

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 515**

51 Int. Cl.:

**G02C 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2013 PCT/EP2013/071790**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14060552**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2013 E 13785381 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2909674**

54 Título: **Procedimiento de determinación de una cara de un cristal oftálmico que incluye una portadora y una capa de fresnel**

30 Prioridad:

**18.10.2012 EP 12290354**

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

**10.08.2017**

73 Titular/es:

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

**147 Rue de Paris**

**94220 Charenton le Pont, FR**

72 Inventor/es:

**AMIR, BRUNO;**

**COLAS, PAULINE y**

**TESSIERES, MÉLANIE**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 629 515 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 cara de un cristal oftálmico que incluye una portadora y una capa de fresnel

**DOMINIO DE LA INVENCION**

5 La presente invención tiene por objeto un procedimiento de determinación de una cara de un cristal oftálmico que lleva una superficie constituida por una superposición de una capa de Fresnel y de una superficie continua llamada «portadora ». La invención se refiere igualmente a un cristal oftálmico que incluye tal cara. La presente invención se refiere igualmente a un producto de programa de ordenador que comprende una serie de instrucciones que cuando es cargado sobre un ordenador provoca la ejecución por dicho ordenador de las etapas de los procedimientos según la invención. La invención propone además un soporte legible por ordenador que lleva una serie de instrucciones del producto de programa de ordenador.

10 El procedimiento según la invención permite determinar una capa de Fresnel que permite compensar efectos geométricos inducidos por una variación de curvatura de la portadora sobre la luz incidente sobre dicha cara. Este procedimiento es particularmente útil cuando la curvatura de la cara del cristal oftálmico es adaptada para facilitar un montaje en una montura de gafas.

**15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Esta sección está destinada a introducir al lector en los diversos aspectos de la técnica, que pueden estar unidos a diversos aspectos de la presente invención y están descritos y/o reivindicados a continuación. Esta descripción es considerada como útil para proporcionar al lector informaciones de fondo a fin de facilitar una mejor comprensión de los diferentes aspectos de la presente invención. En consecuencia, debe quedar entendido que estas declaraciones deben ser leídas en este sentido, y no como un reconocimiento de la técnica anterior.

20 Cualquier cristal oftálmico, destinado a ser llevado en una montura, está asociado a una prescripción. La prescripción en materia oftálmica puede comprender una descripción de potencia, positiva o negativa, así como una prescripción de astigmatismo. Estas prescripciones corresponden a correcciones a aportar al usuario de los cristales para corregir los defectos de su visión. Un cristal es montado en la montura en función de la posición de los ojos del usuario con relación a la montura.

En los casos más simples, la prescripción se reduce a una prescripción de potencia, positiva o negativa, y eventualmente de astigmatismo, el cristal es entonces llamado « unifocal ». Cuando la prescripción no incluye astigmatismo, el cristal presenta una simetría de revolución. Es simplemente montado en la montura de manera que la dirección principal de la mirada del usuario coincida con el eje de simetría del cristal. Para los usuarios 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 por una adición (o progresión de potencia) representativa del incremento de potencia entre la visión de lejos y la visión de cerca; esto equivale a una prescripción de potencia en visión de lejos y a una prescripción de potencia en visión de cerca. Los cristales adaptados a los usuarios con presbicia son cristales multifocales progresivos; estos cristales están descritos por ejemplo en el documento EP 2 249 195 B1 o EP 2 251 733 B1. Los cristales oftálmicos multifocales progresivos comprenden una zona de visión de lejos, una zona de visión de cerca, una zona de visión intermedia, un meridiano principal de progresión que atraviesa estas tres zonas. Estos cristales son generalistas, porque son adaptados a las diferentes necesidades comunes del usuario. Se definen familias de cristales multifocales progresivos, estando caracterizado cada cristal 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 A, corresponde a la variación de potencia sobre el meridiano entre un punto VL de la zona de visión de lejos y un punto VP de la zona de visión de cerca, que son llamados respectivamente punto de referencia de la visión de lejos y punto de referencia de la visión de cerca, y que representan los puntos de intersección de la mirada y de la superficie del cristal para una visión al infinito y para una visión de lectura.

45 De manera clásica, un cristal puede ser definido por su base (o esfera media de su cara delantera en visión de lejos) y por una adición de potencia en el caso de un cristal multifocal. A partir de cristales semiacabados, de los que sólo una cara está conformada con un par adición/base dado, es posible preparar cristales adaptados a cada usuario, por simple mecanización de una cara de prescripción que es generalmente esférica o tórica.

50 Para cualquier cristal oftálmico, las leyes de la óptica explican la aparición de defectos ópticos cuando los rayos luminosos se desvían del eje central del cristal. Estos defectos conocidos que comprende entre otros un defecto de potencia y un defecto de astigmatismo pueden ser llamados de manera genérica « defectos de oblicuidad de los rayos ». El experto en la técnica sabe compensar parcialmente estos defectos. Por ejemplo el documento EP-A- 0 990 939 propone un procedimiento de determinación por optimización de un cristal oftálmico para un usuario que tiene una prescripción de astigmatismo. Los defectos de oblicuidad han sido también identificados para los cristales multifocales progresivos. Por ejemplo, el documento WO-A-98 12590 describe un método de determinación por optimización de un conjunto de cristales oftálmicos multifocales.

Un cristal oftálmico incluye una zona central « ópticamente útil » que puede extenderse sobre la totalidad del cristal. Se entiende por zona ópticamente útil, una zona en la que los defectos de curvatura y de astigmatismo han sido minimizados para permitir un confort visual satisfactorio para el usuario. En un cristal progresivo, la zona central ópticamente útil cubrirá al menos la zona de visión de lejos, la zona de visión de cerca y la zona de progresión.

5 Generalmente, la zona ópticamente útil cubre la totalidad del cristal que presenta un diámetro de valor limitado. Sin embargo en ciertos casos, una zona « periférica » está prevista sobre los contornos del cristal oftálmico. Esta zona es llamada « periférica » pues no responde a las condiciones de corrección óptica prescrita y presenta defectos de oblicuidades importantes. Debe preverse entonces una conexión entre la zona central ópticamente útil y la zona periférica.

10 Existen principalmente dos situaciones en las que un cristal oftálmico presenta tal zona periférica. Por una parte, cuando el cristal presenta un diámetro importante que puede ser impuesto por la forma de la montura, por ejemplo una montura alargada con un contorno curvilíneo, y por otra parte cuando la prescripción de potencia es elevada, presentando entonces el cristal un grosor en el borde con grosor en el centro importante que se busca reducir.

15 En el caso de un cristal oftálmico destinado a ser adaptado en una montura de perfil curvado, por ejemplo de 15 grados, el cristal presenta una cara delantera de fuerte curvatura (o fuerte base), entre 6 dioptrías (denominada « D » en lo que sigue) y 10 dioptrías, y una cara trasera calculada específicamente para alcanzar la corrección óptica de la ametropía del usuario en el centro óptico y en el campo de visión. Por ejemplo, para una cara delantera que tiene una curvatura dada, la cara trasera es mecanizada para asegurar la corrección en función de la ametropía de cada usuario.

20 La fuerte curvatura de la cara delantera entraña un fuerte grosor del cristal sobre los bordes en el caso de un cristal de potencia negativa o un fuerte grosor del cristal en el centro en el caso de un cristal de potencia positiva. Estos fuertes grosores aumentan el peso de los cristales, lo que perjudica al confort del usuario y los hacen antiestéticos. Además, para cierta monturas, el grosor en el borde debe ser controlado para permitir el montaje del cristal en la montura.

25 Para cristales negativos, los grosores en los bordes pueden ser reducidos por recortado gracias a una faceta manual. Un adelgazamiento del cristal puede igualmente ser controlado por optimización óptica. Una asferización o una "atorización" (formación que se desvía de la forma tórica) pueden ser calculadas, al menos para una de las caras del cristal, teniendo en cuenta las condiciones de soporte del cristal con relación a un cristal de menor curvatura de la misma prescripción, a fin de disminuir los grosores en el centro y en el borde del cristal de fuerte curvatura.

Tales soluciones de asferización o de "atorización" ópticas son por ejemplo descritas en los documentos US-A-6 698 884, US-A-6 454 408, US-A-6 334 681, US-A-6 364 481 o aún el documento WO-A-97 35224.

30 Por otra parte en el caso de un cristal de fuerte prescripción, el cristal rebordeado presenta un grosor de borde importante, por el lado de la nariz para un cristal positivo (caso de un usuario hipermetrope) y por el lado temporal para un cristal negativo (caso de un usuario miope). Éstos sobre-grosores en los bordes complican el montaje del cristal en la montura y hacen más pesado el uso de los cristales oftálmicos.

35 El documento EP 2 028 529 A1 describe un procedimiento para determinar las dos caras de un cristal oftálmico teniendo en cuenta la prescripción, informaciones sobre la posición del cristal con relación a los ojos del usuario y una información sobre la geometría de la montura en la que los cristales deben ser montados.

Esta primera solución de la técnica anterior propone adaptar la curvatura de la cara delantera de un cristal oftálmico para mejorar la estética del montaje del cristal en la montura.

40 El documento WO 2008/037892 describe un procedimiento para determinar un cristal oftálmico que incluye una zona ópticamente útil, una zona llamada « periférica » tal como se ha descrito más arriba que permite reducir el grosor del borde y/o del centro del cristal así como una zona de conexión que posee un perfil de curvatura optimizado para el confort del usuario.

45 Esta solución de la técnica anterior propone reducir el grosor en el borde y/o en el centro de los cristales oftálmicos asferizando o "atorizando" localmente una cara del cristal conociendo la otra cara para facilitar el montaje en monturas de gafas. La solución propuesta presenta una conexión entre la zona central ópticamente útil y la zona periférica adelgazada. El mantenimiento de la prescripción se reduce a la zona útil ópticamente. Esta solución no es aceptada por todos los usuarios en razón de la zona « periférica » en la que la visión no está corregida.

La publicación DE 2 312 872 describe una lente que incluye una estructura de Fresnel que viene a añadirse a una curvatura de base sobre su cara delantera. La estructura de Fresnel permite modificar la potencia óptica de la lente.

50 Las soluciones propuestas en la técnica anterior no permiten resolver simultáneamente los problemas planteados por la estética del montaje de un cristal oftálmico en la montura y los planteados por el montaje en las monturas.

Además, existe siempre una necesidad de un cristal que satisfaga mejor a los usuarios con prestaciones ópticas óptimas presentando al mismo tiempo un grosor reducido para mejorar el aspecto estético del cristal y el confort del usuario.

El problema técnico que la presente invención pretende resolver es facilitar el montaje de un cristal oftálmico en una montura de gafas, donde el cristal está desprovisto de zona « periférica » y/o de zona de conexión en las que la prescripción de potencia no es mantenida o no es más que parcialmente mantenida. Para hacer esto la invención propone superponer sobre una cara de un cristal oftálmico una portadora y una capa de Fresnel asférica, donde la portadora tiene un perfil de curvatura restringida para permitir un montaje facilitado en una montura de gafas, y donde la capa de Fresnel asférica compensa los efectos geométricos inducidos por esta adaptación.

#### RESUMEN DE LA INVENCION

A este efecto, la invención propone un procedimiento de determinación de una cara de un cristal oftálmico, llevando dicha cara una superficie constituida por una superposición de una capa de Fresnel y de una superficie continua denominada « portadora », incluyendo dicha portadora un centro geométrico, una primera zona central y una zona periférica anular, presentando dicha portadora una simetría de revolución, estando dicha capa de Fresnel, la primera zona central y la zona periférica centradas sobre dicho centro geométrico, estando delimitada la primera zona central por una primera frontera circular, estando delimitada la zona periférica por una parte por una segunda frontera circular y por otra parte por el borde de la cara, siendo el procedimiento puesto en práctica por ordenador y comprendiendo una etapa para:

(S1) determinar un primer perfil de curvatura de dicha portadora en dicha primera zona central y un segundo perfil de curvatura de dicha portadora en dicha zona periférica;

(S10) determinar un primer radio de dicha primera frontera y segundo de radio de dicha segunda frontera;

(S20) determinar un tercer perfil de curvatura de una zona de transición de dicha portadora, donde dicha zona de transición es contigua a la primera zona central y a dicha zona periférica anular, y determinar un perfil de curvatura completo de la portadora que incluye dichos primer, segundo y tercer perfiles de curvatura de la portadora;

(S30) determinar un perfil de curvatura objetivo de la cara en donde dicho perfil de curvatura objetivo es idéntico en dicha primera zona central al primer perfil de curvatura de la portadora;

(S40) determinar un perfil de curvatura continuo a partir de una diferencia entre dicho perfil de curvatura objetivo y dicho perfil de curvatura completo de la portadora;

(S50) determinar la capa de Fresnel por un corte de dicho perfil de curvatura.

Según los modos de realización, el procedimiento de determinación de una cara de un cristal oftálmico según la invención puede comprender una o varias de las características siguientes:

- dicho primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante sobre la primera zona central y el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta una curvatura constante sobre la primera zona central, la zona de transición y la zona periférica en donde dicha curvatura constante es igual a dicha primera curvatura,

- dicho primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante sobre la primera zona central, dicho segundo perfil de curvatura de la portadora presenta una segunda curvatura constante sobre la zona periférica y el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta sobre la zona periférica una curvatura constante.

- la capa de Fresnel incluye una pluralidad de anillos centrados sobre el centro geométrico, estando determinado cada anillo a partir del perfil de curvatura continuo y de una altura de anillo dada, donde el primer radio y dicha altura de anillos son determinados de manera que la capa de Fresnel esté desprovista de anillo en una segunda zona central circular centrada sobre dicho centro geométrico de radio superior o igual a 15 mm.

- el tercer perfil de curvatura es determinado de manera que la portadora tenga una representación continuamente derivable hasta el orden 4 y de manera que el perfil de curvatura completo de la portadora tenga una representación continuamente derivable hasta el orden 4 y que el perfil de curvatura objetivo de la cara tenga una representación continuamente derivable hasta el orden 4.

- el tercer perfil de curvatura sigue una ley polinómica de orden 3 en función de la distancia al centro geométrico.

- el segundo radio es determinado de manera que el valor del segundo radio sea inferior al valor de la capacidad temporal de dicho cristal.

- dicha cara es una cara delantera del cristal o una cara trasera del cristal.

La ventaja del procedimiento según la invención proviene de que la compensación de la variación de la curvatura de la portadora es soportada por la cara que comprende la portadora. Así, si la portadora es colocada sobre la cara delantera de un cristal semiacabado, la cara trasera del cristal semiacabado queda disponible para ser mecanizada y llevar la prescripción (toro, prisma, progresión, parámetros de uso...) como para un cristal semiacabado clásico. La mecanización de la cara trasera no es modificada.

Las ventajas de cristales oftálmicos realizados según la invención que llevan prescripciones « clásicas » son, a prescripciones iguales: una reducción importante de los grosores y por tanto de la masa del cristal y un montaje facilitado porque la cara delantera puede ser configurada para llevar sobre su periferia una curvatura sensiblemente igual a la montura incluso para una montura de gafas de tipo arqueado.

- 5 Además, los cristales realizado según la invención están desprovistos de discontinuidad óptica: la zona útil ópticamente cubre el conjunto del cristal. Dicho de otra manera, el uso de un cristal según la invención no produce salto de imagen para el usuario del cristal cuando este último cambia su dirección de mirada.

Aunque empleando superficies de Fresnel, se reducen inconvenientes conocidos inducidos por las superficies de Fresnel. Por ejemplo, las imágenes parásitas provocadas por las superficies de Fresnel no molestan al usuario cuando la disposición de las superficies de Fresnel en el cristal es adaptada.

Más específicamente, se presentan brevemente 4 ejemplos, no limitativo, de modos de realización particulares de cristal oftálmico ventajosos. Los procedimientos que permiten determinar una cara de estos ejemplos de cristales oftálmicos serán detallados más adelante.

- 15 Primer modo de realización ventajoso: Se considera el caso de un cristal oftálmico acabado que tiene una prescripción positiva (Base 8) y destinado a ser montado en una montura clásica (Base 4).

Un cristal clásico que soporta esta prescripción será difícil de montar en tal montura en razón de la desviación importante entre la curvatura de la montura y la de la cara delantera del cristal.

A igualdad de prescripción, un cristal cuya cara delantera es determinada por un procedimiento según la invención con una zona periférica aplanada (Base 4) tendrá un montaje en monturas con aros facilitado gracias a la adaptación de las curvaturas entre montura y zona periférica de la cara delantera. El montaje del cristal según la intención es facilitado igualmente en monturas perforadas; en este último caso, la operación de perforación es facilitada por la curvatura reducida de la zona periférica.

Segundo modo de realización ventajoso: Se considera el caso de un cristal que tiene una prescripción muy positiva (Base 13) y destinado a ser montado en montura clásica (Base 4) con una cara trasera esférica.

- 25 En el caso de un cristal clásico, el diámetro del cristal es extremadamente reducido en razón de la curvatura elevada de la cara delantera que induce un grosor en los bordes importante. La solicitante propone el cristal OMEGA® que permite aumentar sensiblemente el diámetro del cristal, pero en contrapartida presenta, sobre la cara delantera, una inversión de curvatura que tiene por efecto restringir el campo de visión del usuario.

A igualdad de prescripción, un cristal cuya cara delantera es determinada por un procedimiento según la invención que incluye una zona periférica aplanada (Base 4) verá facilitado su montaje por los mismos efectos que los descritos anteriormente. Con relación a los cristales de la técnica anterior, el cristal según la invención tendrá un diámetro aumentado y un campo de visión agrandado.

Tercer modo de realización ventajoso: Se considera el caso de un cristal que tiene una prescripción negativa (Base 4) y destinado a ser montado en una montura de tipo arqueada (Base 8).

- 35 Un cristal clásico que llegue esta descripción será difícil de montar en dicha montura en razón de la desviación importante entre la curvatura de la montura y la de la cara delantera del cristal.

A igualdad de prescripción, un cristal cuya cara delantera es determinada por un procedimiento según la invención con una zona periférica curvada (Base 8) tendrá un montaje en monturas con aros facilitado por la adaptación de las curvaturas entre montura y zona periférica. Por otra parte la gama de prescripción de tales cristales es extensa y puede alcanzar -6D a -8D según el índice de refracción del material que constituye el cristal.

Cuarto modo de realización ventajoso: Se considera el caso de un cristal que tiene una curvatura de la cara delantera clásica (Base 4), que lleva una prescripción muy negativa (-10D) y destinado a ser montado en una montura de tipo clásico (Base 4).

- 45 Tales cristales tienen generalmente un grosor importante en los bordes; por tanto son realizados en general en diámetros inferiores a 60 mm.

A igualdad de prescripción, un cristal cuya cara trasera es determinada por un procedimiento según la invención (es decir considerando una portadora en la cara trasera que incluye una zona periférica aplanada (Base 4) tiene, a diámetro igual un grosor reducido sobre sus bordes, o con grosor en el borde igual a un diámetro aumentado.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 50 La invención será mejor comprendida e ilustrada por medio de los modos de realización y sus ejemplos siguientes de ejecución, en ningún modo limitativos, en referencia a las figuras adjuntas sobre las que:

La fig. 1a muestra una vista en corte esquemático de una cara de un cristal oftálmico determinada por un procedimiento según la invención;

La fig. 1b, presenta una vista en corte esquemático de una capa de Fresnel soportada por una portadora de la cara presentada en la fig. 1a;

5 La fig. 1c, presenta una vista en corte esquemático de la portadora de la cara presentada en la fig. 1a;

La fig. 1d presenta una vista desde arriba esquemática de la portadora representada en la fig. 1c;

La fig. 2 presenta un ordinograma de un procedimiento de determinación de una cara de un cristal oftálmico según la invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN PREFERIDOS

10 Se entiende que las descripciones de la presente invención han sido simplificadas para ilustrar los elementos que son pertinentes para una comprensión clara de la presente invención, eliminando al mismo tiempo, con fines de claridad, otros numerosos elementos encontrados en los procedimientos de determinación de cara de cristales oftálmicos. Sin embargo, porque son bien conocidos en la técnica anterior, una descripción detallada de estos elementos no está prevista en este documento. La presente divulgación está dirigida hacia todas estas variaciones y las modificaciones  
15 conocidas por el experto en la técnica.

En el marco de esta solicitud de patente, la expresión « cristal oftálmico » describe tanto un cristal oftálmico acabado, cuyas dos caras están conformadas para corregir la visión de un usuario en condiciones de uso dadas, como un bloque semiacabado (« semi-finished lens blank » en inglés) donde un bloque semiacabado incluye una cara acabada y una  
20 segunda cara destinada a ser mecanizada para resultar un cristal oftálmico acabado tal como se ha presentado más arriba. En esta segunda situación, la cara acabada puede ser cóncava o convexa y corresponderá la cara delantera o a la cara trasera del futuro cristal acabado.

En la descripción de la fig. 1c, se considera una cara de un cristal oftálmico representada en vista en corte radial en una referencia orto-normal de la que el eje de abscisas  $r$  sigue la dirección de un radio del cristal y donde el eje de las ordenadas  $D$  pasa por el centro geométrico de la cara. Esta cara puede ser tanto la cara delantera del cristal que está  
25 opuesta al usuario de las gafas (como se ha ilustrado más arriba en los tres ejemplos de modo de realización del cristal según la invención) como la cara trasera del cristal (como se ha ilustrado más arriba en el cuarto ejemplo de modo de realización del cristal según la invención).

La cara del cristal según la invención es determinada como una superposición de una portadora que presenta una simetría de revolución (mostrada en la misma referencia orto-normal en la fig. 1a) y de una capa de Fresnel esférica de revolución (mostrada en la misma referencia orto-normal en la fig. 1b). La capa de Fresnel esférica constituye una  
30 microestructura realizada por corte de una capa continua esférica y será descrita más adelante. La portadora designa una superficie continua que lleva la microestructura. En cualquier punto de la cara del cristal, la altura del punto según el eje  $D$  puede expresarse como la suma algebraica de una altura según el eje  $D$  de la superficie continua y de una altura según el eje  $D$  de la capa de Fresnel esférica.

35 La portadora está representada en vista desde arriba en la fig. 1d y en corte en la fig. 1c en la referencia orto-normal ( $r$ ,  $D$ ). La portadora presenta una simetría de revolución, y está compuesta de tres zonas delimitadas según su radio: una zona central circular 10; una zona periférica anular 15 y una zona de transición 12 que une la zona central 10 y la zona periférica 15.

40 La superficie de la portadora es continuamente derivable hasta el orden 4 desde un punto de vista matemático. La zona de transición 12 de la portadora está determinada en particular de manera que permita esta continuidad matemática y asegure que las características ópticas de la zona central 10 no son modificadas por las restricciones impuestas a la zona periférica 15.

45 Las tres zonas 10, 12 y 15 de la cara están centradas sobre el mismo punto; de preferencia sobre el centro geométrico de la cara que comprende la portadora, por razones de facilidad de realización de las microestructuras que componen la capa de Fresnel.

Las tres zonas 10, 12 y 15 de la cara tienen contornos circulares. En la fig. 1d, la cara presenta un borde de forma circular de radio  $R$ , la zona central 10 está delimitada por una primera frontera que forma un círculo de primer radio  $R1$ . La zona periférica 15 está delimitada por una parte por una segunda frontera circular de segundo radio  $R2$  y por otra parte por el borde de la cara. La zona de transición y la zona periférica poseen una forma anular.

50 Las dimensiones de cada zona son variables y pueden ser determinadas en función de la montura en la que el cristal oftálmico está destinado a ser montado y de la prescripción. La zona central 10 tiene una dimensión suficientemente grande para asegurar al usuario un campo de vista en visión central desprovisto de anillo. La zona de transición 12 debe conciliar una anchura suficientemente grande para permitir la realización de una transición geométrica entre el perfil de

curvatura de la primera zona y el perfil de curvatura de la segunda zona y una anchura suficientemente pequeña para que la zona periférica anular 15 sea lo bastante grande para permitir una adecuación suficiente entre su curvatura y la de la montura en la que el cristal debe ser montado.

5 En este contexto, se considera el primer radio R1 de la primera frontera y el segundo radio R2 de la segunda frontera. La zona de transición 12 se extiende entonces entre un radio interior igual al radio R1 de la primera frontera y un radio exterior que corresponde al radio R2 de la segunda frontera.

En la fig. 1c, las 3 zonas de la portadora son presentadas en la vista en corte de la portadora. En razón de la simetría de revolución de la portadora se describirá a continuación la superficie de las diferentes zonas de la portadora por medio de su perfil radial de curvatura, es decir sobre la curva resultante de un semicorte radial.

10 El perfil de curvatura que constituye la zona central 10 es denominado «primer perfil de curvatura », el perfil de curvatura que constituye la zona periférica 15 es denominado « segundo perfil de curvatura ». El primer y segundo perfiles son conocidos pues son impuestos respectivamente a partir de restricciones de prescripción y a partir de restricciones de curvatura de la montura.

El perfil de curvatura que constituye la zona de transición 12 es denominado el tercer perfil de curvatura.

15 Ventajosamente, el tercer perfil de curvatura sigue una ley polinómica de orden 3 en función de la distancia radial al eje de simetría.

20 La fig. 1b representa la capa de Fresnel en vista en corte en la referencia orto-normal (r, D). El perfil de la capa de Fresnel está constituido por microestructuras (también llamadas « dientes ») de las que una representación según una vista desde arriba correspondería a una sucesión de anillos concéntricos. La capa de Fresnel incluye una segunda zona central, también centrada sobre el centro geométrico de la portadora, que está desprovista de dientes y que posee un radio R3 superior o igual a 15 mm.

25 Este radio de 15 mm corresponde a una zona del cristal cubierta por un campo de vista de un usuario en visión central de +/- 30 grados para una distancia cristal-centro de rotación del eje del usuario igual a 25,5 mm. Se desea que ningún anillo de Fresnel se encuentre en esta segunda zona circular para evitar cualquier molestia (reflexiones parásitas) que se ocasionaría al usuario en su visión central. Es conocido que tal molestia puede ser provocada por una interacción entre los anillos de la capa de Fresnel y la luz incidente.

30 El experto en la técnica, diseñador de cristales oftálmicos, conoce y manipula una « capa » (o « layer » en inglés) que es una representación de una superficie virtual que describe una evolución de una altura z en cualquier punto de un plano referenciado por sus coordenadas Euclidianas (x,y). Una capa puede añadirse punto a punto a una superficie llevada por la cara de un cristal oftálmico. La adición de una capa a otra superficie es igualmente denominada « adición » o « superposición » y consiste en una suma algebraica de los componentes según su altura o altitud z. La capa puede tomar la forma de una función continua, se hablará de « capa continua » o de « superficie continua », pero puede igualmente incluir discontinuidades según el eje D o en derivadas de D o tener una representación discreta. Un ejemplo de utilización de capas continuas está dado en la solicitud internacional depositada por la solicitante y publicada bajo la referencia WO 35 2011/000845 A1.

Una portadora constituye un ejemplo de capa continua.

40 Una capa de Fresnel es un ejemplo de capa no continua que incluye una pluralidad de anillos y una pluralidad de discontinuidades según el eje D que delimitan los anillos. Estas discontinuidades están inscritas unas en las otras. Entre las discontinuidades, la discontinuidad en la que ninguna otra discontinuidad está inscrita es denominada « primera discontinuidad ». Entre dos discontinuidades figura un anillo o « diente » que presenta un perfil esférico.

45 La realización de una capa de Fresnel a partir de una superficie continua es una técnica bien conocida descrita por ejemplo en la solicitud de patente europea EP 2217962A1 depositada por la solicitante que se refiere a una pastilla curva destinada a ser fijada sobre una cara cóncava de un componente óptico; esta técnica no será recordada aquí pero se ha descrito brevemente un ejemplo ilustrativo del procedimiento que permite deducir un perfil radial de la capa de Fresnel a partir de un perfil radial de superficie continua. Este procedimiento produce una capa de Fresnel de altura de anillo constante.

Se considera una altura de corte h.

50 A continuación, la altura de un punto de la capa continua designa el componente según D de este punto. Un punto M del perfil de una capa continua está referenciado por su distancia radial r al eje D. A cada punto M del perfil radial de la capa continua corresponde un punto M' del perfil radial de la capa de Fresnel separado del eje D por una distancia radial igual a r.

Para obtener un perfil radial de capa de Fresnel a partir del perfil radial de la superficie continua, se recorren los puntos M del perfil radial de la superficie continua a partir de r=0 en el sentido de las distancias radiales crecientes. En tanto que la

- altura del punto M es inferior estrictamente a la altura de corte h, la altura del punto M' permanece igual a la altura del punto M. Al punto M de la superficie continua, que tiene una altura igual a la altura h, le corresponde M' de la capa de Fresnel cuya altura está fijada a 0; esta es la primera discontinuidad. Cuando se prosigue el recorrido del perfil radial de la superficie continua para las distancias radiales superiores, la altura del punto M' sigue las mismas variaciones que la de la altura del punto M hasta que la altura del punto M alcanza un múltiplo entero de la altura de corte h. A la distancia radial donde esto se produce, la altura del punto M' correspondientes es de nuevo fijada a 0, esta es la segunda discontinuidad.
- Así, el perfil radial de la capa de Fresnel presenta a la escala de la representación de la fig. 1b una sucesión de « dientes » delimitados por discontinuidades según el eje D, llamadas aún « saltos » y materializados por una diferencia de altura entre dos puntos: el primero que tiene una altura igual a la altura de corte, el segundo que tiene una altura nula. Entre dos discontinuidades, el perfil radial de la capa de Fresnel evoluciona de la misma manera que el perfil radial de la capa continua. En particular el perfil radial de la capa de Fresnel incluye localmente las mismas variaciones de curvatura que el perfil radial de la capa continua.
- Los « dientes » del perfil radial de la capa de Fresnel materializan anillos llamados « de Fresnel » sobre la capa de Fresnel. El perfil radial de la superficie continua es esférico como el perfil radial de la capa de Fresnel sobre cada uno de los dientes. Se hablará por tanto igualmente de anillos de perfil esférico.
- En un modo de realización del cristal según la invención, el primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante y dicho segundo perfil de curvatura de la portadora presenta una segunda curvatura diferente de la primera curvatura al menos localmente en un punto. Pero todos los puntos de la cara, incluso los que están situados en el exterior de la primera zona central, presentan habida cuenta de la adición de la capa de Fresnel y de la portadora, una curvatura constante e igual a dicha primera curvatura. El perfil de los dientes de Fresnel compensa localmente la diferencia entre la primera y la segunda curvatura de manera que globalmente la curvatura medida en cualquier punto de la cara resultante de la superposición de la portadora y de la capa de Fresnel es constante e igual a la primera curvatura.
- En la fig. 2, se ha representado un ordinograma de un procedimiento de determinación de una cara de cristal oftálmico que incluye una sucesión de 6 etapas S1, S10, S20, S30, S40 y S50.
- Se considera como punto de partida, una cara de un cristal oftálmico similar al presentado en la fig. 1a. La cara tiene una forma circular y está delimitada por un borde circular de radio R e incluye una portadora que comprende una primera zona central, una zona periférica anular. La primera zona central está delimitada por una primera frontera circular, la zona periférica está delimitada por una parte por una segunda frontera circular y por otra parte por el borde de la cara. La portadora presenta una simetría de revolución con relación a un eje (D) normal a la portadora y que pasa por el centro geométrico de la portadora. La primera zona central y la zona periférica anular presentan una simetría de revolución con relación al mismo eje.
- La etapa S1 consiste en determinar los perfiles radiales de curvatura de la primera zona central y de la zona periférica y llamados respectivamente primer y segundo perfil.
- La zona central 10 incluye habitualmente una corrección de potencia que es impuesta por una prescripción. Su perfil de curvatura es impuesto. Por ejemplo, el primer perfil tiene una curvatura constante cuyo valor está directamente unido a la prescripción.
- El segundo perfil es determinado sin unión con el primer perfil. Por ejemplo, es elegido de manera que la curvatura en el borde de la cara sea sensiblemente igual a la curvatura de una montura de gafas en la que el cristal debe ser montado. Por ejemplo, el segundo perfil tiene una curvatura constante cuyo valor está directamente unido a la curvatura de la montura.
- El primer y el segundo perfiles pueden respectivamente presentar una curvatura constante como una evolución compleja pero continua según el eje r.
- La etapa S10 consiste en determinar un primer radio R1 de la primera frontera y segundo radio R2 de la segunda frontera.
- El radio R1 es determinado entre 10 y 15 mm a fin de que una capa de Fresnel s, de la que se volverá a hablar más adelante, determinada en particular a partir del perfil de la portadora y destinada a ser superpuesta a la portadora esté desprovista de anillo sobre una segunda zona central de radio superior o igual a 15 mm.
- La determinación del segundo radio R2 permite delimitar una zona de transición que es contigua a la primera zona central y a la zona periférica. Cuanto mayor es la desviación entre el segundo radio R2 y el primer radio menor es restringido el perfil de curvatura en la zona de transición.
- La determinación del segundo radio es por ejemplo función de la forma de la montura.

La determinación del segundo radio es por ejemplo función de la capacidad temporal.

5 En efecto, el segundo radio corresponde a la distancia que separa el centro geométrico de la zona cuya curvatura está adaptada a la curvatura de la montura. La capacidad temporal corresponde a la distancia que separa el centro de la cara y el borde del cristal con el lado temporal (por el lado de la sien del usuario) es decir la zona donde se encontrará la montura. Es por tanto ventajoso que la capacidad temporal sea al menos superior al segundo radio.

La etapa S20 consiste en determinar un tercer perfil de curvatura de esta zona de transición.

Ventajosamente, el tercer perfil de curvatura es determinado de manera que la portadora tenga una representación continuamente derivable hasta el orden 4.

10 Ventajosamente, el tercer perfil de curvatura sigue una ley polinómica de orden 3 en función de la distancia al centro geométrico. La etapa S20 es puesta en práctica con ayuda de un ordenador. Consiste por ejemplo en determinar un perfil de curvatura que esté adaptado a la curvatura del primer perfil en la proximidad de R1 y que esté adaptada a la curvatura del segundo perfil en la proximidad de R2 para dar bajo un formato digital un perfil de curvatura completo de la portadora definido por trozos en la primera zona central, la zona de transición y la zona periférica.

15 Ventajosamente la etapa S10 y la etapa S20 pueden ser puestas en práctica simultáneamente para determinar de manera óptima el primer y el segundo radio así como el tercer perfil.

La etapa S30 consiste en determinar un perfil de curvatura objetivo de la cara, donde dicho perfil de curvatura objetivo es idéntico en dicha primera zona central al primer perfil de curvatura de la portadora. La etapa S30 es puesta en práctica con ayuda de un ordenador y consiste por ejemplo en definir un perfil de curvatura objetivo bajo un formato digital.

20 Este perfil de curvatura objetivo constituye el perfil que se desea poder medir sobre los puntos de la cara. El perfil objetivo puede ser esférico en su totalidad o esférico.

Ventajosamente, el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta una simetría de revolución con relación al eje D.

Ventajosamente, el perfil de curvatura objetivo de la cara es esférico.

Ventajosamente, el perfil de curvatura objetivo de la cara tiene una representación continuamente derivable hasta el orden 4.

25 La etapa S40 consiste en determinar un perfil de curvatura para la capa de Fresnel a partir de una diferencia entre dicho perfil de curvatura objetivo y dicho perfil de curvatura completo de la portadora.

30 Se conoce el perfil de curvatura objetivo y el perfil de curvatura completo de la portadora que tienen por construcción cada uno una representación continuamente derivable hasta el orden 4. La etapa S40 es puesta en práctica por ejemplo con ayuda de un ordenador. S40 consiste por ejemplo en particular en realizar una diferencia en una forma digital entre el perfil de curvatura objetivo y el perfil de curvatura completo de la portadora. Se construye así un perfil radial de una superficie continua, con simetría de revolución (no representada en las figuras) alrededor de un eje de simetría D que pasa por el centro geométrico de la cara y normal a la portadora.

35 La etapa S50 consiste en determinar una capa de Fresnel por medio de un corte del perfil de curvatura continua obtenido a la salida de la etapa S40. Cuando el perfil de curvatura continuo es esférico, lo mismo sucede para la capa de Fresnel que se designará como « capa de Fresnel esférica ».

40 En el marco de la etapa S50, se impone una restricción sobre la ausencia de anillo sobre la capa de Fresnel en el interior de una segunda zona central circular centrada sobre el centro geométrico que tiene un radio R3 superior a 15 mm. De esta manera, se tiene la seguridad de no producir molestia visual para el usuario. La satisfacción de esta restricción es tanto más fácil de mantener que por construcción, el perfil radial de la superficie continua presenta una curvatura nula sobre la primera zona central.

La portadora y la capa de Fresnel así determinadas pueden ser mecanizadas de una sola vez por mecanización directa de la cara del cristal.

45 Ventajosamente, el primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante sobre la primera zona central y el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta una curvatura constante sobre la primera zona central, la zona de transición y la zona periférica que es igual a dicha primera curvatura, o dicho de otra manera, el perfil de curvatura objetivo tiene una curvatura constante igual a dicha primera curvatura.

Ventajosamente, el primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante sobre la primera zona central, dicho segundo perfil de curvatura de la portadora presenta una segunda curvatura constante sobre la zona periférica y el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta una curvatura constante sobre la zona periférica.

50 El procedimiento descrito anteriormente puede ser puesto en práctica para producir los cuatro ejemplos de cristales

## ES 2 629 515 T3

ventajosos ya citados. La tabla que sigue sintetiza los parámetros particulares utilizados en el procedimiento según la invención para realizar los 4 ejemplos de cristales oftálmicos.

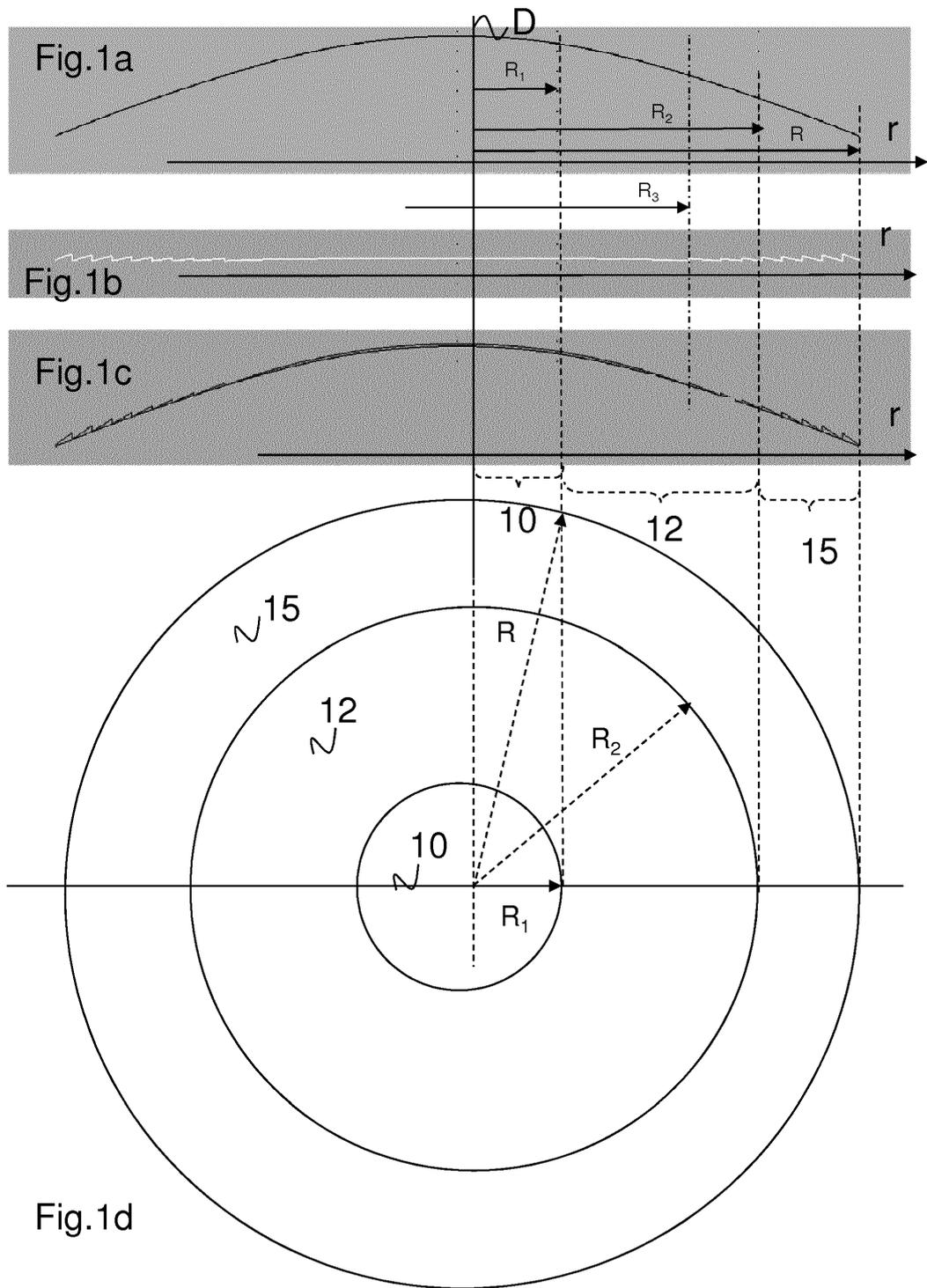
		1 <sup>er</sup> modo de realización ventajoso	2 <sup>o</sup> modo de realización ventajoso	3 <sup>er</sup> modo de realización ventajoso	4 <sup>o</sup> modo de realización ventajoso
<b>Superficie Portadora</b>		Cara delantera	Cara delantera	Cara delantera	Cara trasera
Curvatura portadora	Zona central	Base 8	Base 13	Base 4	Base 10
	Zona periférica	Base 4	Base 4	Base 8	Base 4
	Zona de transición	Perfil en forma de polinomio de orden 3 en r	Perfil en forma de polinomio de orden 3 en r	Perfil en forma de polinomio de orden 3 en r	Perfil en forma de polinomio de orden 3 en r
Corte en zonas	R1	10 mm	7 mm	10 mm	10 mm
	R2	25 mm	30 mm	30 mm	25 mm
<b>Objetivo de la cara</b>		Cara delantera	Cara delantera	Cara delantera	Cara trasera
Curvatura Objetivo Para la cara	Zona central	Curvatura constante Base 8	Base 13	Curvatura constante Base 4	Curvatura constante Base 10
	Zona periférica		Base 8		
	Zona de transición		Polinomio de orden 3 en r		

En lo que precede, la referencia a « un modo de realización » significa que una característica particular, la estructura, o una característica descrita en relación con el modo de realización puede ser incluida en al menos una puesta en práctica de la invención. Las apariciones de la expresión « en un modo de realización » en diversos lugares en la descripción detallada que precede no se refieren necesariamente todas al mismo modo de realización. Igualmente, modos de realización distintos o alternativos no son necesariamente exclusivos entre sí de otros modos de realización.

5

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de determinación de una cara de un cristal oftálmico, llevando dicha cara una superficie constituida por una superposición de una capa de Fresnel y de una superficie continua denominada « portadora », incluyendo dicha portadora un centro geométrico, una primera zona central y la zona periférica anular, presentando dicha portadora una asimetría de revolución, estando dicha capa de Fresnel, la primera zona central y la zona periférica centradas sobre dicho centro geométrico, estando delimitada la primera zona central por una primera frontera circular, estando delimitada la zona periférica anular por una parte por una segunda frontera circular y por otra parte por el borde de la cara, siendo el procedimiento puesto en práctica por ordenador y comprendiendo una etapa para:
- 10 (S1) determinar un primer perfil de curvatura de dicha portadora en dicha primera zona central y un segundo perfil de curvatura de dicha portadora en dicha zona periférica, siendo el primer perfil de curvatura función de restricciones de prescripción y el segundo perfil de curvatura función de restricciones de curvatura de una montura;
- 15 (S10) determinar un primer radio de dicha primera frontera y un segundo radio de dicha segunda frontera, estando determinado el primer radio entre 10 y 15 mm y siendo el segundo radio función de la forma de la montura y/o de la capacidad temporal correspondiente a la distancia que separa el centro de la cara y el borde del cristal con el lado temporal;
- (S20) determinar un tercer perfil de curvatura de una zona de transición de dicha portadora, donde dicha zona de transición es contigua a la primera zona central y a dicha zona periférica anular, y determinar un perfil de curvatura completo de la portadora que incluye dichos primer, segundo y tercer perfiles de curvatura de la portadora;
- 20 (S30) determinar un perfil de curvatura objetivo de la cara en donde dicho perfil de curvatura objetivo es idéntico en dicha primera zona central al primer perfil de curvatura de la portadora;
- (S40) determinar un perfil de curvatura continuo a partir de una diferencia entre dicho perfil de curvatura objetivo y dicho perfil de curvatura completo de la portadora;
- (S50) determinar la capa de Fresnel por un corte de dicho perfil de curvatura continuo.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación precedente caracterizado porque dicho primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante sobre la primera zona central y porque el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta una curvatura constante sobre la primera zona central, la zona de transición y la zona periférica, donde dicha curvatura constante es igual a dicha primera curvatura.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado por que dicho primer perfil de curvatura de la portadora presenta una primera curvatura constante sobre la primera zona central, dicho segundo perfil de curvatura de la portadora presenta una segunda curvatura constante sobre la zona periférica, y porque el perfil de curvatura objetivo de la cara presenta una curvatura constante sobre la zona periférica.
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, incluyendo la capa de Fresnel una pluralidad de anillos centrados sobre el centro geométrico, siendo determinado cada anillo a partir del perfil de curvatura continua y de una altura de anillo dada, siendo determinada dicha altura de anillo de manera que la capa de Fresnel esté desprovista de anillo en una segunda zona central circular centrada sobre dicho centro geométrico y de radio superior o igual a 15 mm.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el tercer perfil de curvatura es determinado de manera que el perfil de curvatura completo de la portadora tiene una representación continuamente derivable hasta el orden 4 y porque el perfil de curvatura objetivo de la cara tiene una representación continuamente derivable hasta el orden 4.
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que el tercer perfil de curvatura sigue una ley polinómica de orden 3 en función de la distancia radial al centro geométrico.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el segundo radio es determinado de manera que el valor del segundo radio es inferior al valor de la capacidad temporal de dicho cristal.



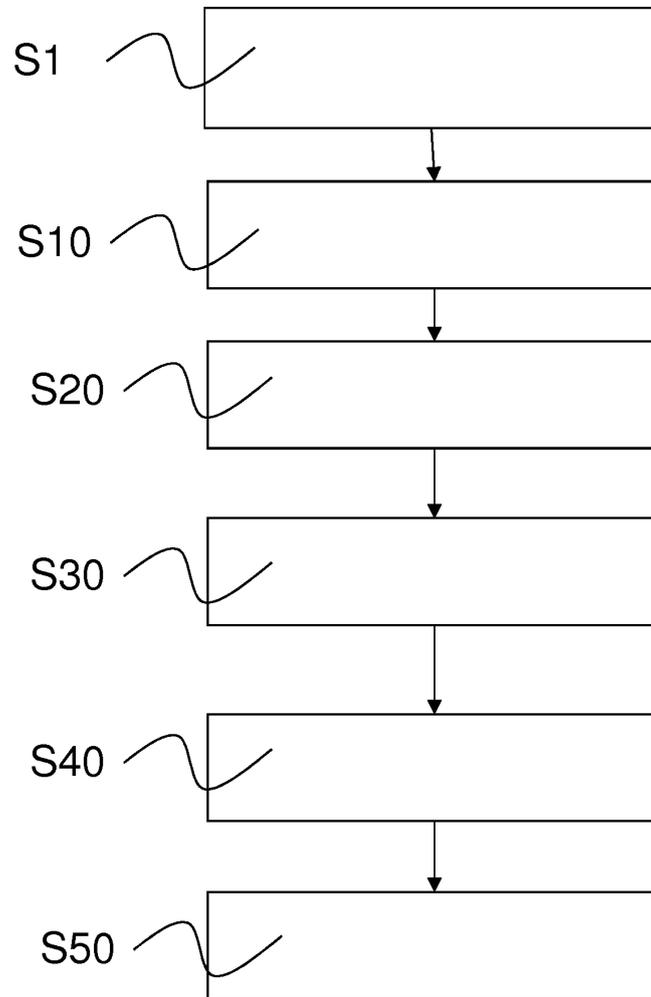


Fig.2