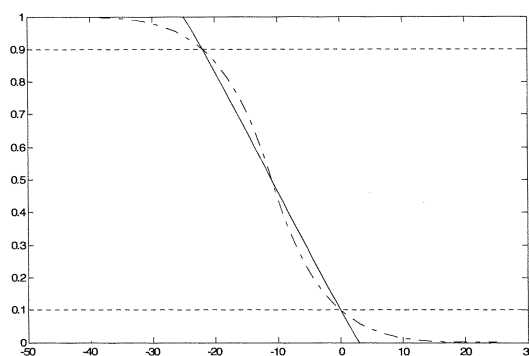
74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

54 Título: **Lentes progresivas.**

57 Resumen:

Lentes progresivas, un método de diseño de lentes de potencia variable, así como las lentes resultantes de su aplicación, orientado a controlar la distribución de astigmatismo lateral partiendo de una definición precisa del perfil de potencia que discurre a lo largo de la así llamada línea principal o meridiana principal, que une el punto de centrado de la lente en visión de lejos con el punto óptimo de visión de cerca. En lugar de limitar dicho perfil a una curva continua que únicamente determina la longitud de la progresión, se proponen perfiles de variación de potencia en los que se controla la pendiente máxima y local de crecimiento o decrecimiento de la potencia. Dado que el crecimiento inicial de astigmatismo a ambos lados de la línea o meridiana principal es proporcional a dicha pendiente local, el control del perfil determina la forma en la que va a crecer el astigmatismo no deseado y propio de este tipo de lentes hacia los lados de dicha línea principal. Esta técnica permite diseñar y fabricar lentes especialmente orientadas a diferentes usos, y permite la selección de la lente idónea para cada paciente a partir de la pareja de parámetros formada por la longitud de progresión de potencia y la pendiente máxima del perfil de potencia.

Figura 1



ES 2 312 273 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Lentes progresivas.

5 **Objeto de la invención**

El objeto de la presente patente de invención es presentar una familia de lentes cuyo comportamiento óptico varíe de forma continua y eficiente para ofrecer la mejor solución visual a cada usuario presbita. El diseño homogéneo de las lentes está basado en los parámetros  $L_p$  y  $p$ , respectivamente longitud estándar de progresión y pendiente máxima de perfil.

Es también objeto de esta invención ofrecer un método de diseño que permita obtener la superficie progresiva idónea en función de las necesidades visuales del paciente. Este tipo de personalización depende poco de los detalles de montaje, y sin embargo, al respetar o ajustarse a las necesidades del usuario de lentes progresivas, este encontrará el porte de las mismas considerablemente más cómodo, con mayor calidad de visión, y mayor amplitud de campos a las distancias o en las actividades en que verdaderamente necesita dichas amplitudes.

El campo de aplicación de la presente invención es la oftalmología y la óptica - optometría.

20 **Antecedentes de la invención**

Las lentes progresivas son lentes de compensación oftálmica en las que, en al menos una de sus superficies, la potencia se incrementa en una región de la misma para generar diferentes zonas para la visión de objetos lejanos, objetos situados a distancias intermedias y objetos cercanos.

Las lentes progresivas tradicionales, como todas aquellas descritas en las patentes y trabajos científicos citados, constan de al menos dos zonas en las que la potencia es aproximadamente estable, una de ellas en la parte superior de la lente y que se destina a la visión de lejos y otra en la zona inferior de la lente que se destina a la visión de cerca.

Entre las dos zonas de visión con potencia aproximadamente estable, se extiende una tercera región de transición en la que la potencia esférica se incrementa paulatinamente desde el valor adecuado a la visión de lejos hasta el valor adecuado en la visión de cerca. Esta tercera región se denomina zona intermedia.

El aumento o variación de potencia se consigue mediante un aumento correspondiente de la curvatura de una o ambas superficies. El poder refractor medio de la superficie en un punto determinado se determina mediante la expresión:

$$P = \frac{1}{2} \left( \frac{\Delta n}{R_{\max}} + \frac{\Delta n}{R_{\min}} \right)$$

Donde  $R_{\max}$  y  $R_{\min}$  son los radios de curvatura principales de la superficie en el punto bajo consideración y  $\Delta n$  es el cambio de índice de refracción al paso de la luz por la misma. Cuando estos radios principales no son iguales, el efecto óptico de la superficie es la generación de un cilindro, cuyo valor viene dado por

$$C = \frac{\Delta n}{R_{\min}} - \frac{\Delta n}{R_{\max}}$$

Es bien sabido que el cambio de curvatura deseado en una lente multifocal entre las zonas de lejos y cerca se traduce indefectiblemente en una aparición de cilindro que reduce la calidad de visión del usuario.

Desarrollos anteriores se han centrado en el control del crecimiento de este cilindro superficial, así como en el error de potencia esférica (definido como la potencia en un punto dado de la lente menos la potencia deseable) con diseños particulares.

Así, por ejemplo, en las patentes ES2012535 y la US4315673 se proponen unas funciones determinadas para definir el perfil de crecimiento de potencia de la lente progresiva entre las zonas de lejos y de cerca. Estos perfiles de potencia pueden ser alterados en cuanto a su longitud, pero no permiten un control sencillo del perfil a lo largo del mismo.

## ES 2 312 273 B1

Por otro lado, las patentes GB2273369, US5719658, US5949519, US6102544, WO02/063377, US6142627, presentan diseños de lentes progresivas de propósito general en los que la distribución de potencia sobre las mismas cumple determinados requisitos, como por ejemplo mantener el astigmatismo por debajo de cierto umbral a una distancia determinada de la cruz de montaje, o en un círculo de diámetro determinado centrado en la cruz de montaje, o asegurar que un parámetro óptico como puede ser la integral del cilindro multiplicado por el módulo del gradiente de potencia dividido por el producto del área de un círculo de radio determinado, la pendiente máxima del perfil de progresión de potencia y la adición, permanezca por debajo de cierto valor dentro del círculo de integración. Todos estos diseños y especificaciones proponen una distribución concreta de potencia y cilindro en la superficie progresiva que eventualmente pueda ser responsable de una mejor calidad de visión.

Por otro lado, la patente US6318859 propone un método de diseño en el que se genera un espacio objeto ideal y desde el mismo se calculan las propiedades de la lente para proceder a su optimización en condiciones de uso realistas.

Un avance más de la tecnología de lentes progresivas se plasma en que la lente progresiva se diseña tratando de que las diferencias entre el cilindro y/o la potencia que perciben ambos ojos se sitúe por debajo de cierto umbral.

Un avance más de la tecnología de lentes progresivas, recogido en las patentes US6945649 y US6089713 donde se permiten pequeños ajustes del diseño de la lente para tener en cuenta algunos parámetros característicos de cada usuario, como son la distancia interpupilar, o la distancia desde el vértice corneal hasta el plano de la gafa en la que se montan las lentes progresivas.

Si bien los avances realizados hasta la fecha han permitido controlar la distribución de cilindro y potencia sobre la superficie progresiva, estos ajustes se han centrado en la obtención de una distribución del cilindro y la potencia determinados. Si bien la distribución conseguida en cada caso puede ser óptima para un paciente, normalmente no será óptima para otros, ya que las necesidades visuales de cada paciente dependerán de sus requisitos de visión en distancias lejanas y cercanas y de las actividades que realizan en visión lejana y visión cercana. Así, algunos fabricantes proponen diseños más adaptados a la visión de lejos, otros proponen diseños adaptados a la visión de cerca, mientras que la mayoría propone diseños de propósito general, en los que se balancean las propiedades de la lente en las zonas de lejos y de cerca.

Por otro lado, la moderna personalización de las lentes progresivas permite ciertos ajustes del diseño de la superficie para tener en cuenta parámetros del usuario. Sin embargo, las mejoras ópticas derivadas de los parámetros de personalización actualmente propuestos son en general muy pequeñas, y quedan oscurecidas por efectos mucho mayores como la falta de precisión en el montaje de las lentes en las monturas, o incluso la falta de cuidado en el porte de las gafas que redundan en una distancia inadecuada entre lentes y ojo, en la deformación de los ángulos pantoscópico y facial, en el porte incorrecto de la montura (gafas caídas o muy altas), etc.

Otro problema que actualmente afecta la definición de diseños de lentes oftálmicas es una definición no uniforme de longitud de progresión. Mientras que en algunas patentes como la US6220705 se define la longitud de la progresión como el cociente entre la adición y el valor máximo de la pendiente del perfil de progresión, en otras patentes como WO02/063377 se define la longitud de progresión como la distancia entre la cruz de montaje y el punto en el que se alcanza el 85% de la adición.

Dado que las lentes progresivas existentes en el mercado se corresponden con diferentes fabricantes y diferentes diseños, cada uno con sus particulares distribuciones de potencia y cilindro de acuerdo a las patentes citadas, el profesional sanitario que prescribe lentes no dispone de un conjunto congruente de lentes, con un diseño común en la distribución general de aberraciones, pero que, con la misma estructura de máximos y mínimos de potencia y cilindro, permita modificar los gradientes de las mismas y los valores particulares máximos o mínimos de dichas propiedades ópticas de la lente progresiva de acuerdo a las necesidades visuales de sus pacientes.

### Descripción de la invención

Para paliar los problemas arriba mencionados, se presentan las lentes progresivas objeto de la presente invención.

La distribución del cilindro asociado a la progresión determina en principal medida la amplitud de los campos visuales y el confort visual del usuario de este tipo de lentes. Por otro lado, la cuantía y distribución del astigmatismo depende en gran medida de la longitud de la progresión. El teorema de *Minkiwitz* establece que

$$\frac{\Delta C}{\Delta x} = 2 \frac{\Delta P}{\Delta y}$$

Esto es, que la tasa de crecimiento de cilindro en la dirección perpendicular a la línea meridiana, es el doble de la tasa de crecimiento de potencia a lo largo de dicha línea. Sin perjuicio de un posible descentramiento hacia el lado

## ES 2 312 273 B1

nasal de la línea meridiana, si consideramos una lente de adición determinada, a menor longitud de progresión, mayor habrá de ser la tasa de crecimiento de potencia a lo largo de la misma, y mayor será por tanto el crecimiento del cilindro (y el propio valor del cilindro) en la dirección perpendicular a la línea meridiana.

5 Esta propiedad largamente demostrada nos dice que las lentes de progresión corta se verán afectadas de gradientes de potencia y de cilindro más elevados, y como consecuencia, de valores máximos de astigmatismo más altos que los correspondientes en las lentes de progresión más larga.

10 Por otro lado, la medida de la longitud de progresión de una forma unificada como la distancia vertical, a lo largo de la línea de progresión, entre los puntos en los que la lente alcanza el 10% y el 90% de la adición respectivamente. Llamaremos a esta definición longitud estándar de la progresión o  $L_p$ .

La presente invención define el perfil de progresión de una lente progresiva a partir de una pareja de parámetros:

- 15
- longitud estándar de progresión o  $L_p$ ;
  - pendiente máxima en el perfil o  $p$ ;

20 Esta pareja de valores permite un control del cilindro lateral mayor del que ofrecen los perfiles definidos en anteriores procedimientos. Así, por ejemplo, para una misma longitud de progresión de  $22^\circ$ , correspondiente a un progresivo corto apto para montajes en gafas estrechas, la misma longitud de progresión puede conseguirse con diferentes valores de la pendiente máxima. Para una pendiente máxima menor, el crecimiento del cilindro en la parte central del perfil de progresión es más lento. Para pendientes mayores, el cilindro crece más rápido en la parte central de la zona intermedia. La consecuencia de esta diferencia de comportamiento en el punto de máximo crecimiento es que el comienzo y final de la progresión se ven alterados. Con la pendiente máxima menor, el perfil se estabiliza en las potencias de lejos y cerca con mayor rapidez, mientras que con la pendiente máxima mayor, tras rebasar los límites que definen la longitud de progresión, la pendiente local del perfil se mantiene más alta, lo que da lugar a un crecimiento del cilindro ligeramente mayor que en el caso de pendiente máxima.

30 En el caso de lentes con una longitud de progresión mayor, el efecto sigue siendo el mismo.

35 Se propone un conjunto de lentes progresivas cuyo perfil de potencia se define a partir de la pareja de valores descritos como longitud de progresión y pendiente máxima. Este conjunto de lentes responde de forma sencilla a necesidades visuales concretas de cada usuario. Por ejemplo, las longitudes de progresión cortas son necesarias en aquellas actividades visuales que requieren un prolongado uso de la visión de cerca. En un conjunto de lentes, es posible la selección de lentes con una determinada longitud de progresión definida de forma estándar, y seleccionar el otro parámetro, la pendiente máxima, de acuerdo a otros requisitos visuales de su paciente. Para esto habrá que tener en cuenta el efecto de la variación de la pendiente máxima en las propiedades de la lente progresiva. Una pendiente máxima pequeña, al ampliar la anchura de la zona intermedia, proporcionará un mayor campo visual en esta región. En contraposición, la selección de una pendiente máxima mayor, dará lugar a una ligera reducción del campo visual intermedio como consecuencia del mayor crecimiento de cilindro en los lados del perfil de progresión. En lo que se refiere al campo visual vertical, una pendiente máxima menor ofrecerá unas zonas de lejos y cerca estables más cerca de los límites que definen la longitud de progresión estándar, y una apertura horizontal más rápida también en los campos de visión de cerca y de lejos. Como contrapartida, el gradiente vertical de cilindro se hace mayor en los laterales de la lente en la zona de visión de lejos, mientras que el gradiente horizontal de cilindro se hace también mayor en las zonas laterales del campo de visión de cerca. Como consecuencia de este mayor gradiente de potencia, otras propiedades ópticas como la distorsión dinámica se ve incrementada.

50 Del mismo modo se propone una distribución de pesos de la función de mérito que define la lente progresiva que permiten redistribuir el cilindro lateral de la lente progresiva en consonancia con las distribuciones que se consiguen con variaciones coherentes de las magnitudes  $L_p$  y  $p$ . Esta acción coopera con la definición del perfil para la obtención de los mapas deseados en las lentes de longitud de progresión corta, preferiblemente menores de 30 grados verticales. La forma del perfil de la progresión controla la estructura de la potencia y el cilindro a ambos lados de la misma, pero no controla la estructura del astigmatismo a distancias angulares de  $10^\circ$  a  $15^\circ$  a derecha e izquierda de la misma. Como consecuencia, además de la clasificación de la estructura progresiva en base a la pareja de parámetros  $L_p$  y  $p$ , la presente invención consta de una función de mérito que permite garantizar los valores más bajos posibles de cilindro dentro de las limitaciones geométricas impuestas por la progresión.

60 La novedosa distribución de potencia que permite obtener la clasificación de progresivos permite proponer un método de selección de la lente correcta en función de las necesidades visuales de su paciente. La parametrización de la estructura de progresión a través de dos parámetros, se corresponde con el uso de una longitud de progresión  $L_p$  pequeña para una mayor comodidad en visión de cerca mantenida, al permitir el acceso a la adición con un ángulo de mirada vertical menor, lo que reduce el esfuerzo visual. Por otro lado, la longitud de progresión larga permite obtener un gradiente de cilindro menor en los lados del perfil de progresión, así como valores más bajos de cilindro máximo en los laterales de la lente, por tanto es una elección deseable siempre que los requisitos en visión de cerca no sean intensos.

## ES 2 312 273 B1

El segundo parámetro que clasifica la estructura de la lente progresiva en la presente invención modula el comportamiento de la lente, marcado por la longitud de progresión. De esta forma, con pendientes máximas pequeñas se consigue un aumento del campo visual en VI para cualquier longitud de progresión. Además, aumenta el tamaño de los campos verticales en visión de lejos y de cerca, y la amplitud de campos horizontales también en visión de lejos y de cerca. Como contrapartida, los gradientes laterales de cilindro son más grandes en dirección vertical en la zona de lejos, y en la dirección horizontal en la zona de cerca. Por tanto las pendientes máximas pequeñas son favorables para actividades de visión estática, sin mucho dinamismo de la cabeza, el cual se ve afectado de la distorsión. Como ejemplo, la combinación de progresión corta y la pendiente máxima pequeña, es óptima para la visión estática de una pantalla de ordenador, y también para la actividad de cerca o intermedia en zonas relativamente grandes, como por ejemplo un periódico. Para una longitud de progresión determinada, la pendiente máxima pequeña maximiza el campo visual con mejor visión foveal.

La elección de pendiente máxima grande se traduce, para una misma longitud de progresión, en una disminución de los campos visuales verticales y horizontales, así como un mayor valor del cilindro máximo en los laterales de la progresión. Sin embargo, permite una mejora de la suavidad de la lente mediante la disminución de los gradientes de cilindro, lo que hace que este tipo de lentes sea ideal para usuarios con dificultades de adaptación, o usuarios que demandan un dinamismo importante de la cabeza.

El diseño que se propone en la presente invención, y que consta de los dos pasos siguientes:

- Clasificación de la lente en un esquema bidimensional de acuerdo a los parámetros  $(L_p, p)$  que determinan su estructura en los laterales del perfil de progresión.
- Aplicación de la estructura de pesos que permite extender la estructura impuesta por el perfil de progresión a ambos lados de dicho perfil hasta las zonas laterales de la lente, garantizando la mínima aberración posible para cada pareja  $(L_p, p)$ .

Esto permite generar una familia de lentes progresivas cuyo comportamiento óptico varía de forma continua y coherente para ofrecer la mejor solución visual a cada usuario presbita. En la actualidad, es imposible conseguir una lente que se adapte a cada paciente sin recurrir a diferentes fabricantes, aun así las diferentes lentes utilizan diferentes métodos de optimización que producen distribuciones no homogéneas de cilindro en los laterales de la lente. Esto hace imposible la comparación de las prestaciones de los diferentes modelos procedentes de diferentes fabricantes para cada tipo de paciente. La solución proporcionada por la presente invención permite un método coherente de uso de las lentes progresivas. La homogeneidad del diseño de las lentes de la presente invención permite que el prescriptor aumente su base de experiencia en la prescripción de las mismas de acuerdo al espacio bidimensional  $(L_o, p)$  al ofrecer una base de comparación sólida.

### Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La figura 1 muestra un primer ejemplo donde se ilustran dos perfiles de progresión para una misma longitud de progresión de  $22^\circ$ , correspondientes a un progresivo corto apto para montajes en gafas estrechas.

La figura 2 muestra una gráfica con un segundo ejemplo en donde se ilustran dos perfiles de progresión de una lente con una longitud de progresión de  $28^\circ$ .

La figura 3 es una gráfica con un tercer ejemplo ilustrativo donde se muestran los perfiles correspondientes a una longitud de progresión de  $36^\circ$ .

La figura 4 muestra el mapa correspondiente de cilindro para una lente de  $36^\circ$  de longitud de progresión, donde la figura 4A muestra el cilindro de una lente progresiva diseñada de acuerdo al perfil de mayor pendiente. En la figura 4B se presenta una lente con igual longitud de progresión pero con una pendiente máxima menor.

La figura 5 muestra un esquema de isolfnea de 0,5D de cilindro.

La figura 6 muestra una gráfica parametrizada del comportamiento de la lente progresiva objeto de la invención.

La figura 7 muestra una gráfica parametrizada del método de elección de la lente en función de su uso.

### Realización preferente de la invención

Las lentes progresivas objeto de la presente invención están definidas por el perfil de progresión, que queda a su vez definido por dos parámetros:

## ES 2 312 273 B1

- la longitud de progresión  $L_p$ , definida como la distancia angular vertical entre los puntos en que la potencia alcanza el 10% y el 90%;
- el valor de la pendiente máxima  $p$  a lo largo del perfil de progresión;

Del mismo modo, los pesos que definen la función de mérito se eligen para extender el comportamiento óptico que el perfil de progresión determina a ambos lados de dicho perfil hasta los laterales de la lente, de tal forma que los gradientes de cilindro verticales en los laterales de la zona de lejos y horizontales en los laterales de la zona de cerca son mayores con perfiles de progresión con pendientes máximas grandes.

La superficie progresiva se sitúa en al menos una de entre:

- la cara externa de las lentes;
- la cara interna de las lentes;
- ambas caras interna y externa;

El material de fabricación puede ser cualquier material óptico transparente susceptible de utilizarse para la fabricación de lentes oftálmicas, ya sean vidrios de índice de refracción 1.4 o mayores, o polímeros transparentes también con índices de refracción superiores a 1.4.

La longitud de progresión alcanza valores útiles para el usuario. Los límites de variación de esta longitud quedan determinados por dos factores. Por un lado la progresión ha de ser suficientemente larga como para permitir una transición significativa en zona intermedia, que a su vez permita la existencia de esta región propiamente dicha. Típicamente, esta región de transición (intermedia) tiene una extensión vertical mínima de 8 o 9 milímetros. Teniendo en cuenta que la distancia promedio entre la superficie posterior de la lente y el centro de rotación del ojo es típicamente de 27 mm, la extensión vertical mínima se corresponde con una longitud angular de progresión de 18 grados. En el otro extremo, la zona intermedia o de progresión ha de ser lo suficientemente corta como para permitir al usuario observar por la zona de cerca sin una bajada exagerada de los ejes visuales, por un lado, y además la zona de cerca debe quedar comprendida en el interior de una montura de tamaño razonable, por otro. Esto limita la extensión máxima vertical de progresión a unos 19 mm, lo que equivale a una longitud de progresión angular de 38 grados. Entre ambos extremos, la pendiente máxima varía entre unos valores máximo y mínimo, que están determinados por las exigencias de continuidad del perfil de progresión y de suavidad en sus derivadas primera y segunda. Así para un valor determinado de longitud de progresión, la pendiente mínima se corresponde con un crecimiento lineal de la potencia entre los puntos en los que se alcanza el 10% y el 90% de la adición. La pendiente máxima para dicha longitud de progresión está limitada por la definición analítica del perfil. En general, y para todas las longitudes de progresión, la pendiente máxima puede variar entre 0.02 D/grado y 0.065 D/grado.

Una posible implementación del perfil de progresión es mediante una función polinómica definida en dos trozos. Si  $f(x)$  es la función que define el perfil de progresión, esta viene dada por:

$$f(x) = A \begin{cases} a_4 x^4 + a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0 & \text{si } x \leq 0 \\ b_4 x^4 + b_3 x^3 + b_2 x^2 + b_1 x + b_0 & \text{si } x > 0 \end{cases}$$

en donde  $A$  es la adición de la lente y los coeficientes de ambos polinomios deben ser tales que se cumplen las condiciones:

$$f(x_c) = A, f'(x_c) = f''(x_c) = 0$$

$$f(x_l) = 0, f'(x_l) = f''(x_l) = 0$$

$$f(0) = A/2,$$

$$f'_{x<0}(0) = f'_{x>0}(0) = p$$

en donde  $x_c$  y  $x_l$  son puntos en los que el perfil alcanza los valores máximo y mínimo, respectivamente, y el sistema de coordenadas está elegido de forma que el punto intermedio del perfil (valor de adición  $A/2$ ) se alcanza en  $x = 0$ .

## ES 2 312 273 B1

Las condiciones anteriores resultan en los siguientes valores para los coeficientes de los polinomios que determinan el perfil:

$$\begin{aligned} a_4 &= -\frac{-3+2px_c}{2x_c^4}, & b_4 &= -\frac{3+2px_l}{2x_l^4} \\ a_3 &= -\frac{4-3px_c}{x_c^3}, & b_3 &= -\frac{-4-3px_l}{x_l^3} \\ a_2 &= -\frac{3(-1+px_c)}{x_c^2}, & b_2 &= -\frac{3(1+px_l)}{x_l^2} \\ a_1 &= b_1 = p, \\ a_0 &= b_0 = 1/2. \end{aligned}$$

Las ecuaciones

$$\begin{aligned} f(x_i) &= A/10, \\ f(x_f) &= 9A/10, \end{aligned}$$

determinan el comienzo ( $x_i$ ) y el final ( $x_f$ ) del perfil de progresión. Estas ecuaciones tienen una solución analítica para cierto conjunto de valores del parámetro  $p$ , siempre dentro del intervalo indicado anteriormente.

La definición de perfil indicada anteriormente permite obtener perfiles de igual longitud de progresión pero con diferente pendiente máxima de crecimiento en el perfil. Además, estas y otras formas analíticas de definir el perfil de progresión permiten hacerlo de forma asimétrica, al poderse escoger valores de  $x_c$  y  $x_l$  diferentes en la zona de comienzo y final de la progresión.

Otras funciones exponenciales, función error, arcotangente, splines, potenciales, etc. o combinaciones de las mismas permiten conseguir un efecto similar al reivindicado en esta patente, que es la realización de perfiles de pendiente máxima variable para iguales longitudes de progresión.

Siguiendo con una realización preferente de la presente invención, la superficie no progresiva es una superficie esférica o asférica con simetría de revolución. Siendo además una superficie esférica con simetría axial.

En la figura 1 se muestran dos perfiles para una misma longitud de progresión de 22°, correspondiente a un progresivo corto apto para montajes en gafas estrechas. La misma longitud de progresión puede conseguirse con diferentes valores de la pendiente máxima. En particular en la figura se presentan los perfiles para pendientes de 0.037 D/grado (11) y 0.059 D/grado (12). En el perfil (11), la pendiente máxima es menor, lo que provoca un crecimiento más lento del cilindro en la parte central del perfil de progresión. En el perfil (12), esta pendiente es mayor, lo que hace que el cilindro crezca más rápido en la parte central de la zona intermedia. La consecuencia de esta diferencia de comportamiento en el punto de máximo crecimiento es que el comienzo y final de la progresión se ven alterados. Con la pendiente máxima menor, el perfil se estabiliza en las potencias de lejos y cerca con mayor rapidez, mientras que con la pendiente máxima mayor, tras rebasar los límites que definen la longitud de progresión, la pendiente local del perfil se mantiene más alta, lo que da lugar a un crecimiento del cilindro ligeramente mayor que en el caso de pendiente máxima.

La figura 2 representa los perfiles de progresión de una lente con longitud de progresión de 28 grados. La curva continua (21) corresponde con una pendiente máxima mayor, de 0.045 D/grado, y la curva discontinua (22) corresponde con una pendiente máxima menor, de 0.029 D/grado.

Un tercer ejemplo se presenta en la figura 3, con los perfiles correspondientes a una longitud de progresión de 36 grados. La curva continua (31) corresponde con una pendiente máxima mayor de 0.034 D/grado y la curva discontinua (32) corresponde con una pendiente máxima menor de 0.023 D/grado.

Los mapas correspondientes de cilindro para una lente de 36 grados de progresión se muestran en la figura 4. El mapa 4A muestra el cilindro de una lente progresiva diseñada de acuerdo al perfil de mayor pendiente. El cilindro crece más rápido en la zona central del progresivo, lo que acerca las isolíneas de astigmatismo, sin embargo la anchura de los campos visuales en las regiones de visión de lejos y cerca es considerablemente amplia. En el mapa 4B se presenta una lente con igual longitud de progresión pero con una pendiente máxima menor. En este caso las isolíneas de cilindro se separan en la zona intermedia de progresión, lo cual proporciona una zona intermedia más ancha, pero superados los límites que definen la progresión (entre el 10% y el 90% de la adición), la potencia sigue creciendo a un

## ES 2 312 273 B1

ritmo prácticamente idéntico al de la zona central, lo que da lugar a una reducción del campo visual, en comparación a la lente de la figura 4A, en el comienzo y en el final de la progresión, es decir, en el comienzo de la zona de cerca y el final de la zona de lejos.

5 En la figura 5 se muestra un esquema de la isolínea de 0.5 D de cilindro que se obtendría con dos lentes de la misma adición, igual longitud de progresión, pero diferentes valores de pendiente máxima. En trazo continuo (51) se presenta la isolínea de la lente con un perfil de pendiente máxima mayor, mientras que en trazo discontinuo (52) se presenta la isolínea correspondiente a un perfil con pendiente máxima menor.

10 La parametrización de la estructura de progresión a través de los parámetros  $L_p$  y  $p$ , se corresponde con un comportamiento de la lente tal y como se representa en la figura 6. El uso de longitud de progresión  $L_p$  pequeña proporciona una mayor comodidad en visión de cerca mantenida, al permitir el acceso a la adición con un ángulo de mirada vertical menor, lo que reduce el esfuerzo visual. Por tanto es recomendable para todo usuario que pretenda utilizar sus lentes en una actividad profesional o lúdica que requiera un esfuerzo prolongado en visión de cerca. Por otro lado, la longitud  
15 de progresión larga permite obtener un gradiente de cilindro menor en los lados del perfil de progresión, así como valores más bajos de cilindro máximo en los laterales de la lente, por tanto es una elección deseable siempre que los requisitos en visión de cerca no sean intensos.

El segundo parámetro que clasifica la estructura de la lente progresiva en la presente invención modula el comportamiento de la lente, marcado por la longitud de progresión. De esta forma, con pendientes máximas pequeñas se consigue un aumento del campo visual para cualquier longitud de progresión. Además, aumenta el tamaño de los campos verticales en visión de lejos y de cerca, y la amplitud de campos horizontales también en visión de lejos y de cerca. Como contrapartida, los gradientes laterales de cilindro son más grandes en dirección vertical en la zona de lejos, y en la dirección horizontal en la zona de cerca. Por tanto las pendientes máximas pequeñas son favorables  
25 para actividades de visión estática, sin mucho dinamismo de la cabeza, el cual se ve afectado de la distorsión. Como ejemplo, la combinación de progresión corta y la pendiente máxima pequeña es óptima para la visión estática de una pantalla de ordenador, y también para la actividad de cerca o intermedia en zonas relativamente grandes, como por ejemplo un periódico. Para una longitud de progresión determinada, la pendiente máxima pequeña maximiza el campo visual con mejor visión foveal.

30 Un método de selección de lente progresiva se muestra en la figura 7, bien por medios escritos, bien a través de un sistema informático, o bien por otro medio apto para la ejecución de dicho método, de tal forma que habilite la selección de una pareja de valores ( $L_p$ ,  $p$ ) que definan el comportamiento de la lente progresiva que mejor se adapta a las necesidades y particularidades del usuario. Así pues, es posible dividir esta selección en cuatro grupos, donde  
35 para una longitud de progresión alta y una pendiente alta (71) es una solución adecuada para actividades dinámicas, una longitud de progresión alta y una pendiente baja (72) es una solución adecuada para lecturas prolongadas, así como trabajos en ordenador o conducción. La longitud de progresión baja y una pendiente baja (73) es adecuada para una visión lejana excelente, mientras que una longitud de progresión baja y una pendiente alta (74) es adecuada para mejorar la comodidad en usuarios con dificultad de adaptación.

40

45

50

55

60

65



## REIVINDICACIONES

5 1. Lentes progresivas **caracterizadas** porque están definidas por el perfil de progresión, que queda a su vez definido por dos parámetros:

- la longitud de progresión  $L_p$ , definida como la distancia angular vertical entre los puntos en que la potencia alcanza el 10% y el 90%;
- el valor de la pendiente máxima  $p$  a lo largo del perfil de progresión;

10 donde, además, los pesos que definen la función de mérito se eligen para extender el comportamiento óptico que el perfil de progresión determina a ambos lados de dicho perfil hasta los laterales de la lente, de tal forma que los gradientes de cilindro verticales en los laterales de la zona de lejos y horizontales en los laterales de la zona de cerca son mayores con perfiles de progresión con pendientes máximas grandes.

15 2. Lentes progresivas, según reivindicación primera, **caracterizadas** porque la superficie progresiva se sitúa en al menos una de entre:

- la cara externa de las lentes;
- la cara interna de las lentes;
- ambas caras interna y externa;

25 3. Lentes progresivas, según reivindicación primera, **caracterizadas** porque el material de fabricación tiene un índice de refracción contenido en el intervalo que va de 1,4 a 1,9.

30 4. Lentes progresivas, según reivindicación primera, **caracterizadas** porque la longitud de progresión alcanza valores dentro del intervalo que va desde 18 grados a 38 grados, y en la que la pendiente máxima varía en un intervalo que depende de la longitud de progresión con valores comprendidos entre 0.02 D/grado y 0.065 D/grado.

35 5. Lentes progresivas, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizadas** porque la superficie no progresiva es al menos una seleccionada entre:

- superficie esférica;
- superficie esférica con simetría de revolución.

40 6. Lentes progresivas, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizadas** porque la superficie no progresiva es una superficie esférica con simetría axial.

45 7. Lentes progresivas, según reivindicación primera, **caracterizadas** porque el método de selección de las lentes comprende, al menos:

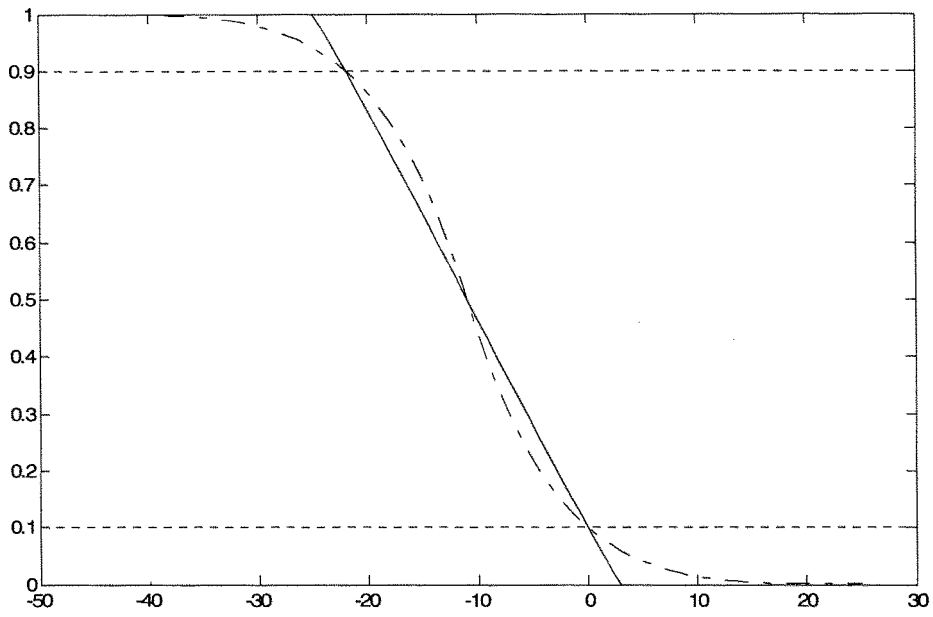
- un mapa bidimensional que asigna una actividad ocupacional o una actitud corporal a cada pareja de parámetros ( $L_p$ ,  $p$ ), habilitando la selección de la lente en función de los parámetros.

50 8. Lentes progresivas, según reivindicación séptima, **caracterizadas** porque el mapa bidimensional de asignación está dividida en, al menos, cuatro zonas:

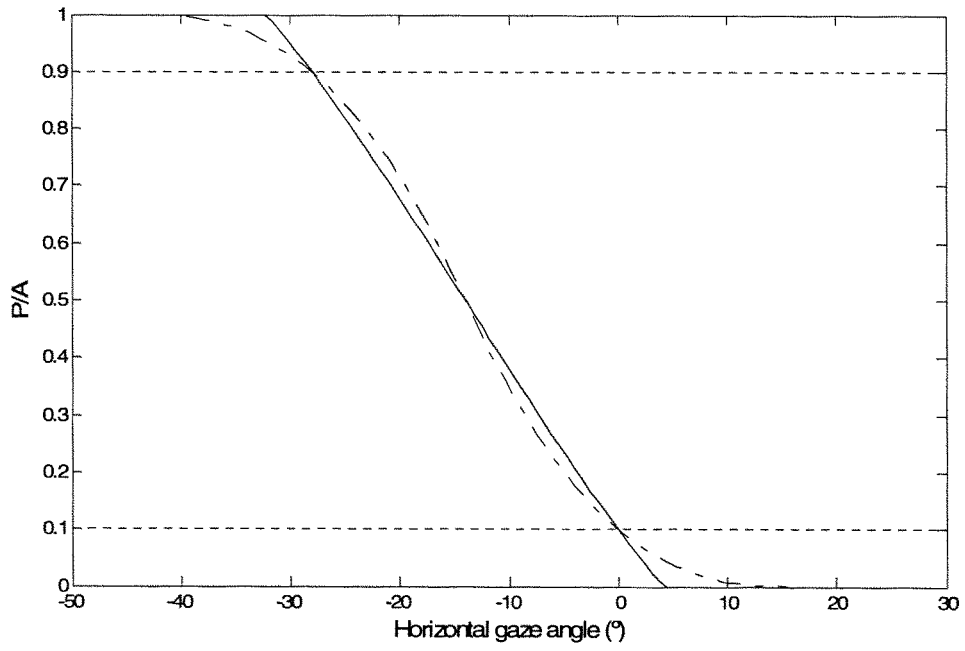
- longitud de progresión alta y una pendiente alta (71);
- longitud de progresión alta y una pendiente baja (72);
- longitud de progresión baja y una pendiente baja (73);
- longitud de progresión baja y una pendiente alta (74);

60 y donde cada una de dichas zonas es más apropiada para un determinado uso particular de la visión.

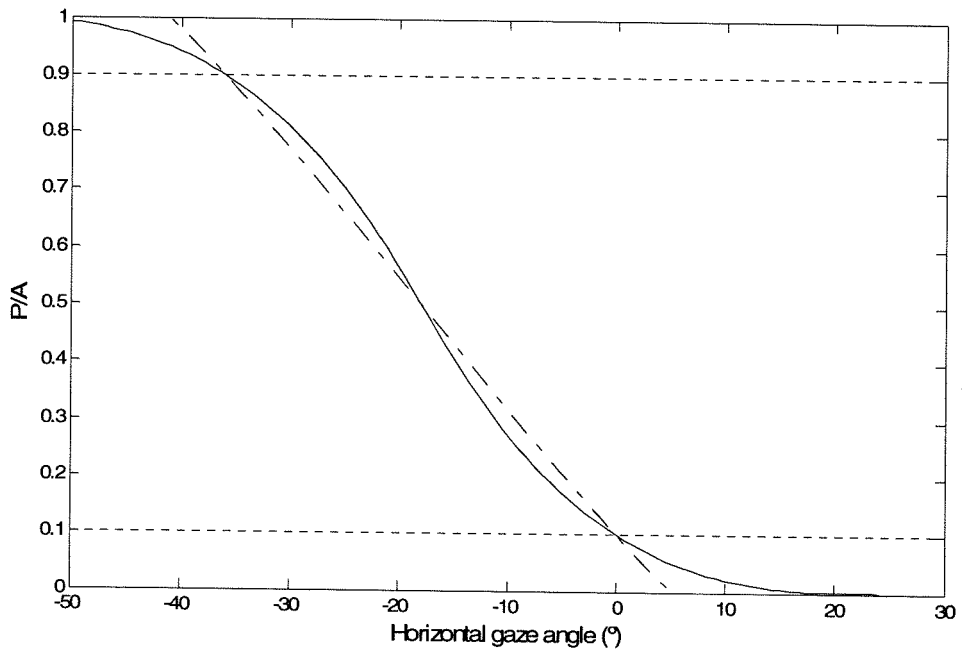
**Figura 1**



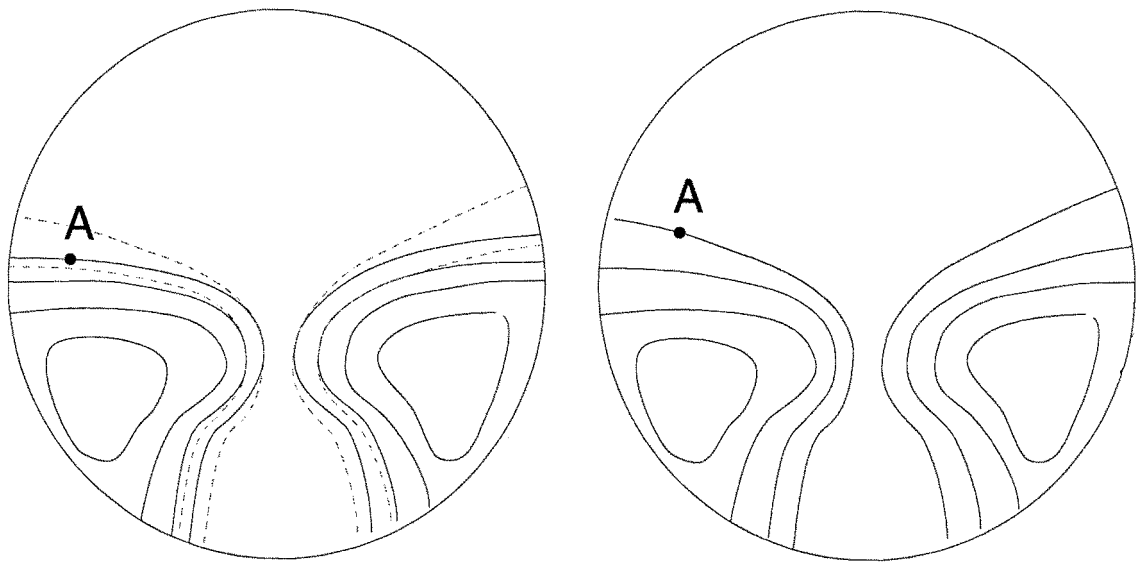
**Figura 2**



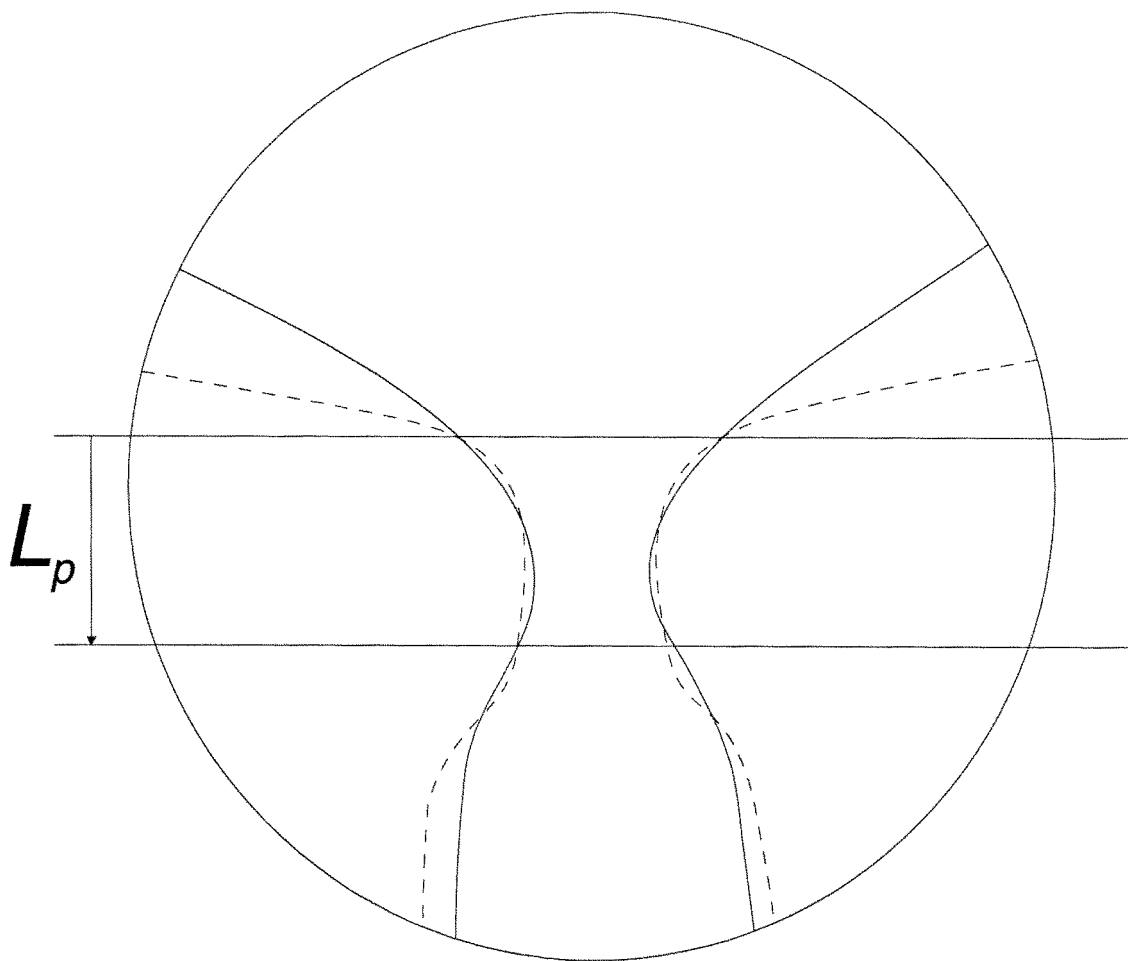
**Figura 3**



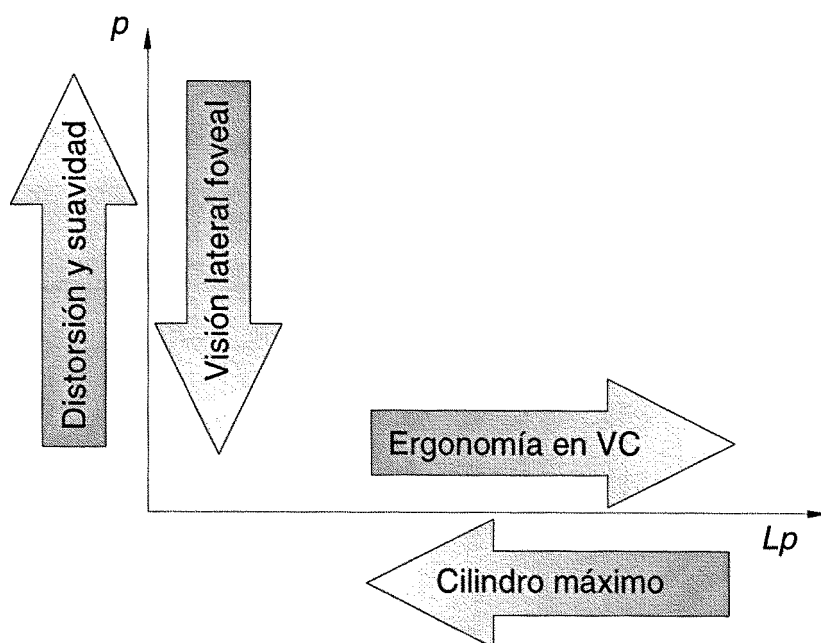
**Figura 4**



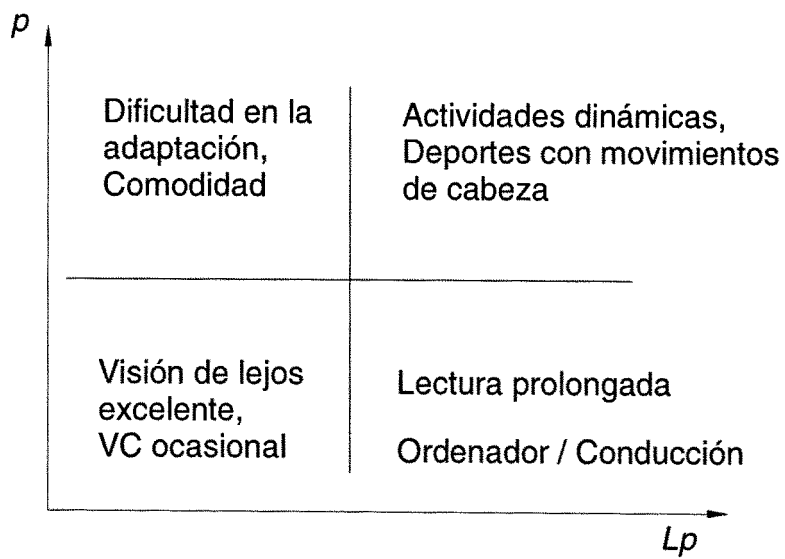
**Figura 5**



**Figura 6**



**Figura 7**







OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 312 273

② Nº de solicitud: 200701322

③ Fecha de presentación de la solicitud: **16.05.2007**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G02C 7/02** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 6089713 A (ALBRECHT HOF, AALEN ET AL ) 18.07.2000, todo el documento.	1-8
A	WO 02063377 A1 (ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE GENERALE D'OPTIQUE)) 15.08.2002, todo el documento.	1-8
A	US 6945649 A (RODENSTOCK GMBH) 20.09.2005, todo el documento.	1-8

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

22.01.2009

Examinador

G. Foncillas Garrido

Página

1/1