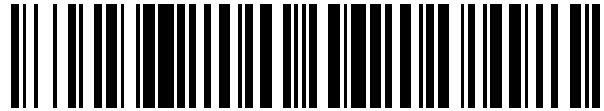


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 432**

51 Int. Cl.:

**G02C 7/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2010 E 10701906 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 2387734**

54 Título: **Procedimiento de determinación de una capa de asferización destinada a una lente oftálmica**

30 Prioridad:

**13.01.2009 FR 0900127**

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

**12.02.2016**

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE  
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)**

**147, rue de Paris  
94220 Charenton-le-Pont, FR**

72 Inventor/es:

**GUILLOUX, CYRIL y  
MOUSSET, SOAZIC**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 559 432 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

Procedimiento de determinación de una capa de asferización destinada a una lente oftálmica

El presente invento se refiere a un procedimiento de determinación de una capa de asferización destinada a una lente oftálmica para un portador o usuario al que se le han prescrito una potencia y un astigmatismo según la reivindicación 1.

5 El procedimiento puede ser aplicado de manera indiferente para una lente unifocal o multifocal. El invento se extiende además al procedimiento de determinación de una lente oftálmica a partir de una capa de asferización obtenida por el procedimiento.

10 Puede prescribirse a un portador una corrección en potencia, positiva o negativa. Para los portadores, con presbicia, el valor de la corrección de potencia es diferente en visión de lejos y en visión de cerca, por el hecho de las dificultades de acomodación en visión de cerca. La prescripción está entonces compuesta por un valor de potencia en visión de lejos y una adición representativa del incremento de potencia entre la visión de lejos y la visión de cerca. Las diferentes oftálmicas que compensan la presbicia son lentes multifocales, siendo las más adaptadas las lentes multifocales progresivas.

15 Las lentes oftálmicas multifocales progresivas son ahora bien conocidas. Tales lentes son utilizadas para compensar la presbicia y permiten al portador de las gafas observar objetos en una amplia gama de distancias, sin tener que quitarse sus gafas. Las lentes multifocales incluyen típicamente una zona de visión de lejos, situada en la parte alta de la lente, una zona de visión de cerca, situada en la parte baja de la lente, una zona intermedia que une la zona de visión de cerca y la zona de visión de lejos, así como una meridiana principal de progresión que atraviesa estas tres zonas.

20 El documento FR-A-2 699 294 describe en su preámbulo los diferentes elementos de tal lente oftálmica multifocal progresiva, así como los trabajos realizados por la solicitante para mejorar el confort de los portadores de tales lentes. Se hará referencia a este documento para más precisiones sobre estos diferentes puntos.

La solicitante ha propuesto también, por ejemplo en las patentes US-A-5 270 745 o US-A-5 272 495 hacer variar la meridiana, y en particular su descentramiento en un punto de control de la visión de cerca, en función de la adición y de la ametropía.

25 La solicitante ha propuesto aún, para satisfacer mejor las necesidades visuales de las personas con presbicia y mejorar el confort de las lentes multifocales progresivas, diversas mejoras (FR-A-2 683 642, FR-A-2 699 294, FR-A-2 704 327, WO 2005/019905).

El documento EP 1 688 781 divulga la elección de lentes progresivas reunidas.

30 Habitualmente, las lentes multifocales progresivas incluyen una superficie multifocal esférica, por ejemplo la superficie opuesta al portador de las gafas, y una superficie esférica o tórica, llamada superficie de prescripción. Esta superficie esférica o tórica permite adaptar la lente a la ametropía del usuario, de manera que una lente multifocal no está definida generalmente más que por su superficie esférica. Como es bien conocido, tal superficie esférica está generalmente definida por la altitud de todos sus puntos. Se utilizan también los parámetros constituidos por las curvaturas mínimas y máximas en cada punto, o más corrientemente su semisuma y su diferencia. Esta semisuma y el valor absoluto de esta diferencia multiplicados por un factor  $n-1$ , siendo  $n$  el índice de refracción del material de la lente, son llamados esfera media y cilindro.

35 Se definen familias de lentes multifocales progresivas, estando caracterizada cada lente de una familia por una adición, que corresponde a la variación de potencia entre la zona de visión de lejos y la zona de visión de cerca. Más precisamente, la adición, denominada Add, corresponde a la variación de potencia entre un punto L de la zona de visión de lejos y un punto P de la zona de visión de cerca, que son llamados respectivamente punto de control en visión de lejos y punto de control en visión de cerca, y que representan los puntos de intersección de la mirada y de la superficie de la lente para una visión al infinito y para una visión de lectura. En una misma familia de lentes, la adición varía de una lente a otra de la familia entre un valor de adición mínimo y un valor de adición máximo. Habitualmente, los valores mínimo y máximo de adición son respectivamente de 0,75 dioptrías y 3,5 dioptrías, y la adición varía de 0,25 dioptrías en 0,25 dioptrías de una lente a otra de la familia.

40 Lentes de la misma adición difieren en un punto de referencia por el valor de la esfera media, llamada también base, medida sobre la cara opuesta al ojo. Se puede por ejemplo elegir medir la base en el punto L de control en visión de lejos.

45 Para lentes multifocales progresivas, se define así por la elección de un par (adición, base) un conjunto o juego de caras multifocales esféricas. Habitualmente, se pueden así definir 5 valores de bases y 12 valores de adiciones, o sea sesenta caras multifocales. Para cada par (adición, base), una lente comúnmente denominada «semiacabada» cuya adición es aportada por la superficie esférica por la variación de curvatura entre la zona de visión de lejos y la zona de visión de cerca puede ser realizada. Tal lente presenta suficiente material para que el fabricante pueda tallar en ella la superficie opuesta a la superficie esférica que permite obtener la lente de prescripción deseada.

Es conocido el hecho de gobernar las prestaciones ópticas del cristal acabado para cada base para un cristal unifocal, o para un par (base, adición) para un cristal multifocal, optimizando la superficie esférica del «semiacabado» de manera que el cristal acabado que proviene del cristal «semiacabado» presenta prestaciones ópticas:

- 5           – óptimas en condiciones de uso estándares elegidas por el fabricante para una prescripción de potencia dada, correspondiente generalmente a una prescripción no astigmática es decir que presenta un astigmatismo nulo.
- no óptimas, pero mejoradas con relación a las prestaciones ópticas obtenidas con un cristal semiacabado no optimizado en el caso de otra prescripción o de condiciones de uso específicas.

En efecto, en el caso de condiciones de uso particulares, el cristal presentará defectos de potencia y de astigmatismo no gobernados.

10   Tales aberraciones sobre las lentes oftálmicas multifocales pueden también presentarse para las prescripciones tóricas destinadas a portadores con astigmatismo. La prescripción en materia oftálmica puede en efecto comprender además de la prescripción de potencia una prescripción de astigmatismo. Tal prescripción es efectuada por el oftalmólogo en forma de un par formado por un valor de eje (en grados) y por un valor de amplitud (en dioptrías). El valor de amplitud representa la diferencia entre las potencias mínimas y máximas en una dirección dada que permiten corregir el defecto visual de un portador. Según la convención elegida, el eje representa la orientación de una de las dos potencias con relación a un eje de referencia y en un sentido de rotación convenido. En la práctica, el eje de referencia es horizontal y el sentido de rotación es el sentido trigonométrico directo para cada ojo, cuando lo mira el portador. Un valor de eje de +45° representa por tanto un eje orientado oblicuamente, que cuando lo mira el portador, se extiende desde el cuadrante situado en la parte alta a la derecha hasta el cuadrante situado en la parte baja a la izquierda. Tal prescripción de astigmatismo es medida sobre el portador mirando en visión de lejos. Se utiliza el término astigmatismo para designar el par (amplitud, ángulo); aunque se trata de un abuso del lenguaje, se utiliza también a veces este término para designar la amplitud del astigmatismo. El contexto permite al experto en la técnica comprender qué acepción es entendida. Es también conocido por el experto en la técnica que la prescripción en potencia y astigmatismo de un portador son usualmente designados y anotados bajo los términos de esfera, de cilindro y de eje.

15   Las lentes oftálmicas que corrigen la prescripción de astigmatismo de un portador pueden estar constituidas por superficies esférico-cilíndricas. En términos geométricos, se define el cilindro por un valor de amplitud y un valor de eje. La amplitud representa la diferencia absoluta  $1/R_1 - 1/R_2$  entre las curvaturas principales (multiplicada por (n-1)); el valor de eje representa la orientación de las curvaturas principales en una marca de referencia, generalmente unida a la superficie, y en un sentido de rotación convenido.

20   En tales casos del prescripciones tóricas, el toro aplicado sobre la superficie opuesta a la superficie esférica inducir aberraciones ópticas de defecto de potencia y de astigmatismo resultante (o residual). Estas aberraciones ópticas tienen por origen por una parte la combinación no gobernada entre las aberraciones de superficie de la cara anterior esférica y el toro de prescripción, y por otra parte, los efectos ópticos unidos a la oblicuidad de los rayos en el campo.

25   El experto en la técnica sabe compensar estos defectos. Por ejemplo, el documento WO-A-98/12590 describe un método de determinación por optimización de un juego de lentes oftálmicas multifocales. Este documento propone definir el juego de lentes considerando las características ópticas de las lentes y en particular la potencia y el astigmatismo oblicuo, en las condiciones del uso. La lente es optimizada por trazado de rayos, a partir de un ergograma que asocia a cada dirección de la mirada en las condiciones del uso un punto objeto mirado.

30   Es también conocido por el documento EP-A-0 990 939 un procedimiento de determinación por optimización de una lente oftálmica para un portador que tiene una prescripción de astigmatismo. Este documento propone elegir una lente objetivo y utilizar un método de trazado de rayos y minimizar la diferencia entre el astigmatismo residual y el astigmatismo de la lente objetivo. El astigmatismo residual es definido en este documento como la desviación o separación en amplitud y en eje entre el astigmatismo prescrito y el astigmatismo generado por la lente. Este procedimiento permite una mejor adaptación de las lentes a los portadores astigmáticos, evitando las aberraciones ópticas inducidas por la aparición de una superficie tórica. El cálculo se efectúa en una referencia unida al ojo, lo que permite tener en cuenta el efecto de torsión del ojo cuando el portador mira en la dirección descentrada.

35   Sin embargo, la puesta en práctica de tal procedimiento supone el conocimiento de la superficie esférica multifocal de la lente. Ahora bien, la superficie esférica puede no ser conocida. Es en particular el caso cuando el laboratorio de prescripción efectúa el acabado, es decir la mecanización final de un cristal semiacabado que proviene de un fabricante no asociado o competidor del laboratorio. En efecto, para impedir la determinación de una superficie esférica, es conocido por la patente WO-A- 2007/017766 un medio de codificación de la superficie. El procedimiento descrito precedentemente no puede ser puesto en práctica y el astigmatismo inducido por la prescripción tórica no es entonces corregido.

40   Existe por tanto una necesidad para mejorar los rendimientos ópticos de los cristales obtenidos a partir de cristales semiacabados cuya superficie esférica es desconocida, en particular en el caso de prescripciones tóricas o de condiciones de uso personalizadas.

El invento propone más particularmente un procedimiento de determinación de una capa de asferización destinada a una lente oftálmica para un portador al que se le han prescrito un astigmatismo y una potencia, que comprende las operaciones de:

- elección de una superficie genérica que presenta valores de esfera y de cilindro conocidos en cada punto;

5 - creación de una lente ficticia objetivo que tiene:

- una superficie anterior que es la superficie genérica, y

- una superficie posterior que es una primera superficie simple,

definiendo la lente ficticia objetivo objetivos ópticos para cada dirección de la mirada;

10 - creación de una lente ficticia corriente, siendo la lente ficticia corriente inicialmente una lente ficticia inicial de ensayo que tiene:

- una superficie anterior que es la superficie genérica, y

- una superficie posterior que es una segunda superficie simple,

- optimización de la lente ficticia corriente modulando la superficie posterior para alcanzar los objetivos ópticos de la lente ficticia objetivo para cada dirección de la mirada;

15 - determinación de una capa compleja de asferización correspondiente a la superficie posterior de la lente ficticia corriente optimizada a la que es sustraída la superficie posterior de la lente ficticia de ensayo inicial.

Según los modos de realización, el procedimiento de determinación de una capa de asferización según el invento puede comprender además una o varias de las características siguientes:

- los objetivos ópticos de la lente ficticia objetivo son definidos en las condiciones de uso estándar.

20 - la lente ficticia corriente es posicionada en condiciones de uso estándar durante la optimización.

- la lente ficticia corriente es posicionada en condiciones de uso personalizadas durante la optimización.

Según el modo de realización, la primera superficie simple es tal que la lente ficticia objetivo presenta:

- un valor de potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la suma de la potencia prescrita y de la mitad del astigmatismo prescrito, y

25 - un valor del astigmatismo prescrito en el punto de referencia sensiblemente nulo.

y la segunda superficie simple es tal que la lente ficticia inicial de ensayo presenta:

- un valor de la potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la potencia prescrita, y

- un valor de astigmatismo en el punto de referencia igual al astigmatismo prescrito.

Según el modo de realización, la primera superficie simple es tal que la lente ficticia objetivo presenta:

30 - un valor de potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la potencia prescrita, y

- un valor de astigmatismo en el punto de referencia sensiblemente igual al astigmatismo prescrito;

y en el que la segunda superficie simple es tal que la lente ficticia inicial de ensayo presenta:

- un valor de potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la potencia prescrita, y

- un valor de astigmatismo en el punto de referencia sensiblemente igual al astigmatismo prescrito;

35 Según los modos de realización, el procedimiento según el invento puede comprender además una o varias de las características siguientes:

- una operación de suministro de valores de índice de cristal y de base, para la lente ficticia objetivo y la lente ficticia inicial de ensayo.

40 - la operación de suministro de valores de índice de cristal y de base es realizada por el suministro de un cristal semiacabado.

- los objetivos ópticos de la lente ficticia objetivo son elegidos entre objetivos de potencia, de astigmatismo, de astigmatismo resultante, de desviación prismática, de distorsión o una combinación de éstos.

- la primera superficie simple y la segunda superficie simple son elegidas de entre un toro o una esfera.

- la lente oftálmica es una lente progresiva, siendo el punto de referencia el punto de control en visión de lejos.

5 El invento se refiere también a un procedimiento de determinación de una lente para un portador al que se le han prescrito un astigmatismo y una potencia que comprende las operaciones de:

- suministro de un cristal semiacabado;

- la determinación de una lente que tiene:

- la superficie anterior del cristal semiacabado, y

10 - la superficie posterior que presenta una superficie obtenida por la suma de la capa compleja de asferización obtenida por el procedimiento de determinación de una capa de asferización y de una superficie simple tal que el valor de la potencia en el punto de referencia sea igual a la potencia prescrita y el valor del astigmatismo en el punto de referencia sea igual al astigmatismo prescrito.

15 Según los modos de realización, el procedimiento de determinación de una capa de asferización según el invento puede comprender además una o varias de las características siguientes:

- el cristal semiacabado suministrado es una lente progresiva, presentando la superficie genérica elegida la misma adición que el cristal semiacabado.

- el cristal semiacabado suministrado es una lente progresiva, presentando la superficie genérica elegida la misma longitud de progresión que el cristal semiacabado.

20 Otras características y ventajas del invento aparecerán con la lectura de la descripción detallada que sigue de los modos de realización del invento, dados a título de ejemplo únicamente y con referencia a los dibujos que muestran:

La fig. 1 un esquema de un sistema óptico de ojo y lente en vista desde arriba.

La fig. 2, un organigrama de un ejemplo de procedimiento de determinación de una capa de asferización.

La fig. 3 un organigrama de un ejemplo de procedimiento de determinación de una lente oftálmica.

25 Las figs. 4-5, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie anterior de un cristal semiacabado utilizado en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

Las figs. 6-7, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie genérica utilizada en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

30 Las figs. 8-9, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la capa de asferización obtenida según un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

Las figs. 10-12, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

Las figs. 13-15, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior.

35 Las figs. 16-17, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie anterior de un cristal semiacabado utilizado en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

Las figs. 18-19, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie genérica utilizada en otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

Las figs. 20-21, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la capa de asferización obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

40 Las figs. 22-24, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

Las figs. 25-27, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior.

Las figs. 28-29, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie anterior de un cristal semiacabado utilizado en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.

- Las figs. 30-31, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie genérica utilizada en otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 32-33, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la capa de asferización obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- 5 Las figs. 34-36, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 37-39, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior.
- Las figs. 40-41, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie anterior de un cristal semiacabado utilizado en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- 10 Las figs. 42-43, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie genérica utilizada en otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 44-45, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la capa de asferización obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- 15 Las figs. 46-48, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 49-51, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior.
- Las figs. 52-53, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie anterior de un cristal semiacabado utilizado en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- 20 Las figs. 54-55, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie genérica utilizada en otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 56-57, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la capa de asferización obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 58-60, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- 25 Las figs. 61-63, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior.
- Las figs. 64-65, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie anterior de un cristal semiacabado utilizado en un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 66-67, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la superficie genérica utilizada en otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- 30 Las figs. 68-69, representaciones gráficas de las características superficiales, esfera media y cilindro respectivamente, de la capa de asferización obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 70-72, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según otro ejemplo de puesta en práctica del procedimiento.
- Las figs. 73-75, representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior.
- 35 El invento tal como ha sido definido en el conjunto de reivindicaciones se refiere a un procedimiento de determinación de una capa de asferización destinada a una lente oftálmica para un portador al que se le han prescrito una potencia y un astigmatismo. Una capa es definida como una superficie ficticia caracterizada en cualquier punto por su altitud. Una capa de asferización es definida aquí como una capa compleja determinada por optimización de las prestaciones ópticas de un cristal acabado constituido por la superficie anterior esférica del cristal semiacabado y por la superficie posterior que proviene de la combinación de la capa de asferización y de una capa de prescripción. La capa de prescripción, esférica o tórica, permite adaptar la lente a la ametropía del usuario. En el estado inicial antes de optimización de la lente, la capa de asferización es plana y por tanto la capa de prescripción constituye integralmente la superficie de prescripción. La adición de una capa de asferización a la capa de prescripción permite mejorar los cristales realizados a partir de semiacabados cuya superficie esférica es desconocida. En particular, las aberraciones inducidas por la prescripción de astigmatismo o las aberraciones ligadas a condiciones de uso específicas son disminuidas.
- 40
- 45 El invento propone determinar una capa de asferización a partir de un cristal semiacabado virtual cuya geometría de la superficie esférica es conocida y añadir la capa así obtenida a la capa de prescripción para formar la superficie posterior del cristal cuya superficie anterior esférica es desconocida. El procedimiento está particularmente bien adaptado para la

puesta en práctica en laboratorios de prescripción que realizan el acabado de lentes semiacabadas.

La solución se aplica no solamente a lentes progresivas multifocales, como en los ejemplos de las figs. 4 a 27 y 40 a 51 siguientes, sino también a lentes unifocales, como en el ejemplo de las figs. 28 a 39 y 52 a 75 siguientes. Es igualmente posible utilizar el método con las lentes multifocales, tales como las lentes bifocales o trifocales.

- 5 Para cada tipo de lente, es definido un punto de referencia. En el caso de una lente progresiva, el punto de referencia puede corresponder al punto de control en visión de lejos. En el caso de una lente unifocal, el punto de referencia es definido como un punto en el que es realizada la prescripción. Tal punto puede entonces ser el centro geométrico de la lente.

- 10 El procedimiento de determinación se aplica en particular a una lente progresiva. Es interesante utilizar el procedimiento de determinación para una lente progresiva porque las lentes multifocales plantean un problema particular para el portador astigmático. El astigmatismo visto por el portador puede ser considerado como la resultante de tres componentes:

- el cilindro local de la superficie progresiva, caracterizado por su amplitud (o módulo) y su eje.
- el cilindro (amplitud y eje) presentado por la superficie de prescripción que permite en particular alcanzar la prescripción al nivel del punto de control.
- el astigmatismo oblicuo generado por la oblicuidad de los rayos sobre las superficies que constituyen la lente.

El procedimiento de determinación se aplica también a una lente optimizada para condiciones de uso particulares.

En lo que sigue, a título de ejemplo, la superficie esférica desconocida es llevada por la superficie anterior. La superficie esférica podría también ser llevada por la superficie posterior.

- 20 De manera conocida en sí, en cualquier punto de una superficie esférica, una esfera media D puede ser definida por la fórmula siguiente:

$$D = \frac{n-1}{2} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

donde  $R_1$  y  $R_2$  son los radios de curvatura máxima y mínima expresados en metros, y n el índice del material que constituye la lente.

- 25 Un cilindro C puede ser también definido por la fórmula:

$$C = (n-1) \left| \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right|$$

Para una lente dada, y por ejemplo para una lente multifocal, las magnitudes ópticas correspondientes, a saber una potencia y un astigmatismo son definidas.

- 30 La fig. 1 muestra un esquema de un sistema óptico de ojo y lente en visto desde arriba, y muestra las definiciones utilizadas en la continuación de la descripción. Se llama Q' al centro de rotación del ojo; el eje Q'F' representado en la figura en trazos mixtos es el eje horizontal que pasa por el centro de rotación del ojo y que se extiende delante del portador - dicho de otro modo el eje Q'F' corresponde a la dirección principal de la mirada. Este eje corta, sobre la cara anterior, un punto de la lente llamado cruz de montaje, que está materializado en las lentes para permitir su posicionamiento por un óptico. La cruz de montaje está generalmente situada 4 mm por encima del centro geométrico de la superficie anterior. Sea el punto O, punto de intersección de la superficie posterior y de este eje Q'F'. Se define una esfera de las partes superiores, de centro Q', y de radio q', que es tangente a la superficie posterior de la lente en un punto del eje horizontal. A título de ejemplo, un valor de radio q' del 25,5 mm corresponde a un valor corriente y proporciona resultados satisfactorios durante el uso de las lentes.

- 40 Una dirección dada de la mirada - representada en trazos continuos en la fig. 1 - corresponde a una posición del eje de rotación alrededor de Q' y a un punto J de la esfera de las partes superiores; el ángulo  $\alpha$  es el ángulo formado entre el eje Q'F' y la proyección de la recta Q'J sobre el plano horizontal que contiene al eje Q'F': este ángulo aparece en el esquema de la fig. 1. El ángulo  $\beta$  es el ángulo formado entre el eje Q'F' y la proyección de la recta Q'J sobre el plano vertical que contiene al eje Q'F'. Una dirección dada de la mirada corresponde por tanto a un punto J de la esfera de las partes superiores o a un par ( $\alpha, \beta$ ). La imagen de un punto del espacio objeto, en una dirección de la mirada, y a una distancia de objeto dada, se forma entre dos puntos S y T que corresponden a distancias focales mínima y máxima, que serían distancias focales sagital y tangencial en el caso de superficies de revolución. Sobre el eje óptico, la imagen de un punto del espacio objeto en el infinito se forma en el punto F'. La distancia D es la focal del sistema ojo-lente.

5 Se llama ergorama a una función que asocia a cada dirección de la mirada la distancia habitual del punto objeto. Típicamente en visión de lejos según la dirección principal de la mirada, el punto objeto está en el infinito. En visión de cerca, según una dirección correspondiente sensiblemente a un ángulo  $\alpha$  del orden de  $35^\circ$  y a un ángulo  $\beta$  del orden de  $5^\circ$ , la distancia objeto es del orden de 30 a 50 cm. Para más detalles sobre una definición posible de un ergorama, se podrá consultar el documento FR-A-2 753 805 (US-A-6 318 859). Este documento describe un ergorama, su definición y su procedimiento de modelización. Un ergorama particular consiste en no tomar más que puntos en el infinito. Para el procedimiento del invento, se pueden considerar puntos en el infinito o no. El ergorama puede ser función de la ametropía del portador.

10 Con la ayuda de estos elementos, se puede definir una potencia y un astigmatismo, en cada dirección de la mirada. Para una dirección de la mirada ( $\alpha, \beta$ ) se considera un punto M objeto a una distancia objeto dada por el ergorama. En el espacio objeto, se define, para el punto M sobre el rayo luminoso correspondiente, una proximidad de objeto PO como la inversa de la distancia MJ entre el punto M y el punto J de la esfera de las partes superiores:

$$PO = 1/MJ$$

15 Esto permite un cálculo de la proximidad al objeto en el marco de una aproximación de lente delgada en cualquier punto de la esfera de las partes superiores, que es utilizada para la determinación del ergorama. Para una lente real, se puede con la ayuda de un programa de trazado de rayos considerar la proximidad al objeto como la inversa de la distancia entre el punto objeto y la superficie anterior de la lente, sobre el rayo correspondiente.

20 Siempre para la misma dirección de la mirada ( $\alpha, \beta$ ), la imagen de un punto M que tiene una proximidad al objeto dada se forma entre dos puntos S y T correspondientes respectivamente a distancias focales mínima y máxima (que serían distancias focales sagital y tangencial en el caso de superficies de revolución). Se llama proximidad de imagen del punto M, a la cantidad:

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

25 Por analogía con el caso de la lente de cada, se define así, en una dirección dada de la mirada y para una proximidad al objeto dada, es decir, para un punto del espacio objeto sobre el rayo luminoso correspondiente, una potencia óptica como la suma de la proximidad a la imagen y de la proximidad al objeto.

$$P = PO + PI = \frac{1}{MJ} + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

Con las mismas notaciones, se define en cada dirección de la mirada y para una proximidad al objeto dada, una aberración de astigmatismo AA como

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

30 Esta definición corresponde al astigmatismo del haz de rayos creado por la lente. Se resalta que la definición proporciona, en la dirección principal de la mirada, el valor clásico del astigmatismo.

35 Se obtienen así definiciones posibles según el invento de la potencia óptica y del astigmatismo de la lente, en las condiciones del uso, que pueden ser calculadas como se ha explicado en B. Bourdoncle y otros, "Ray tracing through progressive ophthalmic lenses" ("Trazados de rayos a través de lentes oftálmicas progresivas"), 1990 International Lens Design Conference, D.T. Moore ed. Proc. Soc. Photo. Opt. Instrum. Eng. Se entiende por condiciones de uso estándar la posición de la lente con relación al ojo del portador medio, definido en particular por el ángulo pantoscópico, la distancia cristal-ojo, la curvatura. Se podrían también utilizar otras definiciones. Las definiciones presentadas anteriormente presentan la ventaja de ser definidas simplemente, y de poder ser calculadas fácilmente con ayuda de un programa de trazado de rayos, para una lente dada. En toda la continuación, la potencia óptica y el astigmatismo pueden ser calculados de tal manera que la prescripción pueda ser alcanzada al nivel del punto de control bien para un portador que lleva sus cristales en las condiciones de uso o bien para el frontofocómetro.

45 El procedimiento del invento considera la determinación de una capa de asferización destinada a una lente oftálmica para un portador al que le han sido prescritos una potencia y un astigmatismo. El oftalmólogo o el óptico anotan usualmente la prescripción de cada ojo en forma de un triplete (esfera SPH, cilindro CYL, eje AXE) en un convenio dado, sea llamado «cilindro positivo», sea «cilindro negativo». La potencia prescrita es llamada P y vale SPH. El astigmatismo por escrito es llamado A. Su módulo es CYL y su eje es AXE. La potencia media prescrita al portador es entonces igual a  $SPH + CYL/2$ . El oftalmólogo (o el óptico) puede también medir las condiciones de uso de montura específicas para el portador y en particular la distancia cristal-ojo, el ángulo pantoscópico y la curvatura de la montura elegida.

50 El procedimiento puede referirse también a un portador con astigmatismo que tiene tanto una prescripción de potencia



nula como una prescripción de potencia no nula. El procedimiento puede también aplicarse para un portador no astigmático pero cuyas condiciones de uso de la montura son particulares. Se habla de «condiciones de uso particulares» cuando los valores de ángulo pantoscópico, de curvatura y de distancia cristal-ojo son diferentes de los valores medios definidos por el fabricante. Típicamente, el ángulo pantoscópico medio es de 8°, la curvatura es 0° y la distancia cristal-ojo 25,5 mm (condiciones de uso estándar). Ciertos portadores pueden presentar una morfología y/o elegir una montura que conduce a valores diferentes de estas medias. Se habla entonces de condiciones de uso particulares o personalizadas.

La fig. 2 ilustra un organigrama de un ejemplo de puesta en práctica del procedimiento de determinación de la capa de asferización.

El procedimiento puede comprender una operación 15 de suministro de valores de índice de cristal y de base. Ello permite disponer de informaciones suplementarias sobre las necesidades del portador. El procedimiento permite así obtener una capa de asferización mejor adaptada a las necesidades del portador.

La operación 15 puede ser realizada por el suministro de un cristal semiacabado. Un cristal semiacabado es un cristal del que sólo se ha mecanizado una superficie. En particular, los fabricantes de lentes oftálmicas multifocales fabrican generalmente una familia de cristales semiacabados. Así, en un primer momento, sólo la superficie de los cristales de la misma familia está mecanizada en una superficie; luego la superficie opuesta es mecanizada ulteriormente según una forma esférica o tórica con curvaturas apropiadas a cada portador de gafas según las prescripciones de un oftalmólogo. Las informaciones de índice y de base relativas al semiacabado son así fácilmente conocidas. Son generalmente informaciones proporcionadas por el fabricante para cada uno de sus productos.

Al final de la operación 15, la prescripción del oftalmólogo, o sea los datos P, A, la adición Add si ha lugar y las condiciones de uso así como el índice y la base son conocidos. Sólo la prescripción y las condiciones de uso son conocidas si el procedimiento es puesto en práctica sin la operación 15.

El procedimiento de determinación comprende una operación 10 de elección de una superficie genérica  $S_G$ . La superficie  $S_G$  presenta valores de esfera y cilindro conocidos en cada punto. La superficie  $S_G$  puede en particular ser representada por una ecuación que da la altitud de la superficie en cada punto. Una superficie genérica puede así ser cualquier superficie. La superficie genérica  $S_G$  es elegida para ser la mejor adaptada al producto a mecanizar habida cuenta de los datos conocidos. Por ejemplo, supongamos que la longitud de progresión definida como la distancia entre la cruz de montaje y el punto de control en prisi3n de cerca sea corta. En tal caso, la superficie genérica  $S_G$  seleccionada presenta igualmente una longitud de progresión corta, pudiendo la longitud de progresión ser diferente. En particular, cuando el cristal semiacabado proporcionado es una lente progresiva, es ventajoso que la superficie genérica  $S_G$  elegida, presente la misma longitud de progresión que el cristal semiacabado con el fin de mejorar los resultados obtenidos por el procedimiento. Por la misma razón, la superficie genérica  $S_G$  elegida puede presentar la misma adición que el cristal semiacabado proporcionado. Además, la superficie  $S_G$  puede ser adaptada en la base y el índice del cristal semiacabado si son conocidos.

El procedimiento de determinación incluye igualmente una operación 20 de creación de una lente ficticia objetivo. La lente ficticia objetivo es denominada  $L_C$  en lo que sigue. La lente  $L_C$  incluye una superficie anterior, una superficie posterior y un punto de referencia tal como se ha definido precedentemente. La superficie anterior de la lente  $L_C$  es la superficie genérica  $S_G$ . La superficie posterior de la lente  $L_C$  es una superficie simple denominada  $S_2$ . A título de ejemplo, la superficie simple puede ser una esfera o un toro. Una superficie simple puede ser calculada fácilmente.

La superficie simple  $S_2$  puede ser elegida de diferentes maneras. La superficie simple  $S_2$  puede en particular ser tal que la potencia  $P_C$  y el astigmatismo  $A_C$  de la lente ficticia objetivo en el punto de referencia son sensiblemente iguales respectivamente a la suma de la potencia prescrita y de la mitad del astigmatismo prescrito y a un astigmatismo nulo. Ello está ilustrado por las relaciones matemáticas (1) y (2) siguientes:

$$P_C = P + A/2 = SPH + CYL/2 \quad (1)$$

$$A_C = 0 \quad (2)$$

En el caso particular de una lente ficticia objetivo  $L_C$  progresiva, el punto de referencia puede ser definido como el punto de control en visión de lejos.

La lente ficticia objetivo  $L_C$  tiene así una superficie posterior  $S_2$  conformada de tal manera que la lente objetivo responde a una prescripción objetivo que incluiría una potencia  $P_C$  igual a  $P + A/2$  y sin astigmatismo.

Tal elección de la superficie simple  $S_2$  puede en particular ser utilizada cuando la prescripción de astigmatismo no es nula. La lente ficticia de objetivo  $L_C$  de los ejemplos de las figs. 4 a 39 y 64 a 75 siguientes es así definida.

La superficie simple  $S_2$  puede también ser elegida de tal modo que la potencia  $P_C$  y el astigmatismo  $A_C$  de la lente ficticia objetivo desde el punto de referencia son sensiblemente iguales respectivamente a la potencia prescrita  $P$  y al astigmatismo  $A$  prescrito. Ello está ilustrado por las relaciones matemáticas (3) y (4) siguientes:

## ES 2 559 432 T3

$$P_C = P = \text{SPH} \quad (3)$$

$$A_C = A = \text{CYL} \quad (4)$$

En el caso particular de una lente ficticia objetivo  $L_C$  progresiva, el punto de referencia puede ser definido como el punto de control en visión de lejos.

- 5 La lente ficticia objetivo  $L_C$  tiene así una superficie posterior conformada de tal manera que la lente objetivo responde a una prescripción objetivo que incluiría una potencia igual a  $P$  y un astigmatismo igual a  $A$ .

Tal elección de la superficie simple  $S_2$  puede en particular ser utilizada cuando se desean tener en cuenta condiciones de uso de la lente. La lente ficticia objetivo  $L_C$  de los ejemplos de las figs. 40 a 63 siguientes es así definida.

- 10 Cuando el procedimiento puesto en práctica incluye una operación 15 de suministro de valor de índice y de valor de base según el ejemplo de la fig. 2, la lente ficticia objetivo  $L_C$  tiene además el valor del índice y el valor de base.

- 15 La lente objetivo  $L_C$  define objetivos ópticos para cada dirección de la mirada. Los objetivos ópticos ponen en particular ser objetivos de potencia, de astigmatismo (o astigmatismo resultante), de desviación prismática, de distorsión o una combinación de éstos. Por ejemplo, en el caso de un objetivo de astigmatismo, se simula para la lente  $L_C$ , con la ayuda de un programa de trazado de rayos, el astigmatismo para un conjunto de direcciones de mirada, tal como se ha definido más arriba, en la situación del uso, y a partir de los valores de proximidad dados por el ergorama. La lente objetivo puede entonces ser virtualmente colocada en las condiciones de uso estándar.

En la operación 30 del procedimiento de determinación, se crea una lente ficticia corriente  $L_F$ . La lente ficticia corriente es una lente cuya superficie posterior es modulable.

- 20 La lente ficticia corriente  $L_F$  inicialmente elegida es una lente ficticia inicial de ensayo. La lente ficticia inicial de ensayos es denominada  $L_I$ . La lente inicial de ensayo  $L_I$  incluye una superficie anterior, una superficie posterior y un punto de referencia tal como se ha definido precedentemente. La superficie anterior de la lente ficticia inicial es la superficie genérica  $S_G$ . La superficie posterior  $S_4$  de la lente ficticia inicial de ensayo  $L_I$  es una superficie simple como una esfera o un toro. La superficie simple  $S_4$  es tal que la potencia  $P_1$  y el astigmatismo  $A_1$  de la lente inicial de ensayo  $L_I$  en el punto de referencia son sensiblemente iguales respectivamente a la potencia prescrita y al astigmatismo prescrito. Ello se traduce por las relaciones (5) y (6) siguientes:

$$P_1 = P = \text{SPH} \quad (5)$$

$$A_1 = A = \text{CYL} \quad (6)$$

- 30 En el caso particular de una lente  $L_I$  progresiva, las relaciones (5) y (6) significan que el valor de la potencia media en el punto de control de visión de lejos es igual a la potencia media prescrita  $P$  y el valor del astigmatismo en el punto de control en visión de lejos es igual al astigmatismo prescrito  $A$ .

La lente inicial de ensayo  $L_I$  tiene así una superficie posterior  $S_4$  conformada de tal manera que la lente inicial corresponde a una prescripción que incluiría una potencia de  $P$  y un astigmatismo de  $A$ .

Cuando el procedimiento puesto en práctica incluye una operación 15 de suministro de valor de índice y de valor de base como el ejemplo de la fig. 2, la lente ficticia inicial de ensayo  $L_I$  tiene además el valor del índice y el valor de base.

- 35 La lente ficticia corriente obtenida al final de la operación 30 incluye una superficie anterior de superficie  $S_G$  y una superficie posterior conformada de tal manera que la lente ficticia corriente responde a una prescripción que incluiría una potencia de  $P$  y un astigmatismo de  $A$ . Esta cara posterior puede ser descompuesta en dos capas ficticias, la primera  $N_{F1}$  que tiene la geometría de la superficie posterior  $S_4$  antes determinada y que permite a la lente ficticia corriente responder a la prescripción, siendo la segunda capa  $N_{F2}$  una superficie plana. La superficie posterior es entonces definida como la suma en altitud de las dos capas  $N_{F1}$  y  $N_{F2}$ .

El procedimiento incluye igualmente la operación 40. La operación 40 es la optimización óptica de la lente ficticia corriente  $L_F$ . La superficie posterior de la lente ficticia corriente  $L_F$  es modulada para alcanzar los objetivos de defectos ópticos de la lente objetivo  $L_C$  para cada dirección de la mirada. Más particularmente, se optimiza la capa  $N_{F2}$  de la cara posterior de la lente corriente.

- 45 El propósito del programa de optimización, partiendo de una lente a optimizar, es aproximarse tanto como sea posible a la lente objetivo en términos de características ópticas. Se puede para ello considerar una función de coste, representativa de las desviaciones de criterios ópticos entre la lente a optimizar y la lente objetivo, definida como sigue. Para un conjunto de puntos de la lente o de direcciones de la mirada, referenciados por una variable  $i$ , se considera la función de mérito escrita en la forma:

$$\sum_i p_i \sum_j W_{ij} (V_{ij} - C_{ij})^2$$

- donde: -  $p_i$  es una ponderación del punto  $i$ ;  
 -  $V_{ij}$  es el valor del tipo  $j^{\text{ésimo}}$  de parámetro en el punto  $i$ ;  
 -  $C_{ij}$  es el valor objetivo del tipo  $j^{\text{ésimo}}$  de parámetro en el punto  $i$ ;  
 5 -  $W_{ij}$  es la ponderación del tipo  $j^{\text{ésimo}}$  de parámetro en el punto  $i$ .

Se puede por ejemplo llegar a resultados apropiados considerando un conjunto de 1000 puntos, repartidos a lo largo de la meridiana (100 puntos) y sobre el resto de la lente.

Se puede fijar  $j$  en 2, y utilizar parámetros que son la potencia del portador y el astigmatismo resultante, como se ha explicado más arriba.

- 10 La ponderación  $p_i$  de los puntos  $i$  permite afectar un peso más o menos importante a las diversas regiones de la lente. Es por ejemplo preferible prever una ponderación importante en el centro del cristal, y disminuir la ponderación con el alejamiento con relación a la meridiana.

- 15 El valor  $V_{ij}$  es medido para el punto  $i$  por un programa de trazados de rayos, utilizando las definiciones de potencia del portador y de aberración de astigmatismo dadas más arriba, a partir del valor de proximidad suministrado por el ergorama.  $V_{i1}$  es el valor de potencia del portador medido en el punto  $i$  y  $V_{i2}$  es el valor de aberración de astigmatismo medido en el punto  $i$ .

- 20 Más precisamente, se puede proceder como sigue. En la dirección  $(\alpha, \beta)$  del punto  $i$ , se construye por un programa de trazado de rayos el rayo que proviene del centro de rotación del ojo, que atraviesa la superficie de la posterior de la lente, la lente, y luego la superficie anterior y desemboca en el espacio objeto. Se considera a continuación el punto objeto situado sobre el rayo así trazado a una distancia de la superficie anterior del cristal igual a la inversa de la proximidad del objeto dada por el ergorama para la dirección  $(\alpha, \beta)$ . A partir de este punto objeto, se trazan una pluralidad de rayos, por ejemplo tres, hacia la lente, para reconstruir los puntos  $J$  y  $T$  de la fig. 1; se procede a así a una evaluación exacta de la imagen obtenida de un punto objeto dado. Se calcula así la proximidad de imagen y el astigmatismo  $V_{i2}$ . A partir del ergorama y de la proximidad de imagen calculada, se determina la potencia media  $V_{i1}$  en la dirección  $(\alpha, \beta)$ .

- 25 Los valores  $C_{ij}$  son los valores objetivos: en el ejemplo,  $C_{i1}$  es el valor de potencia media de la lente ficticia objetivo  $L_C$  determinado en la operación 20 y  $C_{i2}$  es el valor de astigmatismo, en el punto  $i$  de la lente  $L_C$ .

$W_{ij}$  es la ponderación del tipo  $j^{\text{ésimo}}$  de parámetro en el punto  $i$ . Se puede así privilegiar, para un punto dado, la potencia o el astigmatismo.

- 30 Se define por tanto de esta manera, un objetivo, y una función de coste representativa de las desviaciones de las características ópticas de una lente con relación a este objetivo. Tal función de coste es evidentemente positiva y debe ser minimizada en el curso del proceso de optimización.

Para proceder a la optimización, basta entonces elegir una lente de partida como se ha descrito en la operación 30 del procedimiento y un método de cálculo que permita hacer disminuir por iteraciones el valor de la función de coste.

- 35 Se puede ventajosamente utilizar como método de cálculo un método de los mínimos cuadrados amortizados (DLS), o aún cualquier otro método de optimización en sí conocido.

Se llega así, para una prescripción dada y, para una adición dada en el caso de una lente progresiva, a una lente optimizada, después de iteraciones del programa de optimización. Utilizando un método de los mínimos cuadrados amortiguados, la función de coste definida más arriba, y una tal lente de partida, basta proceder a una decena de iteraciones para llegar en la mayor parte de los casos a una lente que presenta prestaciones ópticas satisfactorias.

- 40 El posicionamiento en el que la lente ficticia corriente  $L_F$  es optimizada puede variar. La lente ficticia corriente  $L_F$  puede ser posicionada en condiciones de uso estándar durante la optimización. Este es en particular el caso de las figs. 4 a 39 siguientes. La lente ficticia corriente  $L_F$  puede igualmente ser posicionada en condiciones de uso personalizadas durante la optimización como en las figs. 40 a 75 siguientes. Ello permite adaptar la lente a las condiciones de uso particulares de cada individuo.

- 45 A la salida de la operación 40, es así obtenida una lente corriente optimizada.

El procedimiento de determinación de la capa de asferización comprende además una operación 50 de determinación de una capa  $N$  compleja de asferización. La capa  $N$  corresponde a  $N_{F2}$ . Tal procedimiento utiliza solamente la prescripción dada al portador y eventualmente condiciones de uso personalizadas, la base y el índice del cristal semiacabado. El procedimiento permite por tanto obtener una capa  $N$  compleja de asferización sin conocer con precisión la superficie

asferizada del cristal semiacabado.

Así, la capa N de asferización obtenida según el procedimiento de asferización puede ser en particular utilizada en un procedimiento de determinación de una lente oftálmica.

5 La fig. 3 ilustra un organigrama de un ejemplo de puesta en práctica de tal procedimiento de determinación. El procedimiento de determinación de la lente comprende una operación 100 de suministro de un cristal semiacabado. El cristal semiacabado tiene una superficie anterior cuyas características pueden no ser conocidas. Éste es particularmente el caso si el cristal semiacabado proviene de un fabricante no asociado o competidor del laboratorio.

10 El procedimiento incluye igualmente una operación 110 de determinación de la lente oftálmica. La lente oftálmica está destinada a un portador al que le han sido prescritos una potencia y un astigmatismo. Con la prescripción del portador, el suministro del cristal semiacabado, y eventualmente las condiciones de uso personalizadas, es posible poner en práctica el procedimiento de determinación de una capa de asferización tal como se ha descrito precedentemente. Las operaciones descritas en relación con la fig. 2 corresponden a la operación 120 de la fig. 3; una capa N de asferización es así obtenida en la operación 130. La lente tiene una superficie anterior cuya geometría corresponde a la superficie anterior del cristal semiacabado. La lente oftálmica incluye además una superficie posterior de superficie  $S_5$ .

15 En la operación 140, la superficie  $S_5$  es obtenida por la suma de la capa N compleja de asferización obtenida precedentemente y de una superficie simple T. En el caso de una prescripción de astigmatismo, la superficie simple T es un toro. La superficie simple T utilizada es tal que el valor de la potencia en el punto de referencia sea igual a la potencia prescrita y el valor del astigmatismo en el punto de referencia sea igual al astigmatismo prescrito. La superficie simple T utilizada permite responder a la prescripción del portador.

20 Así, a la salida del cálculo, la superficie posterior de la lente oftálmica está definida por la suma de una primera capa convencional T que responde a la prescripción y una capa de asferización N. La suma de estas dos capas combinadas permite obtener la adecuación de la superficie posterior a mecanizar. La adecuación de la superficie posterior a mecanizar es por este hecho obtenida de manera independiente de la capa esférica de la superficie anterior del cristal semiacabado. La ecuación de la superficie posterior no depende más que de la prescripción, del índice y de la base y eventualmente de las condiciones de uso personalizadas. Por este hecho, el procedimiento es aplicable en laboratorios de prescripción, a partir de cristales semiacabados cualesquiera, obtienen lentes que tienen las características de la prescripción. Además, la superficie posterior  $S_5$  así obtenida puede ser realizada con dispositivos de mecanización directa ya existentes.

30 La capa de asferización permite así mejorar las prestaciones ópticas de los cristales obtenidos a partir de cristales semiacabados cuya superficie compleja es desconocida. En particular, la capa de asferización permite reducir el astigmatismo resultante. La capa de asferización reduce también las aberraciones debidas a condiciones de uso personalizadas. El procedimiento permite por tanto obtener una capa N compleja de asferización sin conocer con precisión la superficie asferizada del cristal semiacabado.

35 En el caso de una prescripción tórica, las lentes obtenidas por el procedimiento tienen además la ventaja de compensar el astigmatismo resultante.

En el caso de condiciones de uso particulares, las lentes obtenidas por el procedimiento tienen la ventaja de compensar los defectos ópticos introducidos por estas condiciones de uso.

Además, las ventajas precedentemente evocadas pueden ser combinadas en el caso de un portador astigmático que presente condiciones de uso particulares.

40 Los ejemplos que siguen dan varios modos de realización del invento.

#### Ejemplo 1

En este ejemplo, se busca obtener una lente multifocal progresiva para la prescripción siguiente:

- esfera prescrita: 0 dioptrías,
- cilindro prescrito: 3 dioptrías,
- 45 - eje de 45°,
- adición de 2 dioptrías.

Las condiciones de uso de la lente multifocal para esta prescripción son condiciones de uso estándar.

Un cristal semiacabado cuya superficie anterior es desconocida es suministrado. El índice del cristal semiacabado es conocido o medido. Vale 1,665. Igualmente, la base del cristal semiacabado es conocida y vale 4 dioptrías.

Se busca determinar la superficie posterior de la lente multifocal para responder a la prescripción precedente.

5 A fin de poder efectuar comparaciones sobre la lente una vez acabada, se utiliza un cristal semiacabado cuya superficie anterior es conocida. Las figs. 4 a 5 muestran representaciones de las características superficiales de la superficie anterior del cristal semiacabado. La fig. 4 muestra las líneas de iso-esfera media de la superficie anterior de la lente; los ejes están graduados en milímetros; la fig. 5 muestra las líneas de iso-cilindro, con los mismos ejes. Se llaman líneas de iso-esfera las líneas constituidas por las proyecciones en el plano tangente a la superficie progresiva en O de los puntos de la superficie que presentan una esfera media del mismo valor. De la misma manera, se llaman líneas de iso-cilindro las líneas constituidas por la proyección en el plano ya citado de los puntos de la superficie que presentan un cilindro del mismo valor.

10 El procedimiento de determinación es puesto en práctica sin tener en cuenta la superficie anterior del cristal semiacabado. Para el procedimiento de determinación, la superficie anterior del cristal semiacabado es desconocida.

En la operación 10 del procedimiento de determinación de la capa de asferización, es elegida una superficie genérica. Las figs. 6 y 7 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie genérica, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

15 La comparación de las figs. 4 y 6 por una parte y 5 y 7 por otra parte muestran bien que la superficie genérica elegida no es la superficie anterior del cristal semiacabado. Ello ilustra el hecho de que el procedimiento es puesto en práctica independientemente de la superficie anterior del cristal semiacabado.

20 A la salida del cálculo, en la operación 50, es obtenida una capa de asferización. Las figs. 8 y 9 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la capa de asferización, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

La adecuación de la superficie posterior de la lente oftálmica multifocal puede entonces ser obtenida en la operación 110 del procedimiento. La lente puede entonces ser obtenida por mecanización de la superficie posterior del cristal semiacabado suministrado.

25 Las características ópticas presentadas a continuación en las figs. 10 a 15 han sido obtenidas por cálculo. Las figs. 10 a 12 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según el procedimiento del invento; la fig. 10 muestra la potencia según la meridiana, con la definición de potencia dada más arriba. Las abscisas están graduadas en dioptrías, y las ordenadas dan la dirección de la mirada; el trazo continuo muestra la potencia, y los trazos discontinuos las cantidades  $1/JT$  y  $1/JS$  definidas en la fig. 1, para las distancias de objetos correspondientes a un ergorama representativas de las distancias de los puntos objeto en cada dirección de la mirada y simulando un espacio objeto medio. La fig. 10 da así acceso al defecto de potencia y de astigmatismo según la meridiana. La fig. 11 es una representación gráfica de las líneas de igual potencia, es decir de las líneas formadas por los puntos que tienen un valor de potencia idéntico. Los ejes de las abscisas y de las ordenadas dan respectivamente ángulos  $\beta$  y  $\alpha$ . La fig. 11 permite así visualizar una tarjeta del defecto de potencia. La fig. 12 muestra, con los mismos ejes, las líneas de igual astigmatismo resultante. La fig. 12 es así una representación gráfica del defecto de astigmatismo.

35 Las figs. 13 a 15 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior. La lente de la técnica anterior es una lente en la que la superficie posterior lleva un toro simple y la superficie anterior es la superficie anterior del cristal semiacabado. Las figs. 13 a 15 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 10 a 12, con los mismos convenios.

40 En el caso de la lente obtenida por el procedimiento del invento, la comparación de los resultados muestra que el astigmatismo es reducido a lo largo de la meridiana. Además, las líneas de iso-astigmatismo de la lente obtenida por el procedimiento del invento (fig. 12) están más liberadas en visión de lejos y en visión de cerca que las de la lente de la técnica anterior (fig. 15).

### Ejemplo 2

En este ejemplo, se busca obtener una lente multifocal progresiva para la prescripción siguiente:

- 45 - esfera prescrita: 5 dioptrías,  
 - cilindro prescrita: 3 dioptrías,  
 - eje de 45°,  
 - adición: 2 dioptrías.

Las condiciones de uso de la lente multifocal para esta prescripción son condiciones de uso estándar.

50 Un cristal semiacabado es suministrado. El índice del cristal semiacabado es conocido o medido. Vale 1,665. Igualmente, la base del cristal semiacabado es conocida y vale 7,5 dioptrías. Se busca determinar la superficie posterior de la lente

unifocal para responder a la prescripción precedente.

A fin de poder efectuar comparaciones sobre la lente una vez acabada, se utiliza un cristal semiacabado cuya superficie anterior es conocida. Las figs. 16 y 17 muestran representaciones de las características superficiales de la superficie anterior del cristal semiacabado, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

- 5 El procedimiento de determinación es puesto en práctica sin tener en cuenta la superficie anterior del cristal semiacabado. Para el procedimiento de determinación, la superficie anterior del cristal semiacabado es desconocida.

En la operación 10 del procedimiento, es elegida una superficie genérica. Las figs. 18 y 19 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie genérica, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

- 10 La comparación de las figs. 16 y 18 por una parte y 17 y 19 por otra parte muestran bien que la superficie genérica elegida no es la superficie anterior del cristal semiacabado. Ello ilustra el hecho de que el procedimiento es puesto en práctica independientemente de la superficie anterior del cristal semiacabado.

A la salida del cálculo, en la operación 50, es obtenida una capa de asferización. Las figs. 20 y 21 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la capa de asferización, con los mismos convenios que precedentemente.

- 15 La ecuación de la superficie posterior de la lente oftálmica multifocal puede entonces ser obtenida en la operación 110 del procedimiento. La lente puede entonces ser obtenida por mecanización de la superficie posterior del cristal semiacabado suministrado.

- 20 Las características ópticas presentadas a continuación en las figs. 22 a 27 han sido obtenidas por cálculo. Las figs. 22 a 24 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según el procedimiento del invento. Las figs. 22 a 24 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 10 a 12, con los mismos convenios.

- 25 Las figs. 25 a 27 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior. La lente de la técnica anterior es una lente en la que la superficie posterior lleva un toro y la superficie anterior es la superficie anterior del cristal semiacabado. Las figs. 25 a 27 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 13 a 15, con los mismos convenios.

En el caso de la lente obtenida por el procedimiento del invento, la comparación de los resultados muestra que el astigmatismo es reducido a lo largo de la meridiana. Además, las líneas de iso-astigmatismo de la lente obtenida por el procedimiento del invento (fig. 24) están más liberadas en visión de lejos y en visión de cerca que las de la lente de la técnica anterior (fig. 27).

- 30 Ejemplo 3

Ahora es considerado el caso de un cristal unifocal.

En este ejemplo, se busca obtener una lente unifocal para la prescripción siguiente:

- esfera prescrita: 0 dioptrías,
- cilindro prescrito: -3 dioptrías,
- 35 - eje de 45°,

Las condiciones de uso de la lente unifocal para esta prescripción son condiciones de uso estándar.

Un cristal semiacabado es suministrado. El índice del cristal semiacabado es conocido o medido. Vale 1,591. Igualmente, la base del cristal semiacabado es conocida y vale 4 dioptrías.

Se busca determinar la superficie posterior de la lente unifocal para responder a la prescripción precedente.

- 40 A fin de poder efectuar comparaciones sobre la lente una vez acabada, se utiliza un cristal semiacabado cuya superficie anterior es conocida. Las figs. 28 y 29 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie anterior del cristal semiacabado, con los mismos convenios que precedentemente.

El procedimiento de determinación es puesto en práctica sin tener en cuenta la superficie anterior del cristal semiacabado. Para el procedimiento de determinación, la superficie anterior del cristal semiacabado es desconocida.

- 45 En la operación 10 del procedimiento, es elegida una superficie genérica. Las figs. 30 y 31 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie genérica, con los mismos convenios que precedentemente. Como la superficie genérica elegida en el caso del ejemplo 3 es una esfera, el valor de la esfera es constante y el valor

del cilindro es nulo.

La comparación de las figs. 28 y 30 por una parte y 29 y 31 por otra parte muestran bien que la superficie genérica elegida no es la superficie anterior del cristal semiacabado. Ello ilustra el hecho de que el procedimiento es puesto en práctica independientemente de la superficie anterior del cristal semiacabado.

- 5 A la salida del cálculo, en la operación 50, es obtenida una capa de asferización. Las figs. 32 y 33 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la capa de asferización, con los mismos convenios que precedentemente.

10 La ecuación de la superficie posterior de la lente oftálmica unifocal puede entonces ser obtenida en la operación 110 del procedimiento. La lente puede entonces ser obtenida por mecanización de la superficie posterior del cristal semiacabado suministrado.

Las características ópticas presentadas a continuación en las figs. 34 a 39 han sido obtenidas por cálculo. Las figs. 34 a 36 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según el procedimiento del invento. Las figs. 34 a 36 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 13 a 15, con los mismos convenios.

- 15 Las figs. 37 a 39 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior. La lente de la técnica anterior es una lente en la que la superficie posterior lleva un toro simple y la superficie anterior es la superficie anterior del cristal semiacabado. Las figs. 37 a 39 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 10 a 12, con los mismos convenios.

20 La comparación de las figs. 34 a 39 muestra que en potencia, los campos están más liberados y que la lente obtenida por el procedimiento del invento presenta gradientes más débiles. Un gradiente de potencia es el índice de variación de potencia por unidad de dirección de la mirada. Con relación al astigmatismo, las líneas de iso-astigmatismo son más simétricas para la lente obtenida por el procedimiento.

#### Ejemplo 4

En este ejemplo, se busca obtener una lente multifocal progresiva para la prescripción siguiente:

- 25 - esfera prescrita: 2 dioptrías,  
 - cilindro prescrito: 0 dioptrías,  
 - eje de 0°,  
 - adición: 2 dioptrías.

Además, las condiciones de uso de la lente multifocal para esta prescripción son condiciones de uso personalizadas:

- 30 - ángulo pantoscópico: 8°  
 - curvatura: 15°,  
 - distancia cristal-ojo: 12 mm.

35 Un cristal semiacabado es suministrado. El índice del cristal semiacabado es conocido o medido. Vale 1,665. Igualmente, la base del cristal semiacabado es conocida y vale 5,25 dioptrías. Se busca determinar la superficie posterior de la lente unifocal para responder a la prescripción precedente.

A fin de poder efectuar comparaciones sobre la lente una vez acabada, se utiliza un cristal semiacabado cuya superficie anterior es conocida. Las figs. 40 y 41 muestran representaciones de las características superficiales de la superficie anterior del cristal semiacabado, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

40 El procedimiento de determinación es puesto en práctica sin tener en cuenta la superficie anterior del cristal semiacabado. Para el procedimiento de determinación, la superficie anterior del cristal semiacabado es desconocida.

En la operación 10 del procedimiento, es elegida una superficie genérica. Las figs. 42 y 43 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie genérica, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

45 La comparación de las figs. 40 y 42 por una parte y 41 y 43 por otra parte muestran bien que la superficie genérica elegida no es la superficie anterior del cristal semiacabado. Ello ilustra el hecho de que el procedimiento es puesto en práctica independientemente de la superficie anterior del cristal semiacabado.

A la salida del cálculo, en la operación 50, es obtenida una capa de asferización. Las figs. 44 y 45 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la capa de asferización, con los mismos convenios que

precedentemente.

La ecuación de la superficie posterior de la lente oftálmica multifocal puede entonces ser obtenida en la operación 110 del procedimiento. La lente puede entonces ser obtenida por mecanización de la superficie posterior del cristal semiacabado suministrado.

5 Las características ópticas presentadas a continuación en las figs. 46 a 51 han sido obtenidas por cálculo. Las figs. 46 a 48 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según el procedimiento del invento. Las figs. 46 a 48 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 10 a 12, con los mismos convenios.

10 Las figs. 49 a 51 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior. La lente de la técnica anterior es una lente en la que la superficie posterior lleva una esfera y la superficie anterior es la superficie anterior del cristal semiacabado. Las figs. 49 a 51 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 13 a 15, con los mismos convenios.

15 La comparación de las figs. 46 a 51 muestra que en potencia, los campos están más liberados y que la lente obtenida por el procedimiento del invento presenta gradientes más débiles. Además, en el caso de la lente obtenida por el procedimiento del invento, la comparación de los resultados muestra que el astigmatismo es reducido a lo largo de la meridiana. Además, las líneas de iso-astigmatismo de la lente obtenida por el procedimiento del invento (fig. 48) están más liberadas en visión de lejos y en visión de cerca que las de la lente de la técnica anterior (fig. 51).

#### Ejemplo 5

Ahora es considerado el caso de un cristal unifocal.

20 En este ejemplo, se busca obtener una lente unifocal para la prescripción siguiente:

- esfera prescrita: 2 dioptrías,
- cilindro prescrito: 0 dioptrías,
- eje de 0°,

Además, las condiciones de uso de la lente unifocal para esta prescripción son condiciones de uso personalizadas:

- 25
- ángulo pantoscópico: 8°
  - curvatura: 15°,
  - distancia cristal-ojo: 27 mm.

30 Un cristal semiacabado es suministrado. El índice del cristal semiacabado es conocido o medido. Vale 1,591. Igualmente, la base del cristal semiacabado es conocida y vale 4 dioptrías. Se busca determinar la superficie posterior de la lente unifocal para responder a la prescripción precedente.

A fin de poder efectuar comparaciones sobre la lente una vez acabada, se utiliza un cristal semiacabado cuya superficie anterior es conocida. Las figs. 52 y 53 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie anterior del cristal semiacabado, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

35 El procedimiento de determinación es puesto en práctica sin tener en cuenta la superficie anterior del cristal semiacabado. Para el procedimiento de determinación, la superficie anterior del cristal semiacabado es desconocida.

En la operación 10 del procedimiento, es elegida una superficie genérica. Las figs. 54 y 55 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie genérica, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

40 La comparación de las figs. 52 y 54 por una parte y 53 y 55 por otra parte muestran bien que la superficie genérica elegida no es la superficie anterior del cristal semiacabado. Ello ilustra el hecho de que el procedimiento es puesto en práctica independientemente de la superficie anterior del cristal semiacabado.

A la salida del cálculo, en la operación 50, es obtenida una capa de asferización. Las figs. 56 y 57 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la capa de asferización, con los mismos convenios que precedentemente.

45 La ecuación de la superficie posterior de la lente oftálmica multifocal puede entonces ser obtenida en la operación 110 del procedimiento. La lente puede entonces ser obtenida por mecanización de la superficie posterior del cristal semiacabado suministrado.

Las características ópticas presentadas a continuación en las figs. 58 a 63 han sido obtenidas por cálculo. Las figs. 58 a



60 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según el procedimiento del invento. Las figs. 58 a 60 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 10 a 12, con los mismos convenios.

5 Las figs. 61 a 63 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior. La lente de la técnica anterior es una lente en la que la superficie posterior lleva una esfera y la superficie anterior es la superficie anterior del cristal semiacabado. Las figs. 61 a 63 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 13 a 15, con los mismos convenios.

10 La comparación de las figs. 58 a 63 muestra que en potencia, los campos están más liberados. Además, en el caso de la lente obtenida por el procedimiento del invento, la comparación de los resultados muestra que el astigmatismo es reducido a lo largo de la meridiana. Además, las líneas de iso-astigmatismo de la lente obtenida por el procedimiento del invento (fig. 60) están más liberadas que las de la lente de la técnica anterior (fig. 63).

#### Ejemplo 6

En este ejemplo, se busca obtener una lente unifocal para la prescripción siguiente:

- esfera prescrita: 2 dioptrías,
- 15 - cilindro prescrito: 2 dioptrías,
- eje de 45°,

Además, las condiciones de uso de la lente unifocal para esta prescripción son condiciones de uso personalizadas:

- ángulo pantoscópico: 8°
- curvatura: 15°,
- 20 - distancia cristal-ojo: 27 mm.

Un cristal semiacabado es suministrado. El índice del cristal semiacabado es conocido o medido. Vale 1,591. Igualmente, la base del cristal semiacabado es conocida y vale 4 dioptrías. Se busca determinar la superficie posterior de la lente unifocal para responder a la prescripción precedente.

25 A fin de poder efectuar comparaciones sobre la lente una vez acabada, se utiliza un cristal semiacabado cuya superficie anterior es conocida. Las figs. 64 y 65 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie anterior del cristal semiacabado, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

El procedimiento de determinación es puesto en práctica sin tener en cuenta la superficie anterior del cristal semiacabado. Para el procedimiento de determinación, la superficie anterior del cristal semiacabado es desconocida.

30 En la operación 10 del procedimiento, es elegida una superficie genérica. Las figs. 66 y 67 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la superficie genérica, con los mismos convenios que las figs. 4 a 5.

La comparación de las figs. 64 y 66 por una parte y 65 y 67 por otra parte muestran bien que la superficie genérica elegida no es la superficie anterior del cristal semiacabado. Ello ilustra el hecho de que el procedimiento es puesto en práctica independientemente de la superficie anterior del cristal semiacabado.

35 A la salida del cálculo, en la operación 50, es obtenida una capa de asferización. Las figs. 68 y 69 muestran representaciones gráficas de las características superficiales de la capa de asferización, con los mismos convenios que precedentemente.

La ecuación de la superficie posterior de la lente oftálmica multifocal puede entonces ser obtenida en la operación 110 del procedimiento. La lente puede entonces ser obtenida por mecanización de la superficie posterior del cristal semiacabado suministrado.

40 Las características ópticas presentadas a continuación en las figs. 70 a 75 han sido obtenidas por cálculo. Las figs. 70 a 72 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente obtenida según el procedimiento del invento. Las figs. 70 a 72 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 10 a 12, con los mismos convenios.

45 Las figs. 73 a 75 muestran representaciones gráficas de las características ópticas de una lente de la técnica anterior. La lente de la técnica anterior es una lente en la que la superficie posterior lleva un toro y la superficie anterior es la superficie anterior del cristal semiacabado. Las figs. 73 a 75 muestran representaciones gráficas análogas a las de las figs. 13 a 15, con los mismos convenios.

5 La comparación de las figs. 70 a 75 muestra que en potencia, los campos están más liberados y que la lente obtenida por el procedimiento del invento presenta gradientes más débiles. Además en el caso de la lente obtenida por el procedimiento del invento, la comparación de los resultados muestra que el astigmatismo es reducido a lo largo de la meridiana. Además, las líneas de iso-astigmatismo de la lente obtenida por el procedimiento del invento (fig. 72) están más liberadas que las de la lente de la técnica anterior (fig. 75).

El procedimiento del invento ha permitido así optimizar una lente oftálmica que presenta defectos ópticos controlados incluso cuando la superficie anterior del cristal semiacabado no es conocida, y en particular en el caso de prescripciones con astigmatismo o de condiciones de uso particulares. Resulta de ello un confort mejorado para el portador cuando la lente es mecanizada en un laboratorio competidor del fabricante.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de determinación, puesto en práctica por medios informáticos, de una lente progresiva para un portador al que se le han prescrito un astigmatismo (A), una potencia (P) y una adición (Add), que comprende las operaciones de:

- 5           – suministro de un cristal semiacabado que tiene una superficie esférica desconocida llevada por la superficie anterior del cristal semiacabado progresivo, teniendo el cristal semiacabado progresivo informaciones conocidas que comprenden el valor de índice de dicho cristal semiacabado, el valor de base de dicho cristal semiacabado, la adición de dicho cristal semiacabado y la longitud de progresión de dicho cristal semiacabado,
- 10          – determinación de una lente progresiva en que la lente progresiva determinada tiene la superficie anterior de cristal semiacabado y una superficie posterior que presenta una superficie obtenida por la suma de una capa compleja de asferización (N), definida como una superficie ficticia compleja caracterizada en cualquier punto por su altitud determinada por optimización y obtenida por un procedimiento de determinación de una capa de asferización, y de una superficie simple (T) tal que el valor de la potencia en el punto de referencia sea igual a la potencia prescrita (P) y el valor del astigmatismo en el punto de referencia sea igual al astigmatismo prescrito (A),

en que el procedimiento de determinación de una capa de asferización comprende las operaciones de:

- elección de una superficie genérica ( $S_G$ ) que presenta valores de esfera y de cilindro conocidos en cada punto, siendo elegida la superficie genérica de manera que tenga sensiblemente las mismas informaciones conocidas del cristal semiacabado progresivo;
- 20          – creación de una lente de ficticia objetivo ( $L_C$ ) que tiene:
  - una superficie anterior que es la superficie genérica ( $S_G$ ), y
  - una superficie posterior que es una primera superficie simple, elegida entre un toro o una esfera,

definiendo la lente ficticia objetivo ( $L_C$ ) objetivos ópticos para cada dirección de la mirada, a partir del astigmatismo y/o de la potencia prescritos al portador;

- 25          – creación de una lente ficticia corriente ( $L_F$ ), siendo la lente ficticia corriente ( $L_F$ ) inicialmente una lente ficticia inicial de ensayo ( $L_i$ ) que tiene:
  - una superficie anterior que es la superficie genérica ( $S_G$ ), y
  - una superficie posterior que es una segunda superficie simple, elegida entre un toro o una esfera,
- 30          – optimización de la lente ficticia corriente ( $L_F$ ) modulando la superficie posterior para alcanzar los objetivos ópticos de la lente ficticia objetivo ( $L_C$ ) para cada dirección de la mirada;
- determinación de la capa compleja de asferización (N) correspondiente a la superficie posterior de la lente ficticia corriente optimizada a la que es sustraída la superficie posterior de la lente ficticia de ensayo inicial.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los objetivos ópticos de la lente ficticia objetivo ( $L_C$ ) son definidos en las condiciones de uso estándar.

35          3. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la lente ficticia corriente ( $L_F$ ) está posicionada en condiciones de uso estándar durante la optimización.

4. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la lente ficticia corriente ( $L_F$ ) está posicionada en condiciones de uso personalizadas durante la optimización.

40          5. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la primera superficie simple es tal que la lente ficticia objetivo ( $L_C$ ) presenta:

- un valor de potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la suma de la potencia prescrita y de la mitad del astigmatismo prescrito, y
- un valor del astigmatismo prescrito en el punto de referencia sensiblemente nulo.

y en el que la segunda superficie simple es tal que la lente ficticia inicial de ensayo ( $L_i$ ) presenta:

- 45          – un valor de la potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la potencia prescrita, y

- un valor de astigmatismo en el punto de referencia igual al astigmatismo prescrito.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la primera superficie simple es tal que la lente objetivo ( $L_C$ ) presenta:

- un valor de potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la potencia prescrita, y

- 5
- un valor de astigmatismo en el punto de referencia sensiblemente igual al astigmatismo prescrito;

y en el que la segunda superficie simple es tal que la lente ficticia inicial de ensayo ( $L_I$ ) presenta:

- un valor de potencia media en un punto de referencia sensiblemente igual a la potencia prescrita, y

- un valor de astigmatismo en el punto de referencia sensiblemente igual al astigmatismo prescrito;

10 7. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además la operación de suministro de valores de índice de cristal y de base, para la lente ficticia objetivo ( $L_C$ ) y la lente ficticia inicial de este ensayo ( $L_I$ ).

8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que la operación de suministro de valores del índice de cristal y de base es realizada por el suministro del cristal semiacabado cuya superficie esférica es desconocida.

15 9. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los objetivos ópticos de la lente ficticia objetivo ( $L_C$ ) son elegidos entre objetivos de potencia, de astigmatismo, de astigmatismo resultante, de desviación prismática, de distorsión o de una combinación de estos.

10. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la lente oftálmica es una lente progresiva, siendo el punto de referencia el punto de control en visión de lejos.

11. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la superficie genérica ( $S_G$ ) elegida presenta la misma adición que el cristal semiacabado progresivo.

20 12. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la superficie genérica ( $S_G$ ) elegida presenta la misma longitud de progresión que el cristal semiacabado progresivo.

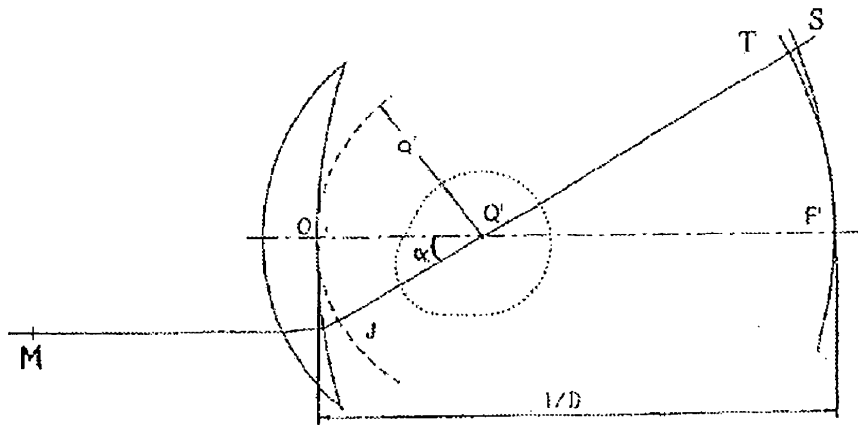


Fig. 1

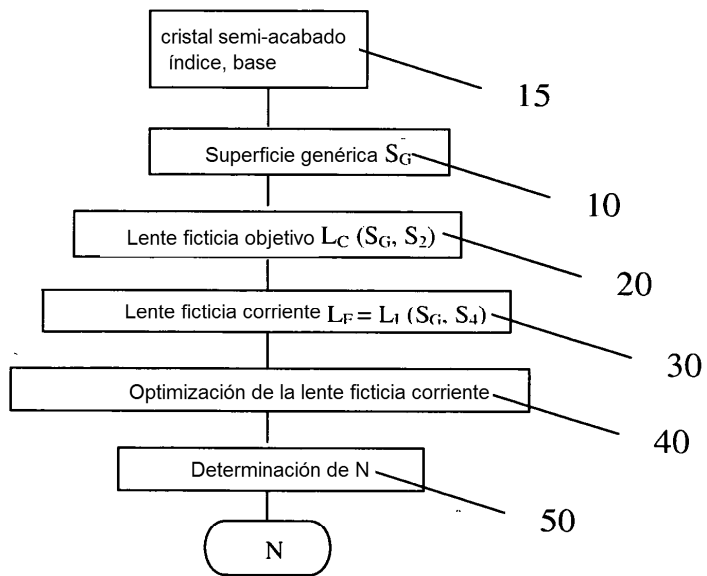


Fig. 2

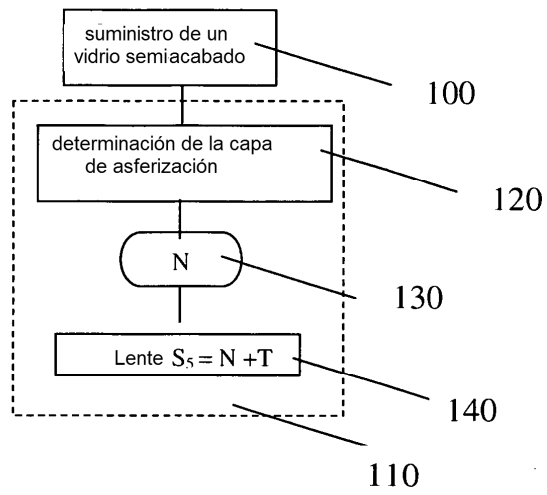
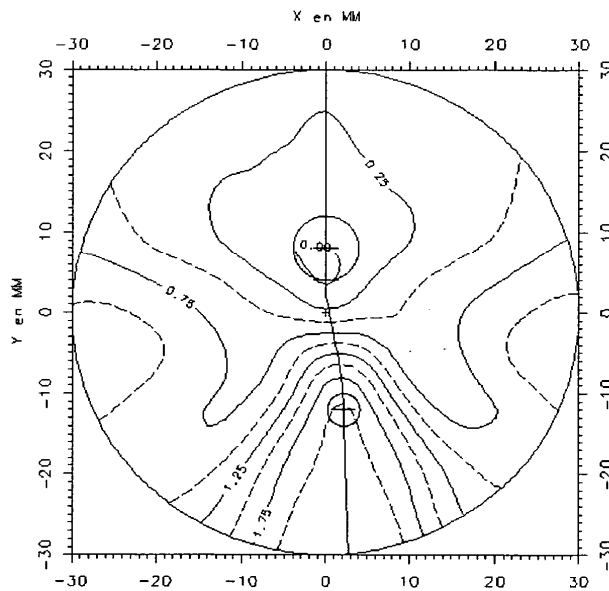
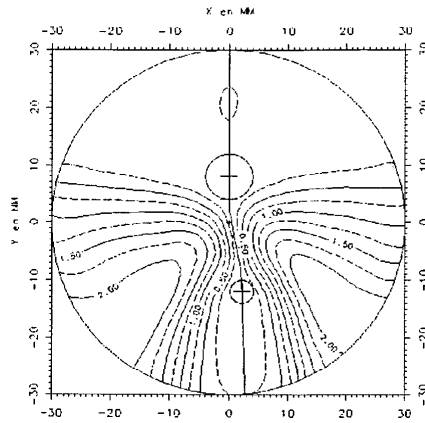


Fig. 3



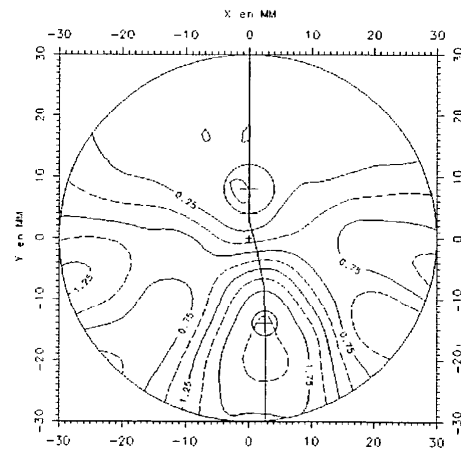
Tarjeta de esfera - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 1

Fig. 4



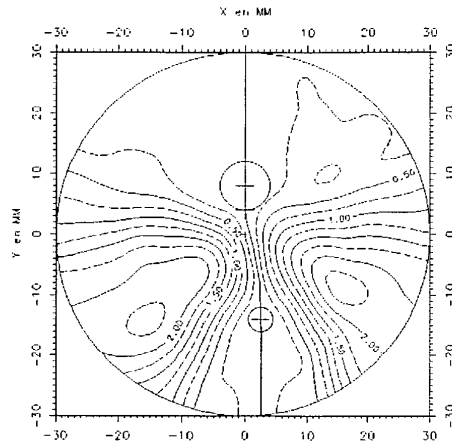
Tarjeta de cilindro - superficie anterior del cristal semi-acabado - ejemplo 1

Fig.5



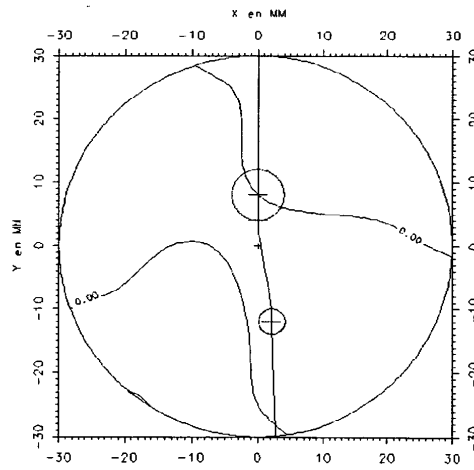
Tarjeta de esfera - superficie genérica - ejemplo 1

Fig.6



Tarjeta de cilindro - superficie genérica - ejemplo 1

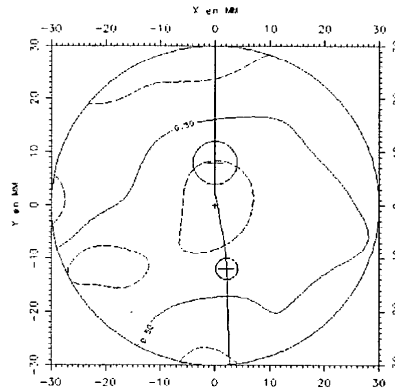
Fig.7



Tarjeta de esfera - capa de asferización - ejemplo 1

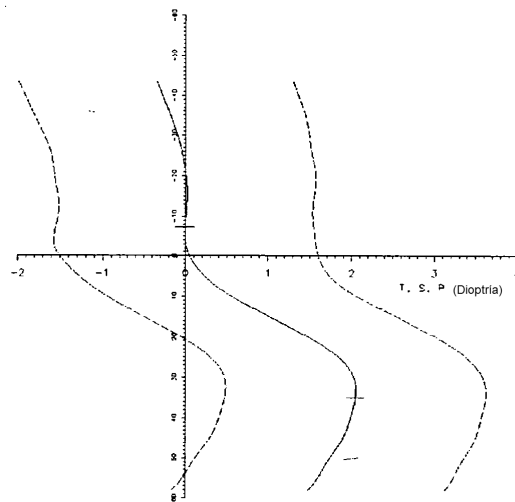
Fig.8





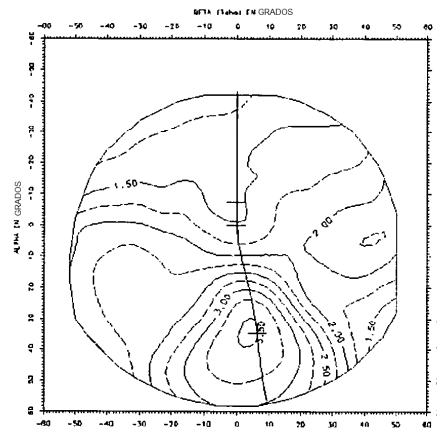
Tarjeta de cilindro - capa de asferización - ejemplo 1

Fig.9



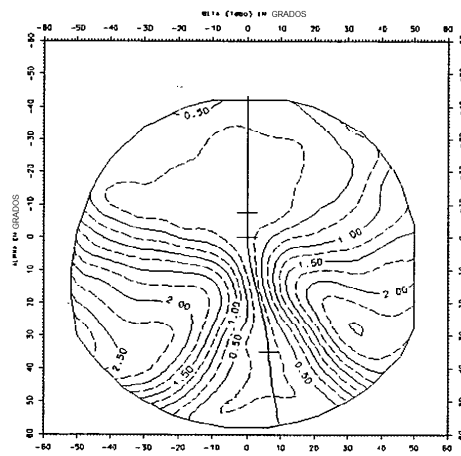
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 1

Fig.10



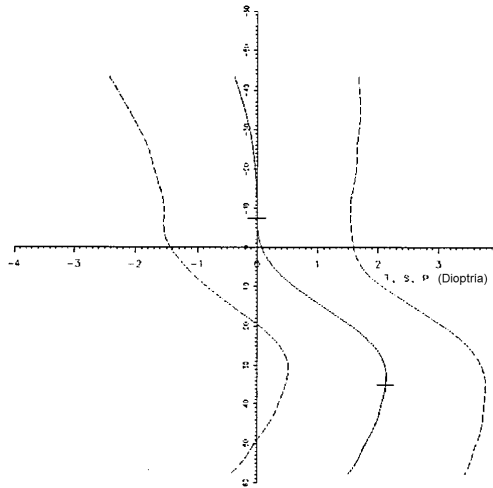
Tarjeta de defecto de potencia - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 1

Fig.11



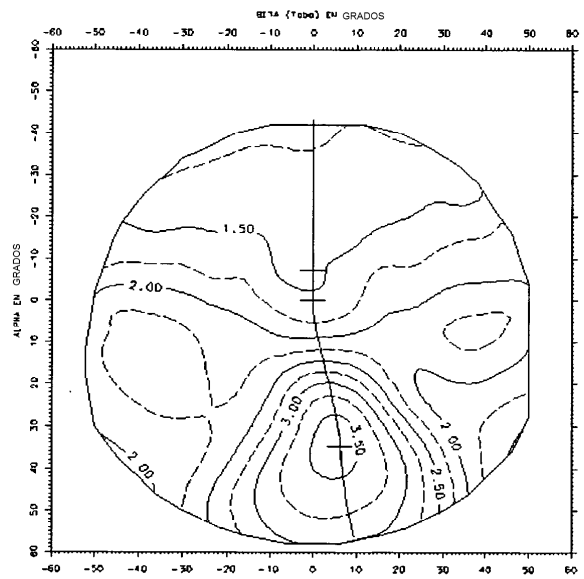
Tarjeta de defecto de astigmatismo - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 1

Fig.12



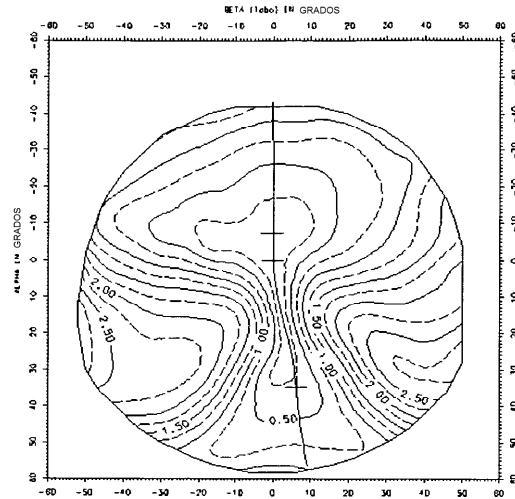
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente de la técnica anterior - ejemplo 1

Fig.13



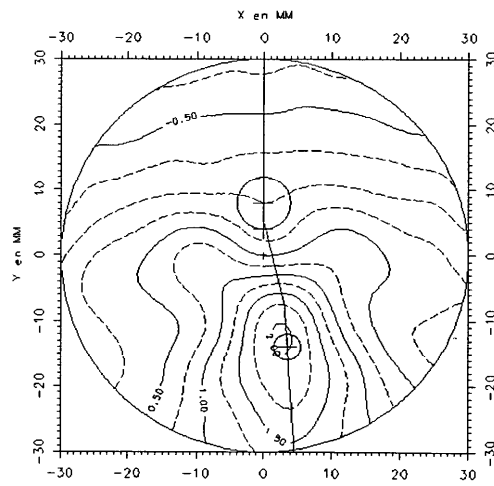
Tarjeta de defecto de potencia - lente de la técnica anterior - ejemplo 1

Fig.14



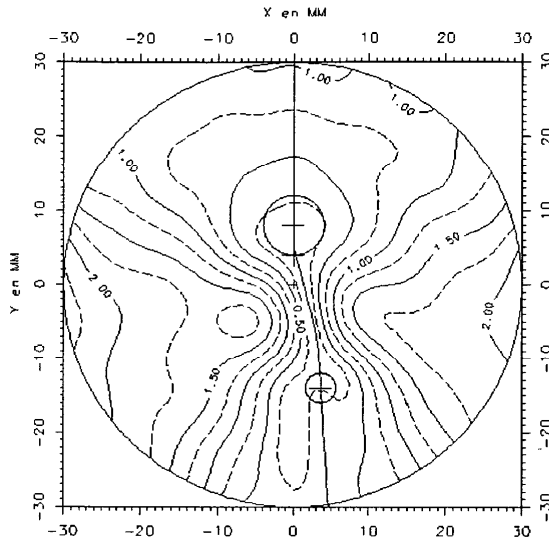
Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente de la técnica anterior - ejemplo 1

Fig.15



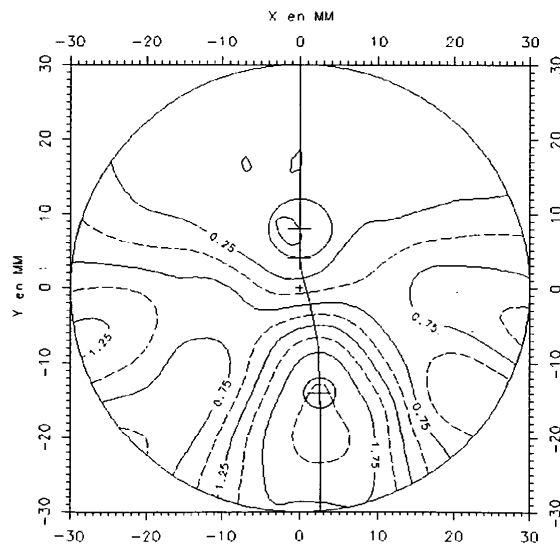
Tarjeta de esfera - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 2

Fig.16



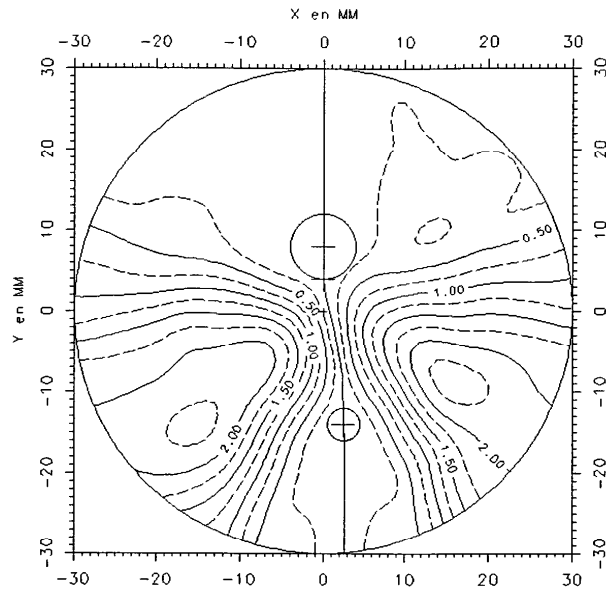
Tarjeta de cilindro - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 2

Fig.17



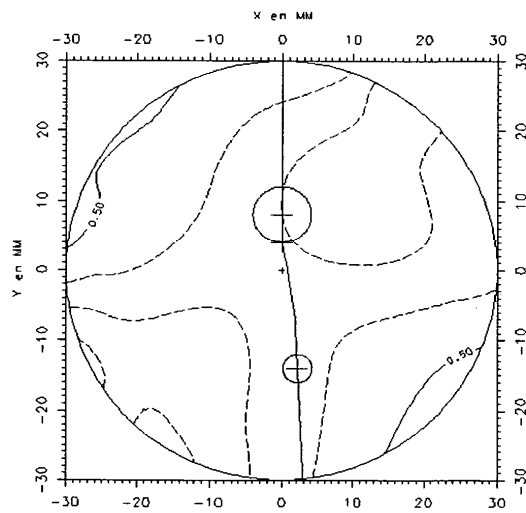
Tarjeta de esfera - superficie genérica - ejemplo 2

Fig.18



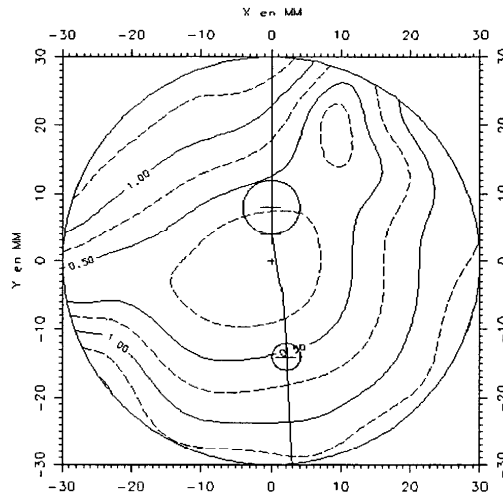
Tarjeta de cilindro - superficie genérica - ejemplo 2

Fig.19



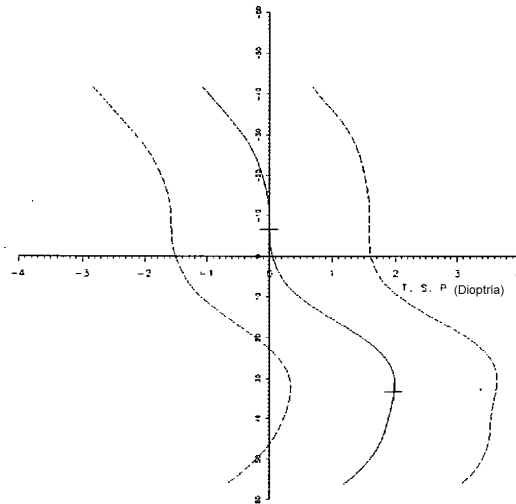
Tarjeta de esfera - capa de asferización - ejemplo 2

Fig.20



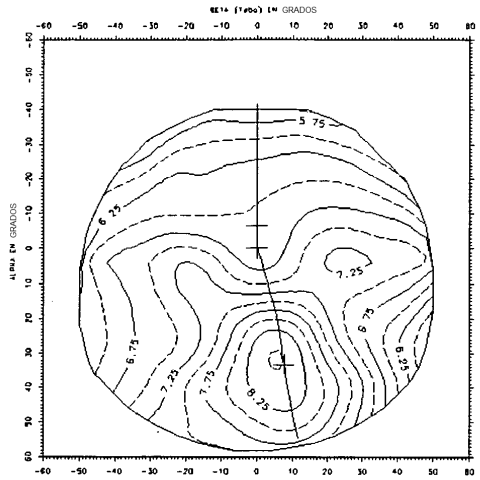
Tarjeta de cilindro - capa de asferización - ejemplo 2

Fig.21



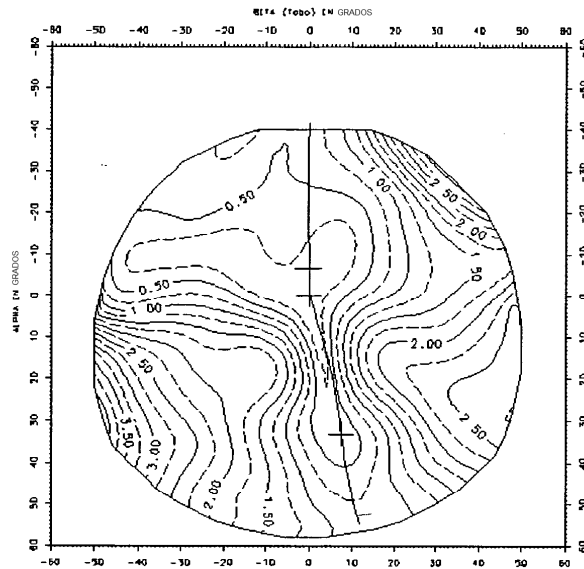
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 2

Fig.22



Tarjeta del defecto de potencia - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 2

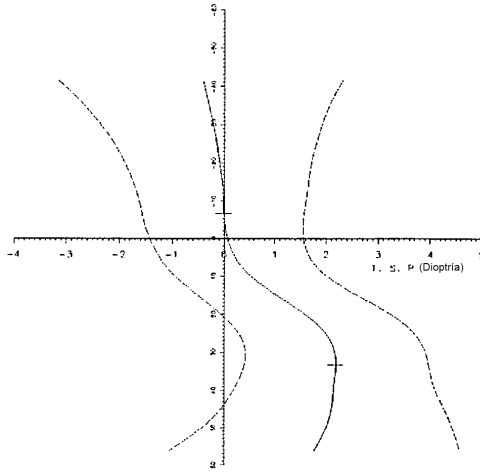
Fig.23



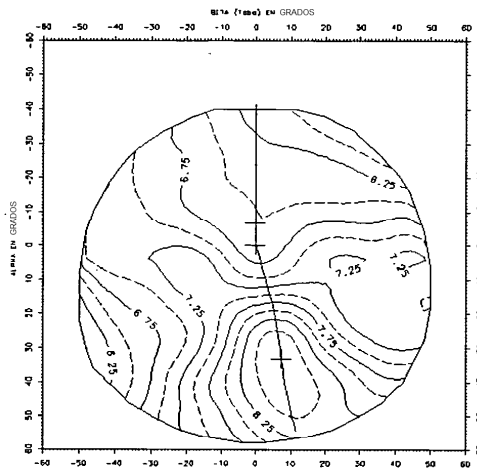
Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 2

Fig.24

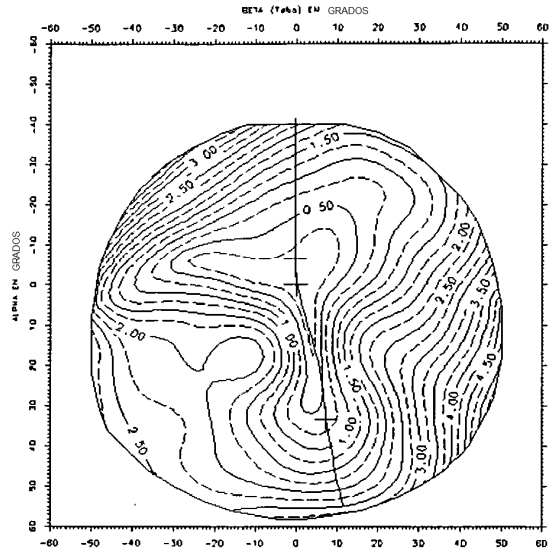




Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente de la técnica anterior - ejemplo 2  
Fig.25

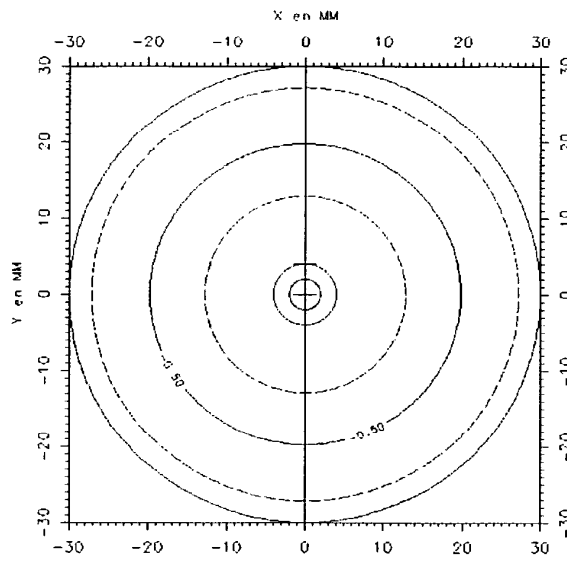


Tarjeta del defecto de potencia - lente de la técnica anterior - ejemplo 2  
Fig.26



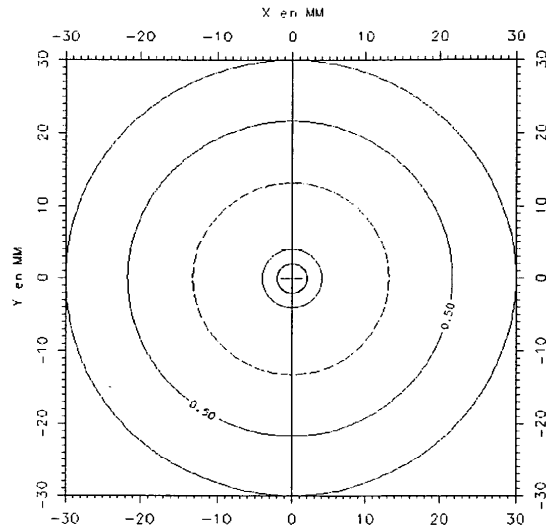
Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente de la técnica anterior - ejemplo 2

Fig.27



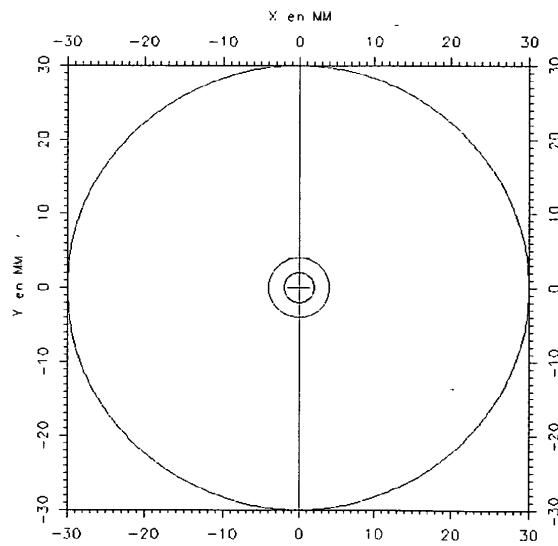
Tarjeta de esfera - superficie anterior del cristal semi-acabado - ejemplo 3

Fig.28



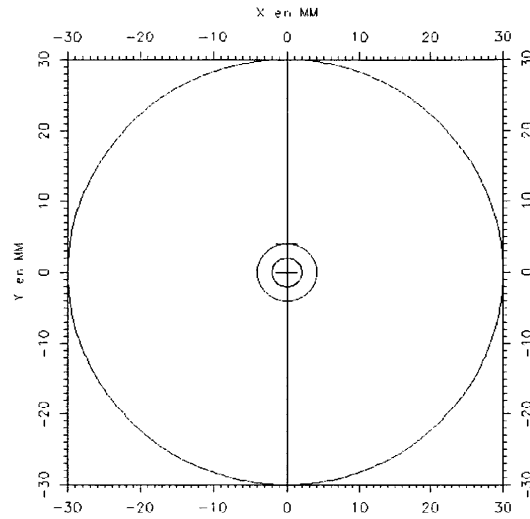
Tarjeta de cilindro - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 3

Fig.29



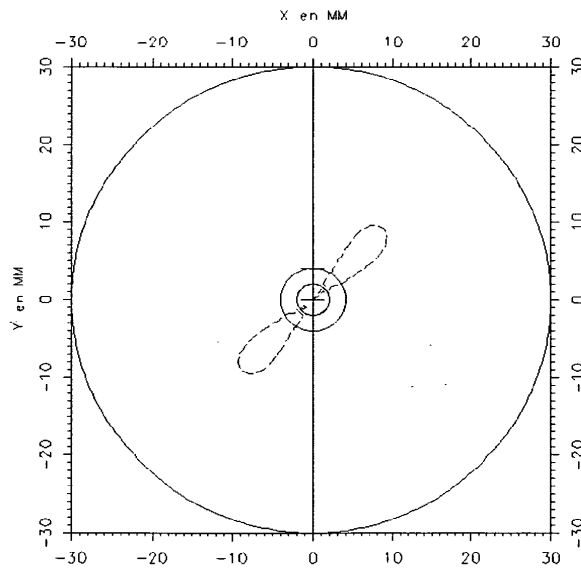
Tarjeta de esfera - superficie genérica - ejemplo 3

Fig.30



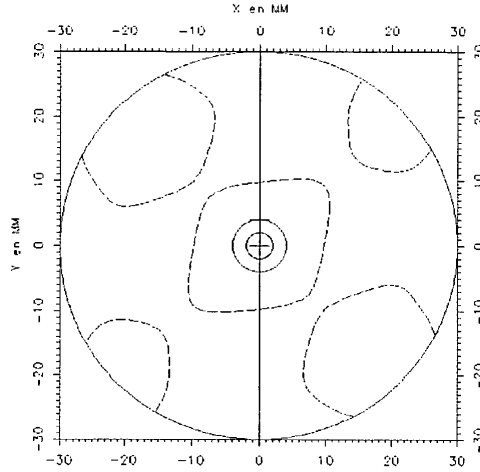
Tarjeta de cilindro - superficie genérica - ejemplo 3

Fig.31



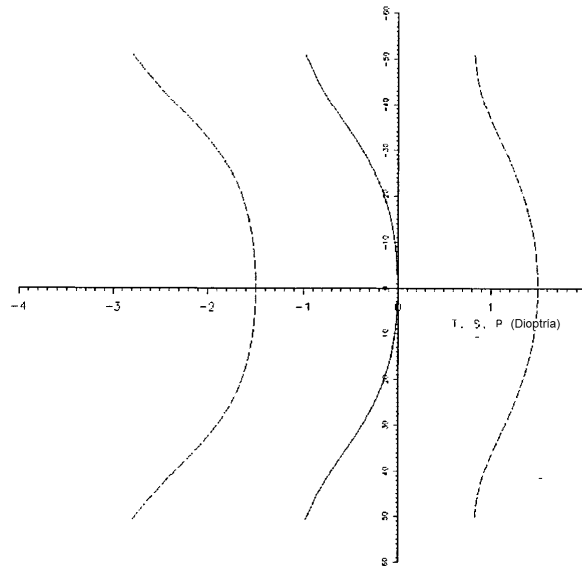
Tarjeta de esfera - capa de asferización - ejemplo 3

Fig.32



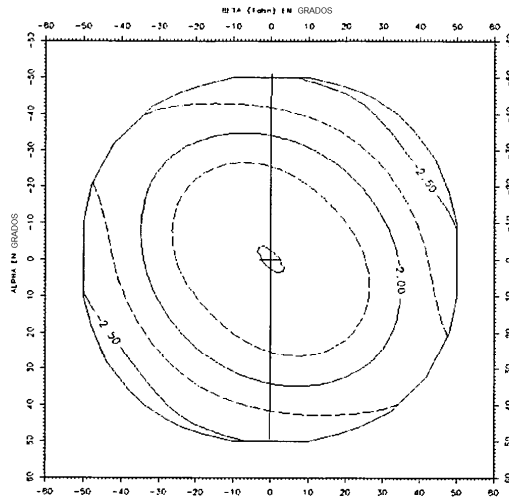
Tarjeta de cilindro - capa de asferización - ejemplo 3

Fig.33



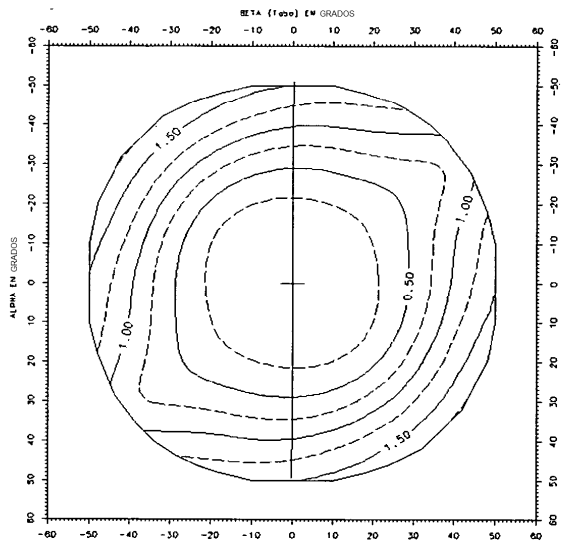
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 3

Fig.34



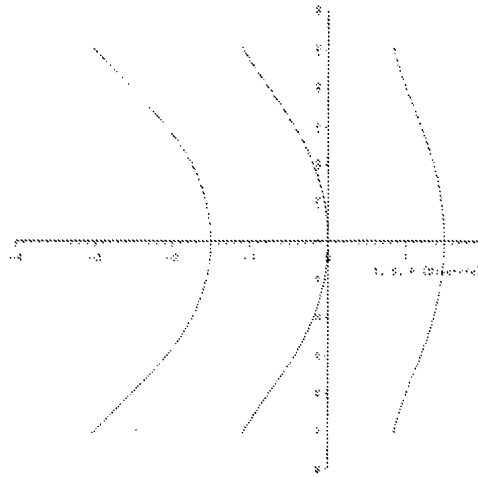
Tarjeta del defecto de potencia - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 3

Fig.35



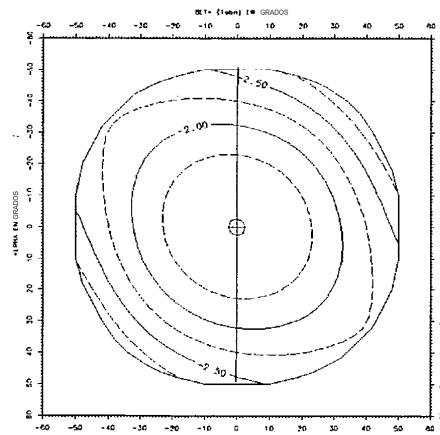
Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 3

Fig.36



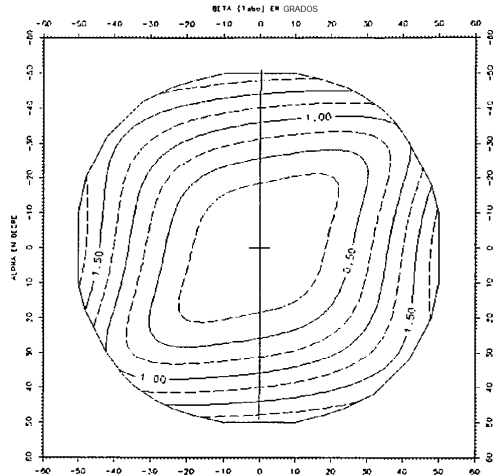
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente de la técnica anterior - ejemplo 3

Fig.37



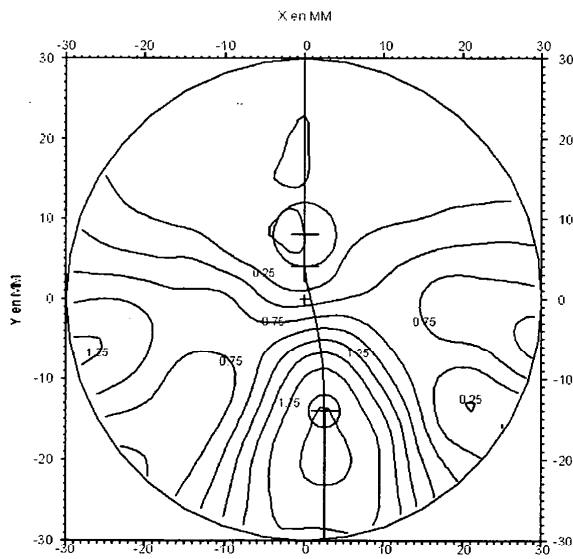
Tarjeta de defecto de potencia - lente de la técnica anterior - ejemplo 3

Fig.38



Tarjeta de defecto de astigmatismo - lente de la técnica anterior - ejemplo 3

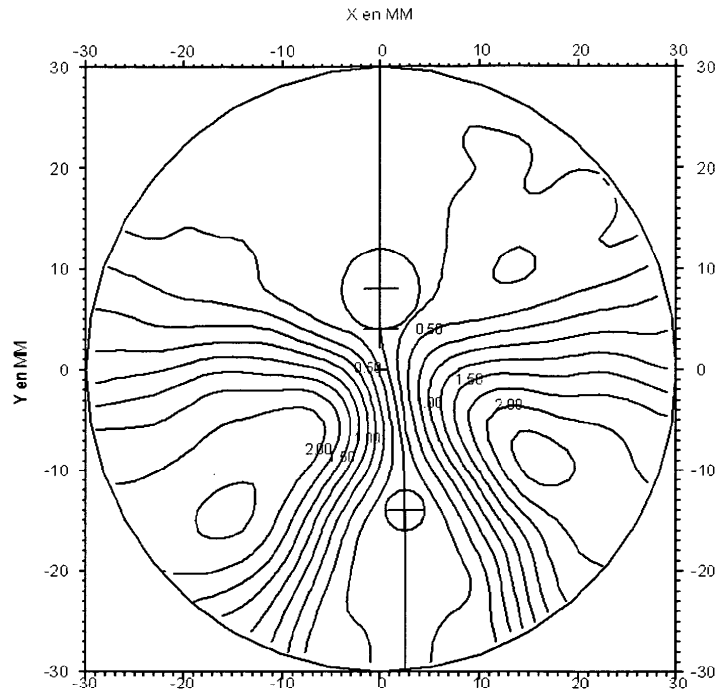
Fig.39



Tarjeta de esfera - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 4

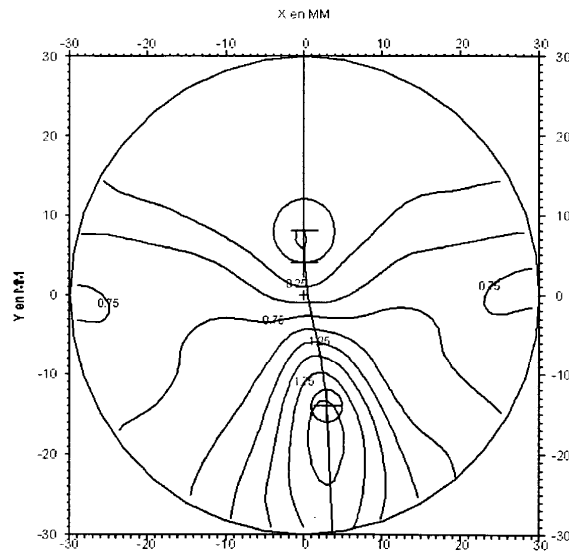
Fig.40





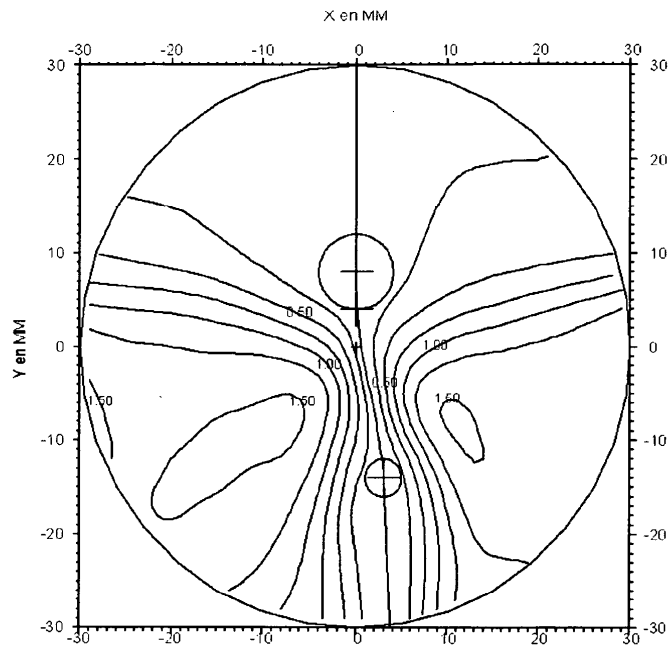
Tarjeta de cilindro - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 4

Fig.41



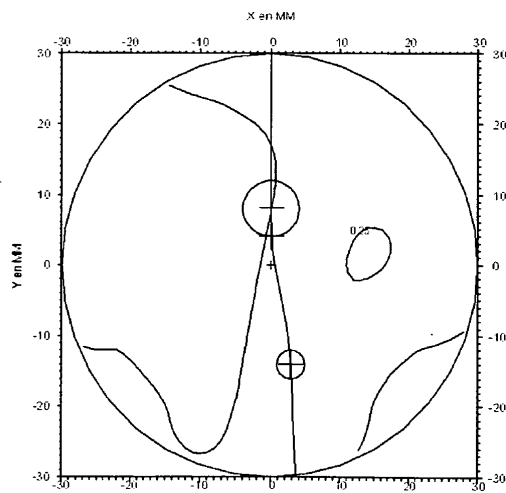
Tarjeta de esfera - superficie genérica - ejemplo 4

Fig.42



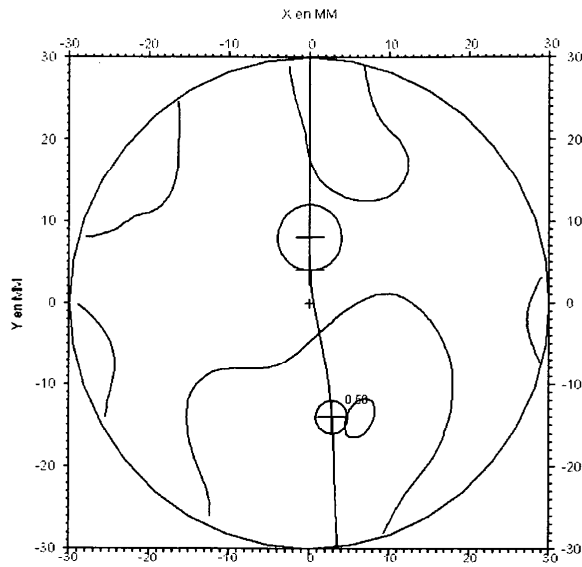
Tarjeta de cilindro - superficie genérica - ejemplo 4

Fig.43



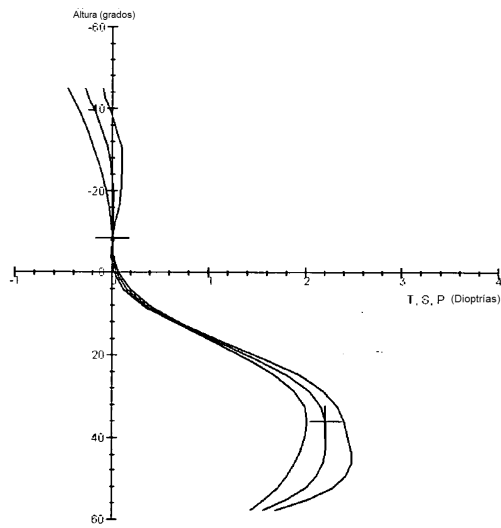
Tarjeta de esfera - capa de asferización - ejemplo 4

Fig.44



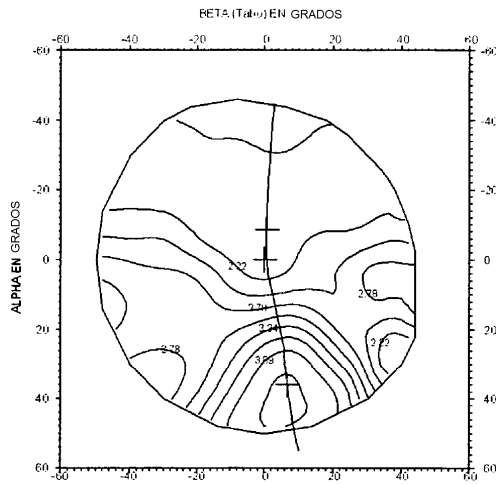
Tarjeta de cilindro - capa de asferización - ejemplo 4

Fig.45



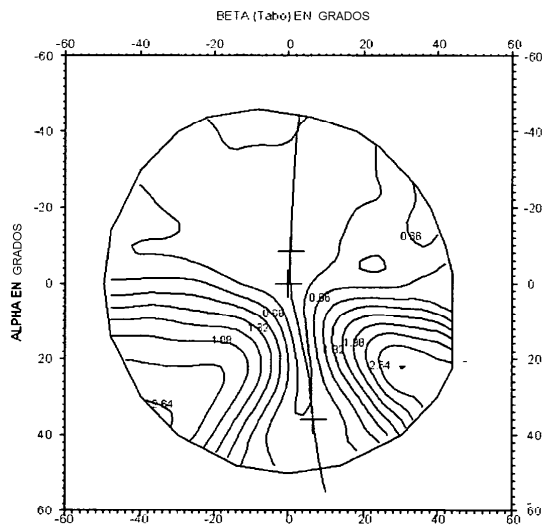
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 4

Fig.46



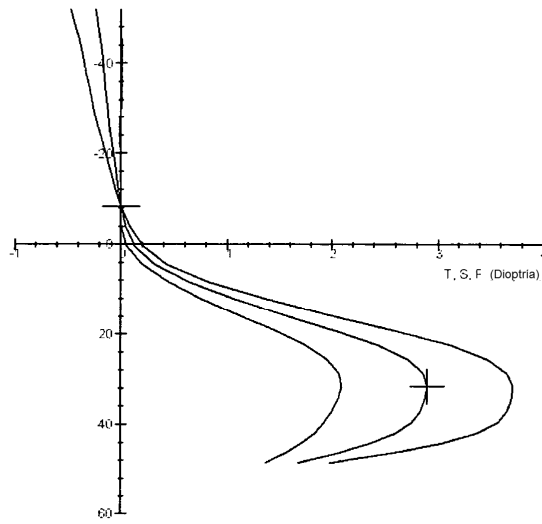
Tarjeta de defecto de potencia - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 4

Fig.47



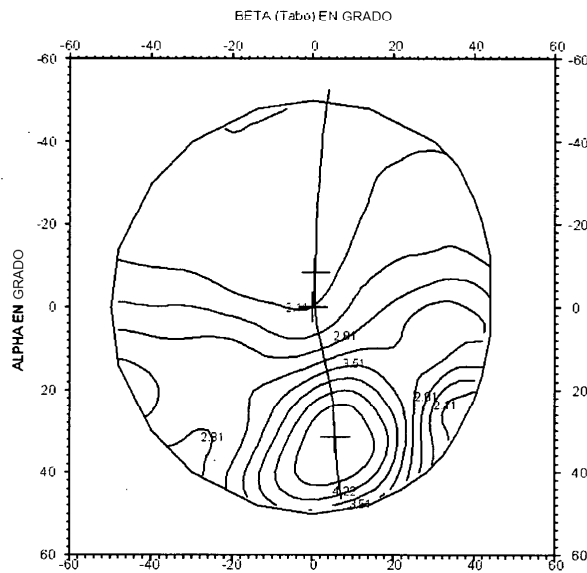
Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 4

Fig.48



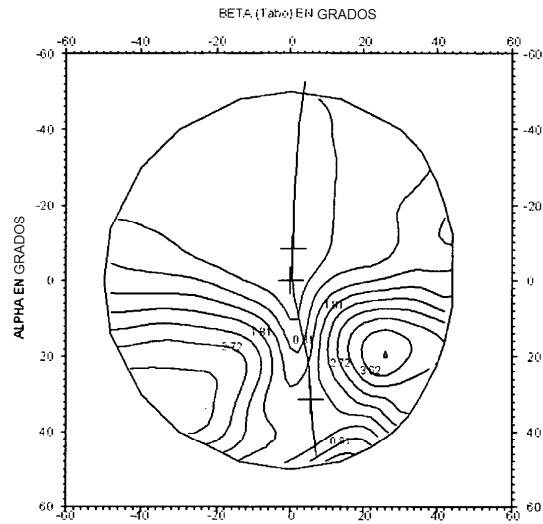
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente de la técnica anterior - ejemplo 4

Fig.49

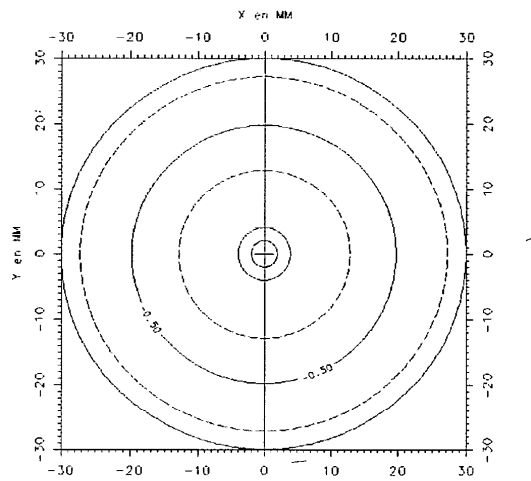


Tarjeta del defecto de potencia - lente de la técnica anterior - ejemplo 4

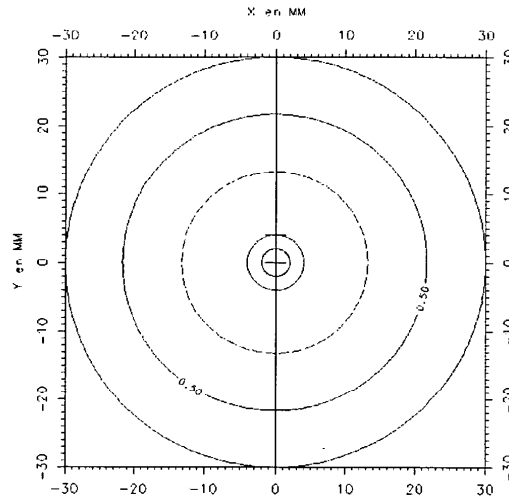
Fig.50



Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente de la técnica anterior - ejemplo 4  
Fig.51

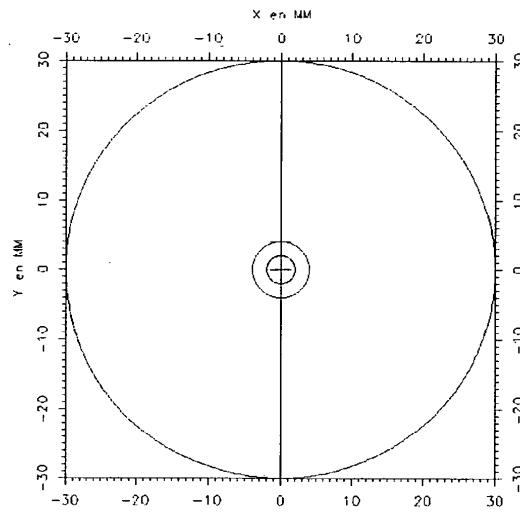


Tarjeta de esfera - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 5  
Fig.52



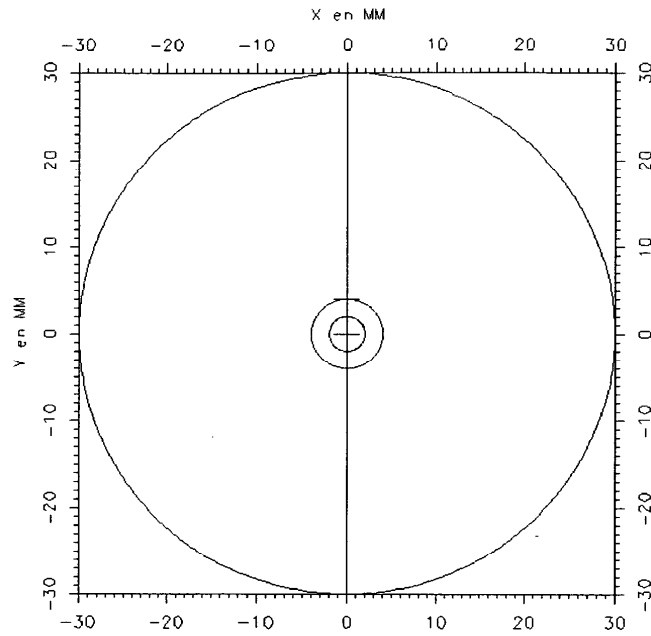
Tarjeta de cilindro - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 5

Fig.53



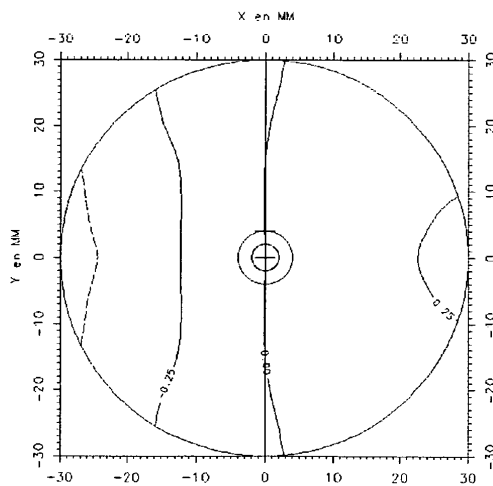
Tarjeta de esfera - superficie genérica - ejemplo 5

Fig.54



Tarjeta de cilindro - superficie genérica - ejemplo 5

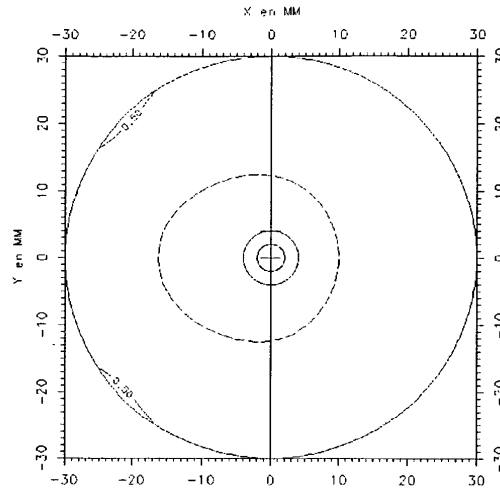
Fig.55



Tarjeta de esfera - capa de asferización - ejemplo 5

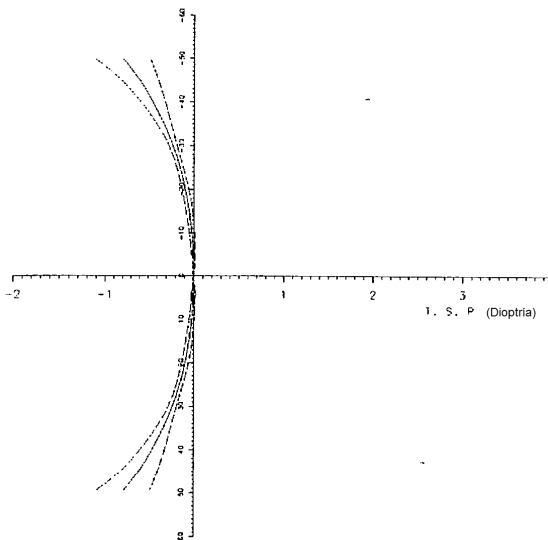
Fig.56





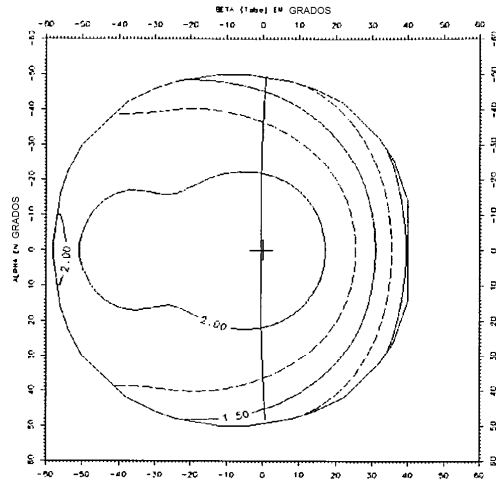
Tarjeta de cilindro - capa de asferización - ejemplo 5

Fig.57

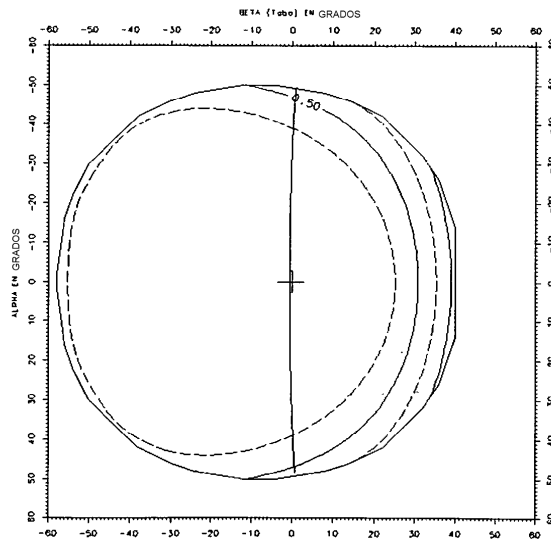


Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 5

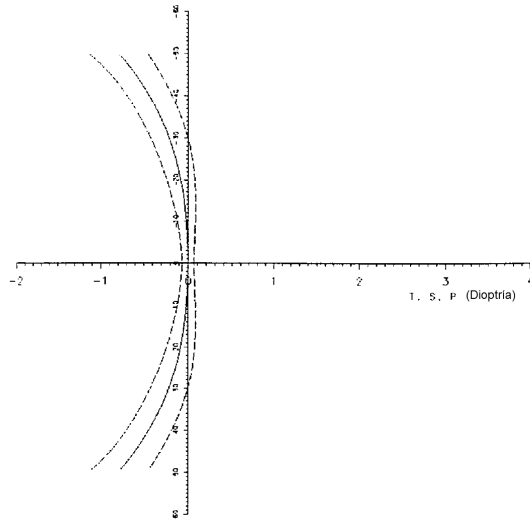
Fig.58



Tarjeta del defecto de potencia - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 5  
Fig.59

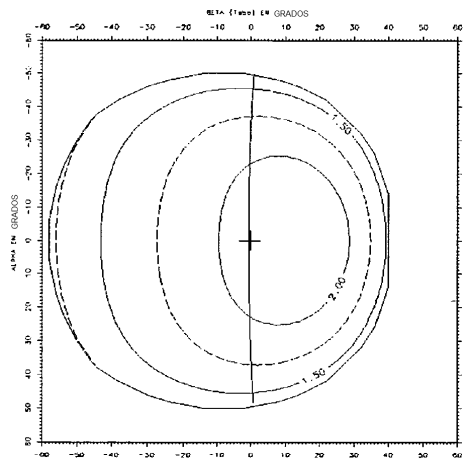


Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 5  
Fig.60



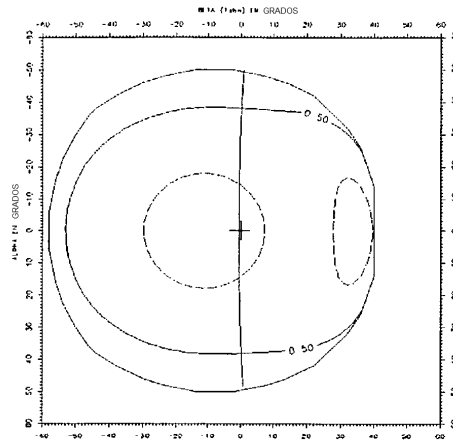
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente de la técnica anterior - ejemplo 5

Fig.61



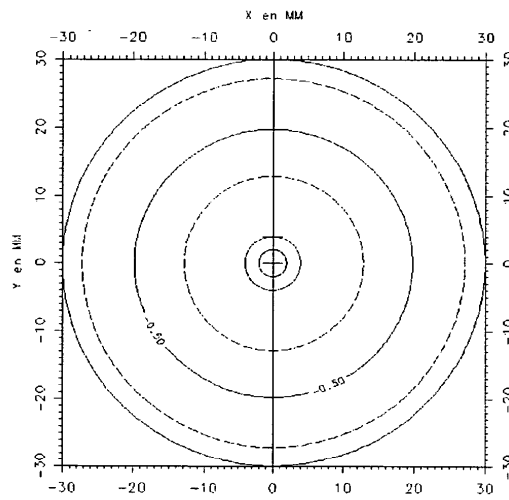
Tarjeta del defecto de potencia - lente de la técnica anterior - ejemplo 5

Fig.62



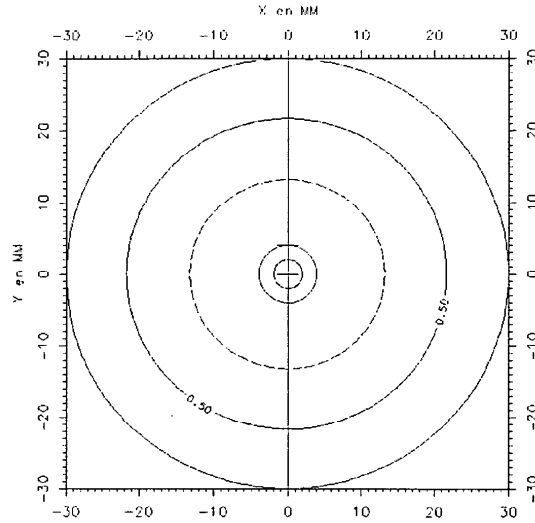
Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente de la técnica anterior - ejemplo 5

Fig.63



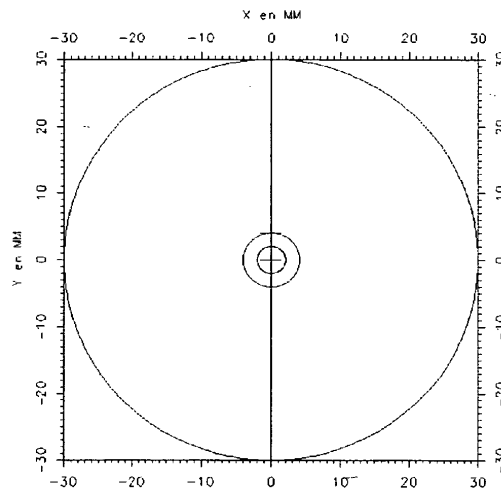
Tarjeta de esfera - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 6

Fig.64



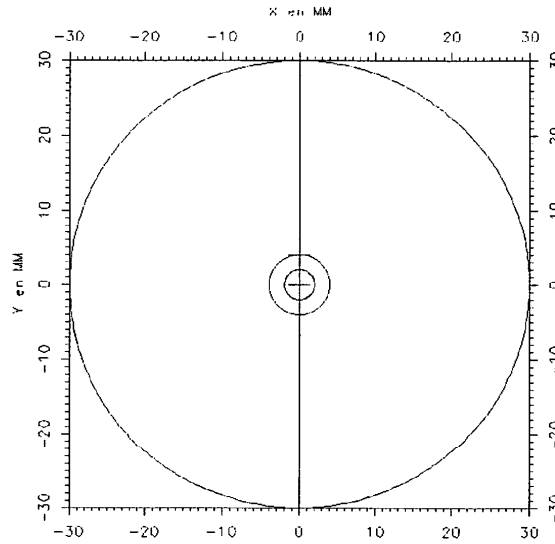
Tarjeta de cilindro - superficie anterior del cristal semiacabado - ejemplo 6

Fig.65

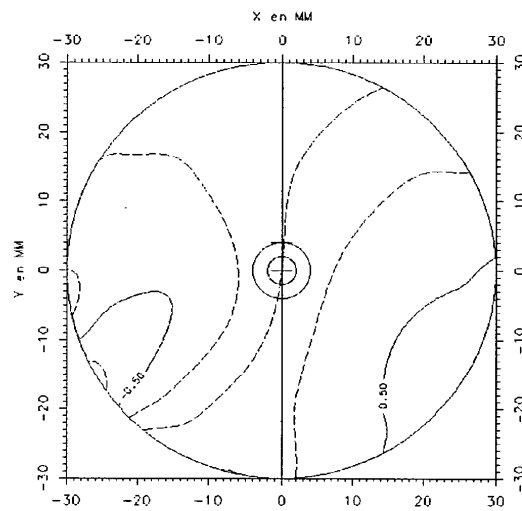


Tarjeta de esfera - superficie genérica - ejemplo 6

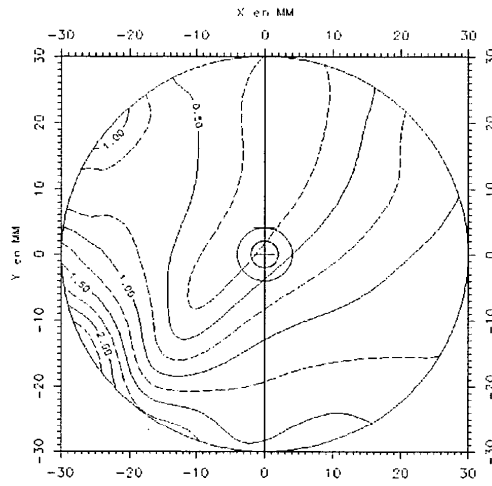
Fig.66



Tarjeta de cilindro - superficie genérica - ejemplo 6  
Fig.67

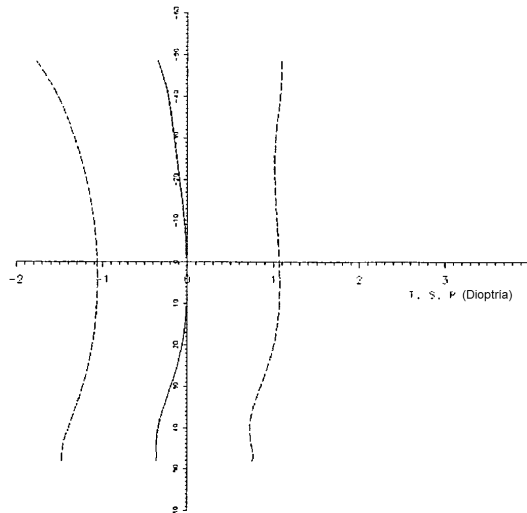


Tarjeta de esfera - capa de asferización - ejemplo 6  
Fig.68



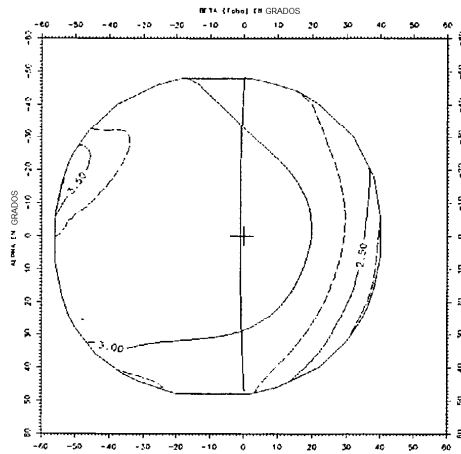
Tarjeta de cilindro - capa de asferización - ejemplo 6

Fig.69



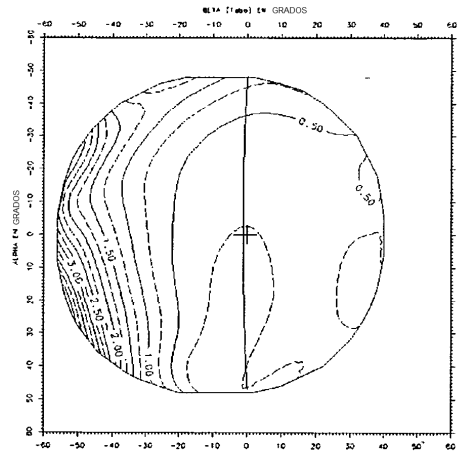
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 6

Fig.70



Tarjeta del defecto de potencia - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 6

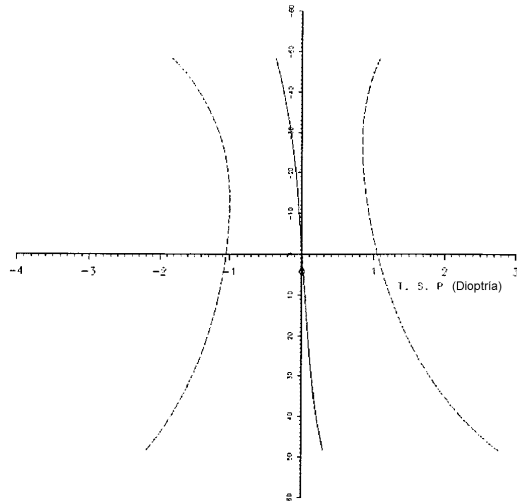
Fig.71



Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente obtenida según el procedimiento del invento - ejemplo 6

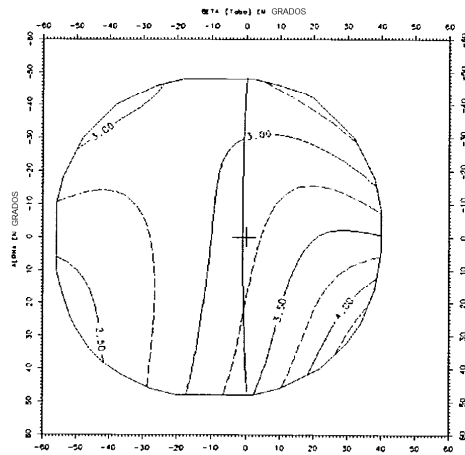
Fig.72





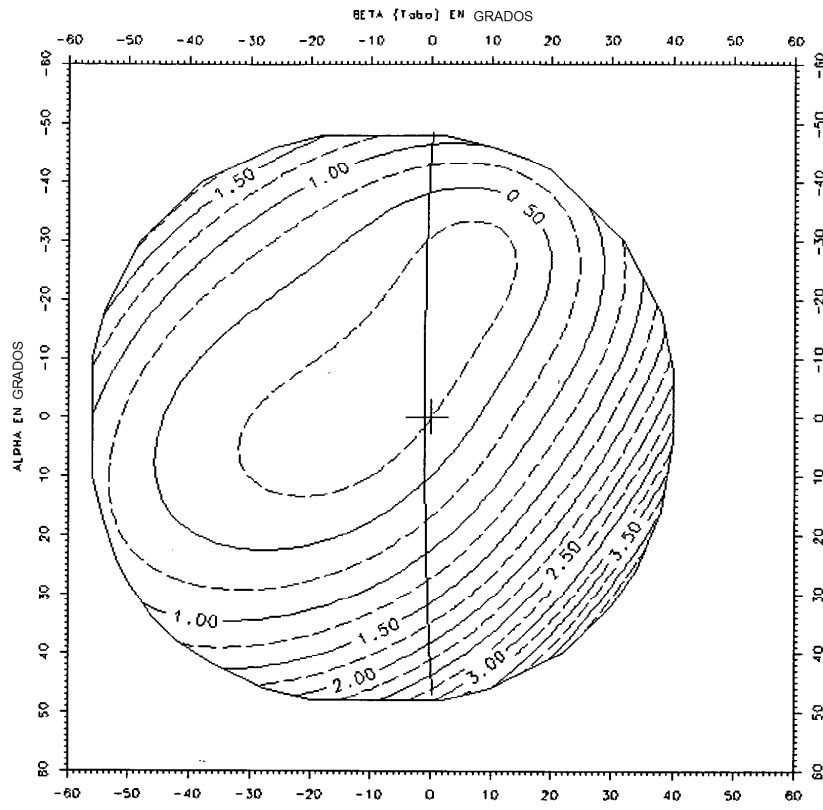
Defectos de potencia y de astigmatismo a lo largo de la meridiana - lente de la técnica anterior - ejemplo 6

Fig.73



Tarjeta del defecto de potencia - lente de la técnica anterior - ejemplo 6

Fig.74



Tarjeta del defecto de astigmatismo - lente de la técnica anterior - ejemplo 6

Fig.75