

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 046**

51 Int. Cl.:

G02C 7/10 (2006.01)

G02B 5/28 (2006.01)

G02B 1/115 (2015.01)

G02B 5/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2017 PCT/EP2017/061833**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017 WO17198703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2017 E 17729388 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3433668**

54 Título: **Lente y procedimiento para calcular y producir una lente**

30 Prioridad:

17.05.2016 EP 16169966

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2020

73 Titular/es:

**CARL ZEISS VISION INTERNATIONAL GMBH
(100.0%)
Turnstrasse 27
73430 Aalen , DE**

72 Inventor/es:

**KRAUSE, MICHAEL;
GLÖGE, THOMAS;
LAPPE, CHRISTIAN;
KRATZER, TIMO y
WAHL, SIEGFRIED**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 795 046 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

Lente y procedimiento para calcular y producir una lente

5 La invención se refiere a una lente según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2. La invención se refiere además a un procedimiento implementado por ordenador para calcular una lente según el preámbulo de la reivindicación 12, a un procedimiento para producir una lente según el preámbulo de la reivindicación 14 y a un programa informático para calcular una lente.

10 Por el estado de la técnica se conocen lentes en muchas variaciones. Hay lentes sin efecto dióptrico nominal y lentes de corrección, es decir, lentes con efecto dióptrico. Efecto dióptrico es el término colectivo para el efecto de enfoque y prismático de una lente.

15 En el caso de las lentes de corrección se distingue entre lentes monofocales y lentes multifocales. Una lente monofocal es una lente, en la que, desde el punto de vista de la construcción, sólo existe un efecto dióptrico. Una lente multifocal es una lente, en la que, desde el punto de vista de la construcción, existen dos o más partes diferentes de manera visible con diferentes efectos de enfoque. En particular, son importantes las lentes bifocales, en concreto las lentes multifocales con dos partes, habitualmente para ver de lejos y de cerca, así como las lentes progresivas, en concreto lentes con al menos una superficie multifocal y un efecto (positivo) en aumento cuando el usuario de las gafas mira hacia abajo. Son menos frecuentes las lentes degresivas, es decir, aquellas con al menos una superficie multifocal y un efecto de disminución (es decir, una atenuación del efecto), cuando el usuario de las gafas mira hacia abajo.

25 Principalmente el material determina la forma que debe obtener la lente para alcanzar la corrección óptica deseada. En este sentido, el parámetro más importante es el índice de refracción del material. Mientras que en el pasado las lentes se producían en su mayor parte de vidrios minerales, en particular vidrios crown (número de Abbe > 55) y vidrios flint (número de Abbe < 50), entretanto pueden adquirirse lentes de una pluralidad de materiales orgánicos. Este tipo de materiales básicos para lentes orgánicas se comercializan entre otros bajo los nombres comerciales CR 39, MR 8, MR 7, CR 330 así como MR 174. En la publicación EP 2692941 A1 también se encuentra una selección de tales materiales básicos. Continuamente se someten a prueba y se desarrollan otros materiales para determinar su idoneidad para lentes orgánicas. La siguiente tabla 1 ilustra parámetros así como valores de referencia de una selección de materiales básicos conocidos:

Tabla 1: Materiales básicos para la producción de lentes

Nombre comercial	Material básico	Índice de refracción medio n_e	Número de Abbe v_e
CR 39 CR 330 CR 607 CR 630	Poli(carbonato de alildiglicol)	1.500	56
Trivex	Poliurea/ poliuretano	1.530	45
PC	Policarbonato	1.590	29
MR 6	Politiuretano	1.598	
MR 8	Politiuretano	1.598	41
MR 7	Politiuretano	1.664	32
MR 10	Politiuretano	1.666	32
MR 174	Poliepisulfuro	1.738	32
	Mineral 1.5	1.525	58
	Mineral 1.6	1.604	44

35 En la actualidad se moldean una gran cantidad de productos semiacabados o acabados de lentes orgánicas con superficies anteriores esféricas, esféricas con simetría de rotación o progresivas en producción en masa en moldes originales con moldes de superficie anterior y posterior, distanciados entre sí formando una cavidad por medio de una junta anular, tal como se describe por ejemplo en los documentos DE 3007572 C2, US 6.103.148 A o JP 2008 191186

40 A. Esto es válido para materiales básicos con los nombres comerciales MR 7, MR 8, MR 10 así como CR 39, CR 607, CR 630 y otros. En el caso de los materiales básicos con los nombres comerciales MR 7, MR 8 y MR 10 se trata de politiuretanos, comercializados por la empresa Mitsui Chemicals. A este respecto, la abreviatura "MR" indica Mitsui Resin. CR 39 o Columbia Resin 39 es la marca seleccionada por la empresa Pittsburgh Plate Glass Industries (PPG Industries), bajo la cual se comercializa el material poli(carbonato de bisalildietilenglicol) o poli(carbonato de alildiglicol) (abreviado: PADC). En este sentido se trata de un material polimérico termoestable de alta refracción. CR 607 y CR

45 630 proceden también de la empresa PPG. Los materiales CR 607 y CR 630 se emplean por ejemplo para aplicaciones fotocromáticas.

Mientras que la radiación UV-C con longitudes de onda entre 100 nm y 280 nm prácticamente se absorbe por completo por la atmósfera terrestre, la radiación UV-B con longitudes de onda entre 280 nm y 315 nm y la radiación UV-A con de 315 nm a 380 nm llega hasta el ojo humano.

5 Como a la radiación electromagnética entre 280 nm y 400 nm, por un lado, se le atribuye un efecto nocivo para el ojo y, por otro lado, puede llevar a la degradación de materiales básicos en particular de plásticos orgánicos, no sólo a los materiales básicos de lentes para gafas de sol sino, por regla general, también a los materiales básicos de lentes no tintadas se le añaden los denominados absorbentes de UV, tal como se describe por ejemplo en los documentos EP 1174734 A2 o US 8.870.374 B2. Estos absorbentes de UV pueden añadirse a los materiales básicos antes o durante el proceso de moldeo de la lente. Sin embargo, también es posible "teñir" las lentes moldeadas y endurecidas posteriormente con absorbentes de UV correspondientes. A continuación, todas estas variantes se denominarán material básico con absorbente de UV.

15 La función principal de los absorbentes de UV empleados en el caso de lentes claras, es decir, no tintadas, radica en la protección del material básico frente a una degradación a largo plazo por UV. Por ello, este tipo de absorbentes de UV también se denominan estabilizadores de UV. En función del material básico a proteger, la duración de uso funcional buscada de la lente y de la sensibilidad del material básico frente a la degradación de UV se utilizan diferentes estabilizadores de UV. Los estabilizadores de UV, como por ejemplo las benzofenonas, se basan en evitar la formación de radicales libres mediante absorción de la radiación UV que produce la formación de radicales libres. Las fracciones de masa de este tipo de absorbentes de UV en el material básico ascienden en general a entre el 0,05% en peso y el 2% en peso, en algunas aplicaciones también hasta el 5% en peso.

25 La selección del absorbente de UV adecuado, que tiene que ser compatible con el material básico y las condiciones de procesamiento, así como la optimización de la concentración para alcanzar una propiedad de absorción de UV deseada, puede determinarse por ejemplo con ayuda de programas de simulación teniendo en cuenta bases de datos de materiales adecuadas. Un programa de simulación de este tipo está disponible por ejemplo con el nombre de "Plastic Colour Master" de la empresa X-Rite. Los detalles se describen en la URL http://color.xrite.com/de-de/color-measurement-quote?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=01-GO-DE-DE-Brand P&utm_content=Brand&utm_term=x+rite.

30 En el documento DE 69534779 T2 se encuentra una selección de absorbentes de UV adecuados para lentes. Aquí se indica que pueden seleccionarse absorbentes de UV de uno o varios del grupo compuesto por benzotriazoles, benzofenoles y cianoacrilatos. Además, en este documento se indica que los absorbentes de UV pueden seleccionarse en particular de una o varias de las siguientes sustancias:

- 35 • BASF Tinuvin P - [2(2'-hidroxi-5'-metil-fenil)benzotriazol]
- Cyanamid Cyasorb UV 531 - [2-hidroxi-4-n-acetoxibenzofenona]
- 40 • Cyanamid Cyasorb UV 5411 - [2-(2'-hidroxi-5-octilfenil)benzotriazol]
- 2-(2'-hidroxi-3',6'(1,1-dimetilbencilfenil)benzotriazol
- 2-(2'-hidroxi-3',5'-di-t-amilfenil)benzotriazol
- 45 • bis[2-hidroxi-5-metil-3-(benzotriazol-2-il)fenil]-metano
- bis[2-hidroxi-5-t-octil-3(benzotriazol-2-il)fenil]-metano
- 50 • Cyanamid UV 2098 - [2-hidroxi-4-(2-acrilocloxi-etoxibenzofenona]
- National S&C Permasorb MA - [2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-metacriloxi)propoxibenzofenona]
- Cyanamid UV 24 - [2,2'-dihidroxi-4-metoxibenzofenona]
- 55 • BASF Uvinul 400 - [2,4-dihidroxibenzofenona]
- BASF Uvinul D49 - [2,2'-dihidroxi-4,4-dimetoxibenzofenona]
- BASF Uvinul D50 - [2,2',4,4'-tetrahidroxibenzofenona]
- 60 • BASF Uvinul D35 - [etil-2-ciano-3,3-difenilacrilato]
- BASF Uvinul N-539 - [2-ciano-3,3-difenilacrilato de 2-etexilo]
- 65 • BASF Tinuvin 213

- 2',2',4-trihidroxibenzofenona
- BASF Uvinul M493TM y mezclas disponibles en el mercado del mismo

- 5
- 2-hidroxi-4-acriloiloxietoxibenzofenona (polímero)
 - 2-hidroxi-4-acriloiloxietoxibenzofenona
 - 4-hidroxi-4-metoxibenzofenona
- 10
- 2-hidroxi-4-n-octoxibenzofenona

Los productos semiacabados o productos acabados para lentes de policarbonato se obtienen en general en moldes de metal por medio de moldeo por inyección. Este procedimiento de producción se describe por ejemplo en el documento EP 0955147 A1.

Las lentes minerales se obtienen regularmente mediante mecanizado abrasivo mecánico de una pieza en bruto.

Los productos semiacabados o acabados descritos anteriormente se someten a menudo a uno o varios procesos de acabado. En particular se aplican capas funcionales en uno o dos lados. Este tipo de capas funcionales son capas que dotan a las lentes de propiedades predeterminadas y ventajosas para el usuario de las gafas, que no tendrían las lentes sólo por las propiedades del material básico o de soporte, sobre el que se aplican dado el caso las capas funcionales, y por la conformación. Este tipo de propiedades ventajosas son, además de las propiedades ópticas como por ejemplo eliminación de reflejos, espejos, polarización de la luz, tintado, autocoloración, etc. también propiedades mecánicas como endurecimiento, reducción de la adherencia de la suciedad o empañamiento, etc. y/o propiedades eléctricas como protección frente a la radiación electromagnética, conducción de la corriente eléctrica, etc. y/u otras propiedades físicas o químicas. Por los documentos WO 10/109154 A1, WO 01/55752 A1 y DE 10 2008 041 869 A1 por ejemplo se deducen ejemplos de revestimientos funcionales.

Con respecto a la presente invención cobran especial importancia los revestimientos para la eliminación de reflejos, que como sinónimos también se denominan revestimientos antirreflectantes o antirreflejos. Los revestimientos antirreflectantes se emplean para suprimir la reflexión de lentes y aumentar la transmisión. La reducción del grado de reflexión en la superficie con capa antirreflectante se consigue mediante una interferencia destructiva de los rayos reflejados. Adicionalmente y mediante un rango angular y de longitud de onda mayor la reflexión puede reducirse mediante el uso de varias capas con diferente índice de refracción. No hay una fórmula simple para los grosores de capa óptimos para una determinada elección de los materiales. Estos parámetros se determinan por tanto con programas de simulación. Un programa de simulación de este tipo está disponible por ejemplo por OptiLayer GmbH en Garching, Alemania. Se encuentran distribuidores en la URL <http://www.optilayer.com/distributors>.

Materiales típicos para este tipo de revestimientos son óxidos de metal, fluoruros de metal, nitruros de metal, carbono diamante o combinaciones de los mismos. Posibles óxidos de metal son, por ejemplo, uno o varios compuestos del grupo de dióxido de cromo, óxido de aluminio, dióxido de titanio, óxido de indio y estaño (ITO), dióxido de circonio, dióxido de silicio o combinaciones de los mismos.

La producción de revestimientos antirreflectantes se realiza mediante métodos de revestimiento de la tecnología de película delgada. Entre los procedimientos más utilizados se encuentran la deposición física de vapor, como la evaporación térmica y la pulverización catódica. La elección del método de revestimiento depende principalmente del material de capa deseado, por ejemplo, hay materiales que no son adecuados para la evaporación térmica.

Las lentes prescriptivas de orden específico, es decir, en particular lentes monofocales y multifocales individualizadas, cuyas propiedades ópticas no están estandarizadas, al menos en parte, de forma preseleccionable, sino que en relación a su dimensión y/o disposición en la lente se calculan y producen individualmente adaptadas al usuario, y en particular las lentes progresivas adquieren su forma final mediante procedimientos mecánicos, en particular de deformación y/o abrasivos. En este sentido, las formas externas pueden ser redondas, ovaladas o arbitrarias, las denominadas formas libres.

En una publicación de Medical Hypotheses (2008) 70, 635 a 637 titulada "Light, literacy and the absence of ultraviolet radiation in the development of myopia", que puede consultarse en <http://intl.elsevierhealth.com/journals/mehy>, Stephen B. Prepas expresó la hipótesis de que la ausencia de luz UV en el rango de longitud de onda entre 200 nm y 400 nm podría causar un crecimiento longitudinal del globo ocular causante de la miopía. La solicitud de patente EP3153139A1 se basa en una idea similar.

El objetivo de la invención consiste en proporcionar una lente, un procedimiento para calcular una lente así como el programa informático correspondiente para el mismo y un procedimiento para producir una lente, que tenga en cuenta la suposición expresada por Stephen B. Prepas.

Este objetivo se alcanza mediante una lente con las características de las reivindicaciones 1 y 2, un procedimiento implementado por ordenador para calcular una lente con las características de la reivindicación 12, un procedimiento para producir una lente con las características de la reivindicación 14 y un programa informático para calcular una lente con las características de la reivindicación 15.

5 Las realizaciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

10 Los inventores han realizado intensos estudios de literatura para alcanzar el objetivo. Han encontrado que la función de evaluación espectral $W(\lambda) = E_S(\lambda) \cdot S(\lambda)$ especificada en la tabla A.1 de la norma DIN EN ISO 13666:2013-10 resultante del producto de la irradiación solar $E_S(\lambda)$ y la función de eficiencia espectral relativa $S(\lambda)$ para el cálculo del grado de transmisión de UV presenta un máximo absoluto con una longitud de onda λ de 310 nm y un máximo relativo con una longitud de onda λ de 335 nm.

15 La función de riesgo por luz azul $B(\lambda)$ también indicada en la tabla A.1 de la norma DIN EN ISO 13666:2013-10 tiene un máximo absoluto y relativo con una longitud de onda λ entre 435 nm y 440 nm. La función de evaluación espectral $W_B(\lambda) = E_S(\lambda) \cdot B(\lambda)$ resultante del producto de irradiación solar $E_S(\lambda)$ y función de riesgo por luz azul $B(\lambda)$ para el cálculo del grado de transmisión de azul presenta un máximo absoluto y relativo con una longitud de onda λ de 450 nm.

20 La función de evaluación espectral $W(\lambda)$ relevante para la luz UV que puede deducirse por la tabla A.1 de la norma DIN EN ISO 13666:2013-10 presenta para longitudes de onda λ entre 355 nm y 380 nm valores relativamente pequeños. Lo mismo se aplica para las funciones de riesgo por luz azul y de evaluación $B(\lambda)$ y $W_B(\lambda)$ relevantes para la luz azul para longitudes de onda en el rango entre 380 nm y 390 nm. Los inventores se han dado cuenta de que el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm de la radiación solar natural presenta un potencial de riesgo relativamente bajo para el ojo humano. Sin embargo, la intensidad de la radiación ultravioleta natural en particular en el rango de longitud de onda entre 305 nm y 325 nm tiene para el ojo humano un efecto relativamente peligroso para la salud. De esto se puede concluir y los estudios demuestran que el rango de longitud de onda de la radiación solar natural entre 355 nm y 390 nm es necesario para el control del crecimiento longitudinal del ojo, en particular en los adolescentes. Por tanto, según los inventores podría retrasarse el progreso de la visión defectuosa (en particular de la miopía) si llegara al ojo más luz de estas longitudes de onda.

35 La mayor parte de los materiales utilizados en la actualidad para la producción de lentes absorben luz en el rango de longitud de onda sobre 380 nm prácticamente por completo, las únicas excepciones son los vidrios minerales y un polímero con un índice de refracción de 1,50.

Los inventores han encontrado que las lentes claras de vidrio mineral que constituyen la primera excepción indicada anteriormente, debido a la falta de riesgo de una degradación por UV se producen y comercializan en principio sin absorbentes de UV. Sólo las gafas de sol de vidrio mineral presentan en general un absorbente de UV en el material básico. Sin embargo, el contenido en absorbentes de UV de las gafas de sol es tan elevado que éstos absorben la luz en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm prácticamente por completo.

45 En el caso de la segunda excepción indicada anteriormente se trata del plástico poli(carbonato de dialildiglicol) o (P)ADC, que entre otros se comercializa por la empresa PPG bajo las marcas CR39, CR607, y similar o por la empresa Acomon RAV700, 713, 717, y similar. En el caso de este material básico el proceso de producción con un iniciador de radicales lleva necesariamente a un desplazamiento del denominado límite de UV (*UV cut-off*) al rango de UV, a menudo a 350 nm. En este sentido resulta decisivo que el iniciador forme radicales libres al iniciarse la reacción, que descomponen las moléculas de absorbentes de UV y de este modo hace que no sirvan para un uso adicional. En consecuencia, y a diferencia de los demás materiales típicos para lentes, no se añaden en absoluto o sólo se introducen en el material del sustrato en una medida muy reducida. Una protección frente a UV más allá del límite de UV de 350 nm sólo puede introducirse posteriormente en el producto endurecido. En el marco de la presente invención el límite de UV se define como la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo de la lente para luz ultravioleta, a la que el grado de transmisión de la luz que incide con un ángulo de incidencia sobre una superficie de lente, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie de lente opuesta a la superficie de incidencia de lente asciende al 2%. El grado de transmisión $T(\lambda)$ describe la fracción del flujo luminoso incidente, que atraviesa la lente por completo. Como ángulo de incidencia de un rayo de luz que atraviesa una interfaz óptica (aquí: la superficie de lente) se denomina el ángulo con respecto a la perpendicular sobre esta interfaz óptica.

60 Por lo tanto, la fracción de luz útil para controlar el crecimiento longitudinal del ojo, que puede llegar al ojo, es insignificante en las lentes convencionales, salvo las excepciones descritas anteriormente, concretamente, cuando el material básico de la lente es PADC con un aditivo de absorbente de UV reducido o vidrio mineral sin absorbente de UV. Así, el uso de gafas tiene un efecto contraproducente, que aumenta cada vez más la protección del ojo frente a la radiación necesaria y promueve así el crecimiento longitudinal. Además, a medida que aumenta la miopía, la lente tiene un grosor cada vez mayor, lo que aumenta aún más la protección frente a la radiación útil. Las personas afectadas con progresión de miopía y, por tanto, especialmente los niños, están atrapados en este círculo vicioso.

65

Algunos productos ofrecen por su revestimiento especial una denominada protección posterior de lente frente a UV (véase por ejemplo Essilor Crizal UV entre otros), que minimiza la fracción de luz UV reflejada desde el lado posterior de la lente al ojo del usuario de las gafas con una incidencia oblicua de la luz. Esta forma de actuar se describe por ejemplo en la URL <http://www.essilor.de/brillenglaser/veredelungen/Seiten/CrizalUV.aspx>. De este modo la luz útil, que retrasa el progreso de la visión defectuosa (en particular la miopía) no puede llegar al ojo del usuario de las gafas ni por transmisión a través de la lente desde delante ni por reflexión en el lado posterior del cristal.

Ahora, la idea básica de los inventores radica en diseñar (i) el material básico, del que se forma la lente, con el absorbente de UV y/o (ii) el revestimiento, en particular un revestimiento (antirreflectante) que comprende varias capas dieléctricas que actúa según el principio de la interferencia constructiva y destructiva, o modificarlo a partir de las lentes convencionales, de tal modo que llegue más luz UV útil al ojo del usuario de las gafas, que retrase el progreso de la miopía.

Para la implementación de la primera variante (i) la invención prevé una lente con las propiedades siguientes:

La lente presenta (con el uso normal) una superficie anterior en el lado del objeto y una superficie posterior en el lado del ojo. La lente se basa en un material básico con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior.

El material básico puede ser cualquier material adecuado para la producción de lentes. En particular, el material básico puede ser uno o varios de los materiales mencionados anteriormente en la introducción de la descripción, concretamente en particular vidrio mineral, poliurea, poliacrilatos, poliuretano, policarbonato, politiuretano y poliepisulfuro. En el marco de la primera variante (i) de la presente invención queda excluido el uso de poli(carbonato de alildiglicol) como material básico, porque por su producción habitualmente ya presenta las propiedades deseadas en el marco de la invención. Sin embargo, en particular para su uso como material básico se consideran todos los materiales que cumplen con los requisitos ópticos de una lente con un índice de refracción de más de 1,50, en particular con un índice de refracción de más de 1,52, más en particular con un índice de refracción de más de 1,55, preferiblemente con un índice de refracción de más de 1,6.

Como absorbentes de UV pueden emplearse todos aquellos materiales que sean compatibles con el material básico y las condiciones de procesamiento y que presenten las propiedades de absorción de UV deseadas descritas a continuación. En particular también es posible que el material básico no sólo esté mezclado con un único material de absorbente de UV, sino que el absorbente de UV comprenda varios compuestos químicos diferentes para la absorción de luz ultravioleta. En principio se consideran como materiales de absorbente de UV compuestos químicos del grupo de los benzotriazoles, benzofenoles, benzofenonas y cianoacrilatos. Por ejemplo son adecuados los siguientes compuestos y mezclas de los mismos como absorbentes de UV: 2-(2'-hidroxi-5'-metil-fenil)benzotriazol, 2-hidroxi-4-n-acetoxibenzofenona, 2-(2'-hidroxi-5-5-octilfenil)benzotriazol, 2-(2'-hidroxi-3',6'-(1,1-dimetilbencilfenil) benzotriazol, 2(2'-hidroxi-3',5'-di-t-amilfenil)benzotriazol, bis[2-hidroxi-5-metil-3-(benzotriazol-2-il)fenil]-metano, bis[2-hidroxi-5-t-octil-3-(benzotriazol-2-il)fenil]metano, 2-hidroxi-4-(2-acrilociloxi-etoxibenzofenona), 2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-metacriloxi)propoxibenzofenona, 2,2'-dihidroxi-4-metoxibenzofenona, 2,4-dihidroxibenzofenona, 2,2'-dihidroxi-4,4-dimetoxibenzofenona, 2,2',4,4'-tetrahidroxibenzofenona, 2-ciano-3,3 difenilacrilato de etilo, 2-ciano-3,3-difenilacrilato de 2-etexilo, 2',2',4-trihidroxibenzofenona, 2-hidroxi-4-acriloiloxietoxibenzofenona, 2-hidroxi-4-acriloiloxietoxibenzofenona, 4-hidroxi-4-metoxibenzofenona y 2-hidroxi-4-n-octoxibenzofenona.

Según la invención la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico es tan grande que la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión del 2% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° se sitúa en un rango de longitud de onda entre 325 nm y 360 nm. Dicho de otro modo el límite de UV definido por un grado de transmisión del 2% para luz que incide sobre la superficie anterior de la lente según la invención para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° se encuentra en el intervalo de longitud de onda entre 325 nm y 360 nm. Por consiguiente, en el rango de longitud de onda entre 280 nm y el límite de UV el grado de transmisión de la luz ultravioleta que incide sobre la superficie anterior siempre se sitúa por debajo del 2%. Con la longitud de onda del límite de UV el grado de transmisión asciende precisamente al 2%.

Desde el conocimiento de los inventores, según el cual la luz en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm es útil para el control del crecimiento longitudinal del ojo y además, en particular, a la luz en el rango de longitud de onda entre 305 nm y 325 nm se le atribuye un efecto nocivo para el ojo, además resulta ventajoso que el límite de UV según la definición anterior se sitúe entre 325 nm y 350 nm, y por el máximo de riesgo local adicional de la función de evaluación espectral $W(\lambda)$, en longitudes de onda en el rango entre 335 nm y 360 nm, más preferiblemente entre 340 nm y 360 nm o incluso entre 340 nm y 350 nm.

Desde el conocimiento de los inventores, según el cual la luz en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm es útil para el control del crecimiento longitudinal del ojo, se obtiene el siguiente requisito para la lente según la invención de que el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para

5 cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° ascienda a entre el 25% y el 80%. Un compromiso con respecto a un control suficiente del crecimiento longitudinal y una reducción del potencial de daño para el ojo, que puede deducirse por la función de evaluación espectral $W(\lambda)$, lo representa un grado de transmisión entre el 35% y el 70%, preferiblemente entre el 40% y el 60% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15°.

10 Un ejemplo según la primera variante (i) no requiere que la lente presente un revestimiento. Sin embargo, resulta conveniente que la lente presente un revestimiento, preferiblemente un revestimiento colocado en o sobre la superficie anterior o posterior, con un efecto antirreflectante en particular en el “rango espectral útil”. El revestimiento puede comprender una pluralidad de capas de grosor diferente. El revestimiento puede comprender un revestimiento parcial anterior y un revestimiento parcial posterior, que a su vez pueden estar compuestos en cada caso por una sucesión de capas de varias o una pluralidad de capas individuales.

15 El objetivo planteado al principio se alcanza en su totalidad mediante la lente indicada en la reivindicación 1 y descrita anteriormente según la primera variante (i) de la idea en la que se basa la invención.

Para la implementación de la segunda variante (ii) la invención prevé una lente con las propiedades siguientes:

20 La lente presenta, coincidiendo con la lente según la idea de la primera variante (i), una superficie anterior en el lado del objeto (con el uso normal) y una superficie posterior en el lado del ojo (con el uso normal). La lente se basa en un material básico con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior.

25 El material básico, como en la lente para la implementación de la primera variante (i), puede ser cualquier material adecuado para la producción de lentes. En particular, el material básico puede ser uno o varios de los materiales siguientes: vidrio mineral, poli(carbonato de alildiglicol), poliurea, poliácridatos, poliuretano, policarbonato, politiuretano, poliepisulfuro. Sin embargo, en el marco de la idea según la segunda variante de la invención (ii), no queda excluido el uso de poli(carbonato de alildiglicol) como material básico. En particular, para su uso como material básico se consideran todos los materiales que cumplen con los requisitos ópticos de una lente con un índice de refracción de más de 1,45, en particular de más de 1,50, preferiblemente con un índice de refracción de más de 1,55, más preferiblemente con un índice de refracción de más de 1,6.

30 Como absorbentes de UV pueden emplearse todos aquellos materiales indicados anteriormente en relación con la variante (i) que sean compatibles con el material básico y las condiciones de procesamiento y que presenten las propiedades de absorción de UV deseadas descritas a continuación. En particular en esta variante (ii) también es posible que el material básico no sólo esté mezclado con un único material de absorbente de UV, sino que comprenda dos o más compuestos químicos. En principio se consideran como materiales de absorbente de UV compuestos químicos del grupo de los benzotriazoles, benzofenoles, benzofenonas y cianoacrilatos. A modo de ejemplo se remite de nuevo a los siguientes compuestos y mezclas de los mismos: 2-(2'-hidroxi-5'-metil-fenil)benzotriazol, 2-hidroxi-4-n-acetoxibenzofenona, 2-(2'-hidroxi-5-5-octilfenil)benzotriazol, 2-(2'-hidroxi-3',6'-(1,1-dimetilbencilfenil)benzotriazol, 2(2'-hidroxi-3',5'-di-t-amilfenil)benzotriazol, bis[2-hidroxi-5-metil-3-(benzotriazol-2-il)fenil]-metano, bis[2-hidroxi-5-t-octil-3-(benzotriazol-2-il)fenil]metano, 2-hidroxi-4-(2-acrilocloxi-etoxibenzofenona), 2-hidroxi-4-(2-hidroxi-3-metacriloxi)propoxibenzofenona, 2,2'-dihidroxi-4-metoxibenzofenona, 2,4-dihidroxibenzofenona, 2,2'-dihidroxi-4,4-dimetoxibenzofenona, 2,2',4,4'-tetrahidroxibenzofenona, 2-ciano-3,3 difenilacrilato de etilo, 2-ciano-3,3-difenilacrilato de 2-etexilo, 2',2',4-trihidroxibenzofenona, 2-hidroxi-4-acriloiloxietoxibenzofenona, 2-hidroxi-4-acriloiloxietoxibenzofenona, 4-hidroxi-4-metoxibenzofenona y 2-hidroxi-4-n-octoxibenzofenona.

35 La idea según la segunda variante (ii), en concreto de prever un revestimiento, en particular un revestimiento (antirreflectante) de la lente que comprenda varias capas dieléctricas, que actúe según el principio de la interferencia constructiva y destructiva, y modificarlo o diseñarlo de tal modo que al ojo del usuario de las gafas le llegue más luz UV útil, que retrase el progreso de la miopía, no requiere que la luz del “rango espectral útil” pueda transmitirse a través de la lente. Por consiguiente, la idea según la segunda variante (ii) se refiere también y sobre todo a lentes, cuyo material básico en sí mismo en el “rango espectral útil entre 355 nm y 390 nm” decisivo para la invención es opaco o sólo es transparente de manera reducida o cuyo material básico comprende un absorbente de UV, que evita que la lente sea transparente para luz en el “rango espectral útil entre 355 nm y 390 nm” decisivo para la invención o al menos sea transparente en “una medida razonablemente útil”.

40 El revestimiento de una lente, que implementa la idea según la segunda variante (ii), tiene un grado de reflexión, que para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, con la longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° es mayor que el 8%. El grado de reflexión $R(\lambda)$, que en la bibliografía también se denomina poder de reflexión, reflectividad o reflectancia, se define como la relación entre flujo luminoso reflejado e incidente (sobre una de las superficies de lente opuestas entre sí). Cuanta menos luz del rango espectral útil entre 355 nm y 390 nm, que incide sobre el lado anterior de la lente, se transmita a través de la lente y salga de la superficie posterior e incide sobre el ojo del usuario de las gafas, mayor será la necesidad de desviar la luz que incide desde

atrás sobre la lente de este rango espectral decisivo mediante reflexión en la superficie posterior de la lente al ojo. Según el requisito anterior, el intervalo angular decisivo se sitúa entre 30° y 45°.

5 A medida que aumenta la opacidad de la lente en este rango espectral es más deseable que el grado de reflexión del revestimiento para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 10% o mayor del 15% o mayor del 20% o mayor del 25% o mayor del 30% o mayor del 35% o incluso mayor del 40%.

10 Para evitar que refleje luz nociva desde el lado posterior de la lente al ojo, el revestimiento según la invención está diseñado además de tal modo que la lente, para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, tiene un efecto de eliminación de reflejos, configurado de tal modo que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 360 nm, definida por un grado de reflexión del 5%, para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúa por debajo del 5%. Dicho de otro modo, el revestimiento está configurado de tal modo que en el rango de longitud de onda entre 280 nm y la longitud de onda límite el grado de reflexión de la luz ultravioleta que incide sobre la superficie posterior siempre se sitúa por consiguiente por debajo del 5%. Con la longitud de onda límite el grado de reflexión asciende precisamente al 5%.

15 El objetivo planteado al principio se alcanza en su totalidad mediante la lente indicada en la reivindicación 1 y descrita anteriormente según la segunda variante (ii) de la idea en la que se basa la invención.

20 En los párrafos inmediatamente siguientes se describen perfeccionamientos y configuraciones ventajosos en particular de la primera variante (i) de la idea inventiva, que sin embargo en principio también pueden combinarse con perfeccionamientos y configuraciones de la segunda variante (ii) de la idea inventiva.

25 Ventajosamente la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico no sólo se selecciona de tal modo que el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° sea de entre el 25% y el 80%, sino también de tal modo que el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para todas las longitudes de onda en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° sea mayor del 5%, preferiblemente mayor del 6%, más preferiblemente mayor del 7%. En una configuración particular el grado de transmisión correspondiente, para luz en el rango de longitud de onda entre 380 nm y 390 nm se selecciona incluso de tal modo que supera el grado de transmisión a 380 nm. Adicional o alternativamente el grado de transmisión correspondiente, para luz en el intervalo de longitud de onda entre 355 nm y 380 nm puede ser menor que el valor del grado de transmisión a 380 nm. De este modo se garantiza que suficiente luz UV útil, que retrasa el progreso de la miopía, llegue al ojo del usuario de las gafas.

30 Para garantizar que una cantidad suficiente de la luz que incide sobre la superficie anterior en la lente en el rango espectral útil entre 355 nm y 390 nm con un material de absorbente de UV adecuado desde el punto de vista químico y con una fracción de masa suficiente del absorbente de UV seleccionado pueda entrar en el ojo, el absorbente de UV puede presentar en el material básico una fracción de masa tan grande que la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión del 2% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° se sitúe o bien en el intervalo de longitud de onda entre 325 nm y 360 nm o bien en el intervalo de longitud de onda entre 325 nm y 350 nm o bien en el intervalo de longitud de onda entre 325 nm y 340 nm y que el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° ascienda a entre el 25% y el 80% y que la lente comprenda un revestimiento que produzca un efecto de eliminación de reflejos para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, configurado de tal modo que el grado de reflexión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° sea menor del 5%, preferiblemente menor del 4%, más preferiblemente menor del 3%.

40 En particular en el caso de lentes de corrección claras resulta útil que su grado de transmisión por todo el rango espectral visible sea lo más elevado posible y esté configurado en su mayor parte de manera homogénea. Por este motivo, la invención prevé en una configuración particular un revestimiento, que fija el grado de reflexión alternativa o adicionalmente entre 380 nm y 780 nm o entre 400 nm y 700 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° menor del 5%, preferiblemente menor del 4% más preferiblemente menor del 3%.

45 Con una lente del tipo descrito anteriormente, en el que la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico es tan grande que la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión del 2% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 350 nm, el revestimiento puede estar configurado de tal modo que el revestimiento para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior produzca un efecto reflectante, configurado de tal modo que

el grado de reflexión para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior en el rango de longitud de onda entre 280 nm y 335 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 2%. En el rango de longitud de onda entre 280 nm y 310 nm el grado de reflexión puede ser incluso mayor del 10% o ventajosamente también mayor del 20%.

5 En los párrafos inmediatamente siguientes al presente párrafo se describen perfeccionamientos y configuraciones ventajosos en particular de la segunda variante (ii) de la idea inventiva, que sin embargo en principio también pueden combinarse con perfeccionamientos y configuraciones de la primera variante (i) de la idea inventiva.

10 Una configuración según la invención de la lente prevé que la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico sea tan grande que la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión del 2% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° en el intervalo de longitud de onda se sitúe entre 325 nm y 350 nm, que el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° sea menor del 50%, que la lente comprenda un revestimiento que produzca un efecto de eliminación de reflejos para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, configurado de tal modo que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 350 nm, definida por un grado de reflexión del 5% para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúe por debajo del 5% y que el grado de reflexión, para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 8%. Dicho de otro modo, el revestimiento está configurado de tal modo que, según un primer requisito, en el rango de longitud de onda entre 280 nm y la longitud de onda límite el grado de reflexión de la luz ultravioleta que incide sobre la superficie posterior se sitúa siempre por debajo del 5%. Con la longitud de onda límite el grado de reflexión asciende precisamente al 5%. La longitud de onda límite se sitúa preferiblemente entre 325 nm y 350 nm. Según un segundo requisito, el revestimiento está configurado además de tal modo que el grado de reflexión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior con una longitud de onda de 380 nm sea mayor del 8%. Estos requisitos se aplican para luz que incide sobre la superficie posterior de la lente para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45°.

30 Para garantizar que llegue suficiente luz en el rango espectral útil descrito anteriormente, al ojo del usuario de las gafas, la lente con la configuración descrita en último lugar según la invención puede estar caracterizada por que el revestimiento esté configurado de tal modo que el grado de reflexión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior para cada longitud de onda en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 5%.

35 Para garantizar que la luz visible pueda entrar a través de la superficie anterior en la lente, el revestimiento de superficie anterior, es decir, la parte de revestimiento dispuesta en el lado anterior de la lente, está configurado de tal modo que el grado de reflexión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior en el rango de longitud de onda entre 380 nm y 780 nm o en el rango de longitud de onda entre 400 nm y 700 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° sea menor del 5%.

40 Para garantizar que llegue luz peligrosa mediante reflexión en la superficie posterior de la lente al ojo del usuario de las gafas, el revestimiento puede estar configurado de tal modo que el grado de reflexión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior en el rango de longitud de onda entre 280 nm y 325 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea menor del 5%.

45 Debe quedar claro que con una lente según la invención de todos los tipos descritos anteriormente, el revestimiento puede estar incorporado en el lado de superficie anterior y/o en el lado de superficie posterior y/o en el material básico con el absorbente de UV. Por tanto, el revestimiento puede estar aplicado por ejemplo sólo en el lado anterior sobre el material básico con el absorbente de UV de la lente. El revestimiento puede estar aplicado por ejemplo también sólo en el lado posterior sobre el material básico con el absorbente de UV de la lente. Por ejemplo también un primer revestimiento parcial puede estar aplicado en el lado anterior sobre el material básico con el absorbente de UV de la lente y un segundo revestimiento parcial puede estar aplicado en el lado posterior sobre el material básico con el absorbente de UV de la lente.

50 El revestimiento, dado el caso también cada uno de los revestimientos parciales, puede presentar varias capas dieléctricas, distinguiéndose las respectivas capas adyacentes de manera regular por el grosor de capa y/o el índice de refracción predeterminado por regla general por el material. En el marco de la presente invención, se entenderá por capas en particular aquellas con un grosor mínimo de 1 nm. Materiales típicos para este tipo de revestimientos son óxidos de metal, fluoruros de metal, nitruros de metal, carbono diamante o combinaciones de los mismos. Posibles óxidos de metal son, por ejemplo, uno o varios compuestos del grupo de dióxido de cromo, óxido de aluminio, dióxido de titanio, óxido de indio y estaño (ITO), dióxido de circonio, dióxido de silicio o combinaciones de los mismos. Los grosores de capa típicos se sitúan en el intervalo entre unos pocos nanómetros y varios cientos de nanómetros.

65

Evidentemente la lente también puede comprender capas adicionales, en particular capas funcionales del tipo descrito en la introducción de la descripción. No obstante, por regla general, éstas no influyen o sólo influyen en una medida reducida, en el comportamiento de transmisión o reflexión del revestimiento, decisivo en el marco de la presente invención en conjunto.

Los inventores proporcionan además un procedimiento implementado por ordenador para calcular una lente con una superficie anterior en el lado del objeto y una superficie posterior en el lado del ojo que comprende un material básico con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior según la primera variante (i) de la idea inventiva. Este procedimiento implementado por ordenador se caracteriza por las etapas de:

a) Proporcionar datos que representan el material básico. Estos datos proporcionados en la etapa a) pueden comprender por ejemplo la parte real $n(\lambda)$ y dado el caso la parte imaginaria $k(\lambda)$ del índice de refracción complejo que puede asociarse al material básico.

b) Proporcionar datos que representan el absorbente de UV. Estos datos proporcionados en la etapa b) pueden comprender por ejemplo la parte real $n(\lambda)$ y dado el caso la parte imaginaria $k(\lambda)$ del índice de refracción complejo que puede asociarse al absorbente de UV.

c) Proporcionar datos que representan la geometría de la superficie anterior de la lente. Estos datos proporcionados en la etapa c) pueden comprender por ejemplo la curvatura de la superficie anterior, que dado el caso también puede ponerse a cero. Opcionalmente también puede tenerse en cuenta el revestimiento (parcial de superficie anterior), es decir, entre otros también una sucesión de una pluralidad de capas diferentes, de la superficie anterior de la lente.

d) Proporcionar datos que representan la geometría de la superficie posterior de la lente. Estos datos proporcionados en la etapa d) pueden comprender por ejemplo la curvatura de la superficie posterior, que dado el caso también puede ponerse a cero. Opcionalmente también puede tenerse en cuenta el revestimiento (parcial de superficie posterior), es decir, entre otros también una sucesión de una pluralidad de capas diferentes, de la superficie posterior de la lente.

e) Proporcionar datos que representan una fracción de masa del absorbente de UV en el material básico.

f) Calcular el grado de transmisión para luz que incide con diferentes ángulos de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior con diferentes longitudes de onda basándose en los datos proporcionados en las etapas a) a e) con la variación de los datos proporcionados en las etapas b) y/o e) hasta que se identifica un absorbente de UV adecuado y/o hasta que los datos que representan la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico son de tal modo que la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión del 2% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° se sitúe entre 325 nm y 360 nm y el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior con una longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° ascienda a entre el 25% y el 80%.

g) Suministrar los datos que representan el absorbente de UV y los datos que representan la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico para los cuales se cumplen las condiciones definidas en la etapa f) para el grado de transmisión.

Para la realización del procedimiento descrito anteriormente se ha configurado el dispositivo descrito a continuación. Este dispositivo configurado para calcular una lente con una superficie anterior en el lado del objeto y una superficie posterior en el lado del ojo que comprende un material básico con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior se caracteriza por los siguientes componentes:

a) medios para proporcionar datos que representan el material básico (por ejemplo la parte real $n(\lambda)$ que puede asociarse al material básico y dado el caso la parte imaginaria $k(\lambda)$ del índice de refracción complejo que puede asociarse al material básico)

b) medios para proporcionar datos que representan el absorbente de UV (por ejemplo la parte imaginaria $k(\lambda)$ del índice de refracción complejo que puede asociarse al absorbente de UV y dado el caso la parte real $n(\lambda)$ del índice de refracción complejo que puede asociarse al absorbente de UV)

c) medios para proporcionar datos que representan la geometría de la superficie anterior de la lente (por ejemplo la curvatura de la superficie, que dado el caso también puede ponerse a cero; opcionalmente también puede tenerse en

cuenta el revestimiento, es decir, entre otros también una pila de una pluralidad de capas diferentes, de la superficie anterior de la lente)

5 d) medios para proporcionar datos que representan la geometría de la superficie posterior de la lente (por ejemplo la curvatura de la superficie, que dado el caso también puede ponerse a cero; opcionalmente también puede tenerse en cuenta el revestimiento, es decir, entre otros también una pila de una pluralidad de capas diferentes, de la superficie posterior de la lente)

10 e) medios para proporcionar datos que representan una fracción de masa del absorbente de UV en el material básico

f) medios para calcular el grado de transmisión para luz que incide con diferentes ángulos de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior con diferentes longitudes de onda basándose en los datos proporcionados en las etapas a) a e) con la variación de los datos proporcionados en las etapas b) y/o e) hasta que se identifica un absorbente de UV adecuado y/o hasta que los datos que representan la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico son de tal modo que la longitud de onda límite superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión del 2% para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° se sitúe entre 325 nm y 360 nm y el grado de transmisión para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior con una longitud de onda de un rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° ascienda a entre el 25% y el 80%

25 g) medios para suministrar los datos que representan el absorbente de UV y los datos que representan la fracción de masa del absorbente de UV en el material básico para los cuales se cumplen las condiciones definidas en la etapa f) para el grado de transmisión.

30 Los inventores proporcionan además un procedimiento implementado por ordenador para calcular una lente configurada como lente de corrección clara con una superficie anterior en el lado del objeto y una superficie posterior en el lado del ojo que comprende un material básico con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior según la segunda variante (ii) de la idea inventiva. Este procedimiento implementado por ordenador se caracteriza por las etapas de:

35 a) proporcionar datos que representan el material básico con el absorbente de UV (por ejemplo la parte real $n(\lambda)$ y dado el caso la parte imaginaria $k(\lambda)$ del índice de refracción complejo que puede asociarse al material básico con el absorbente de UV)

40 b) proporcionar datos que representan la geometría de la superficie anterior y/o la geometría de la superficie posterior de la lente (por ejemplo la curvatura de la respectiva superficie, que dado el caso también puede ponerse a cero)

c) proporcionar datos que representan un revestimiento con una o varias capas (por ejemplo grosores e índices de refracción)

45 d) calcular el grado de reflexión para luz que incide con diferentes ángulos de incidencia sobre la superficie posterior de la lente con una longitud de onda diferente con una variación de los datos proporcionados en la etapa c) hasta que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 360 nm, definida por un grado de reflexión del 5% para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúe por debajo del 5% y el grado de reflexión, para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, con una longitud de onda en un rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 8%,

50 e) suministrar los datos que representan el revestimiento para los cuales se cumplen las condiciones definidas en la etapa d) para el grado de reflexión.

55 El objetivo planteado al principio se alcanza en su totalidad mediante el procedimiento implementado por ordenador indicado en la reivindicación 12 y descrito anteriormente, para el cálculo de una lente según la segunda variante (ii) de la idea en la que se basa la invención.

60 Para la realización del procedimiento implementado por ordenador descrito anteriormente se configura el dispositivo (informático) según la invención, descrito a continuación. El dispositivo según la invención para calcular una lente con una superficie anterior en el lado del objeto y una superficie posterior en el lado del ojo que comprende un material básico con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente y que sale de la superficie posterior se caracteriza por los componentes correspondientes a las etapas de procedimiento mencionadas anteriormente, concretamente

65

a) medios para proporcionar datos que representan el material básico con el absorbente de UV

b) medios para proporcionar datos que representan la geometría de la superficie anterior y/o la geometría de la superficie posterior de la lente

5

c) medios para proporcionar datos que representan un revestimiento con una o varias capas

d) medios para calcular el grado de reflexión para luz que incide con diferentes ángulos de incidencia sobre la superficie posterior de la lente con una longitud de onda diferente con una variación de los datos proporcionados en la etapa c) hasta que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 360 nm, definida por un grado de reflexión del 5% para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúe por debajo del 5% y el grado de reflexión, para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, con una longitud de onda en un rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 8%,

10

15

e) medios para suministrar los datos que representan el revestimiento para los cuales se cumplen las condiciones definidas en la etapa d) para el grado de reflexión.

20

El objetivo planteado al principio se alcanza en su totalidad mediante el dispositivo implementado por ordenador descrito anteriormente, para el cálculo de una lente según la segunda variante (ii) de la idea en la que se basa la invención.

25

En una configuración particular del procedimiento descrito anteriormente y del dispositivo descrito anteriormente para el cálculo de una lente según la segunda variante (ii) está previsto que el revestimiento comprenda varias capas dieléctricas y que los datos que representan el revestimiento comprendan los índices de refracción y los grosores de las capas dieléctricas. En particular, en la etapa de procedimiento d) puede modificarse el número de las capas dieléctricas y/o el tipo de las capas dieléctricas y/o el orden de las capas dieléctricas y/o los grosores de capa de las capas dieléctricas hasta que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 360 nm, definida por un grado de reflexión del 5% para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúe por debajo del 5% y el grado de reflexión, para luz que incide con un ángulo de incidencia sobre la superficie posterior, con una longitud de onda en un rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° sea mayor del 8%. Entonces en la etapa e), de manera correspondiente, se suministran el número de las capas dieléctricas y/o el tipo de las capas dieléctricas y/o el orden de las capas dieléctricas y/o los grosores de las capas dieléctricas.

30

35

De manera correspondiente los medios mencionados bajo los componentes d) y e) del dispositivo según la invención correspondiente pueden estar configurados para la realización de las etapas de procedimiento indicadas anteriormente.

40

Un procedimiento según la invención para producir una lente utiliza los datos suministrados en la etapa e) según el procedimiento de cálculo implementado por ordenador descrito en último lugar según la variante (ii). Según la invención también un programa informático con código de programa puede estar configurado para la realización de todas las etapas de procedimiento según el procedimiento de cálculo implementado por ordenador descrito anteriormente según la variante (ii), cuando el programa informático se carga en un ordenador y/o se ejecuta en un ordenador.

45

En un medio de almacenamiento no volátil el código de programa del programa informático puede estar configurado para la realización de todas las etapas de procedimiento según el procedimiento de cálculo implementado por ordenador descrito anteriormente según la variante (ii), cuando el programa informático se carga en un ordenador y/o se ejecuta en un ordenador.

50

A continuación se describirá la invención en más detalle mediante el dibujo. Muestran:

55

la figura 1, la transmisión y reflexión de un rayo de luz que incide sobre la superficie anterior de una lente de un material básico con absorbente de UV

la figura 2, espectros de transmisión en el rango alrededor de 380 nm basándose en lentes de diferentes materiales básicos con/sin absorbente de UV con un efecto dióptrico de -2 dpt

60

la figura 3, curvas de transmisión simuladas de lentes de diferentes materiales básicos con diferentes absorbentes de UV

65

la figura 4, curvas de reflexión simuladas de una lente a base de un material básico con absorbente de UV con revestimiento de superficie posterior con diferentes ángulos de incidencia de luz sobre la superficie posterior

la figura 5, curvas de transmisión simuladas de lentes con los mismos materiales básicos y absorbentes de UV, pero diferente revestimiento de superficie anterior y posterior

5 la figura 6, una lente de un material básico con absorbente de UV así como revestimiento de superficie anterior y posterior

la figura 7, curvas de reflexión simuladas de una lente a base de un material básico con absorbente de UV con revestimiento de superficie posterior con diferentes ángulos de incidencia de luz sobre la superficie posterior

10 La invención descrita en el presente documento incluye, como ya se explicó anteriormente en detalle, dos posibilidades independientes, pero que pueden combinarse entre sí, de permitir la entrada de más luz con una longitud de onda de alrededor de 380 nm en el ojo, en concreto (i) Modificación del absorbente de UV en el material básico o de sustrato de la lente con respecto a las lentes convencionales y (ii) Optimización en particular del revestimiento antirreflectante posterior especialmente en el intervalo angular de 30° a 45°.

15 Con respecto a (i) Modificación del absorbente de UV en el material de sustrato

20 La figura 1 muestra una lente 1 de un material básico 2 con una determinada fracción de masa de un absorbente de UV 3, sobre cuya superficie anterior 4 incide un rayo de luz 5 con un ángulo α , se transmite a través de la lente 1 con una absorción parcial y vuelve a salir en su superficie posterior 6 como rayo de luz 5' con un ángulo de salida γ . Además se muestra que una parte del rayo de luz 5 se refleja en la superficie anterior 4 y en la superficie posterior 6 con los ángulos α y β y se propagan como rayos de luz 5'' y 5''' en el lado del objeto. La existencia del absorbente de UV 3 se indica en la figura con puntos.

25 Se muestra que hay una longitud de onda límite $\lambda_{\text{límite de UV}}$, por debajo de la cual se absorbe la luz ultravioleta prácticamente en su totalidad por el material básico (con absorbente de UV) de la lente. Esta longitud de onda límite $\lambda_{\text{límite de UV}}$ se caracteriza por un grado de transmisión del 2% y se denomina longitud de onda de límite de UV o abreviado límite de UV. El ajuste del límite de UV se produce en los diferentes materiales de sustrato mediante la selección del absorbente de UV, que tiene que ser compatible con el material de sustrato y las condiciones de procesamiento, así como la optimización de su concentración. Puede influirse en ambos factores para controlar la absorción de la luz que incide sobre la superficie anterior de una lente de alrededor de 380 nm.

30 En la figura 2 se representa el estado actual con respecto a las propiedades de transmisión de lentes a base de diferentes materiales básicos con un efecto esférico de -2,0 dpt con una longitud de onda λ de alrededor de 380 nm. Se muestra el grado de transmisión $T(\lambda)$ de lentes a partir de los compuestos químicos que pueden obtenerse bajo los nombres comerciales de CR 39 (curva 10), policarbonato (curva 20), MR 8 (curva 30), MR 7 (curva 40) y MR 174 (curva 50) (véase también la tabla 1 más arriba). En la figura 2 se representa a modo de ejemplo la longitud de onda $\lambda_{\text{límite de UV,10}}$ del límite de UV de CR 39 (curva 10).

40 El objetivo es maximizar la transmisión con una longitud de onda de aproximadamente 380 nm (destacado en la figura 2 mediante una línea vertical 60), mientras que al mismo tiempo se implementa un límite de UV de 340 nm a 360 nm para mantener la mayor cantidad posible de radiación nociva lejos del ojo del usuario de las gafas. A este respecto llama la atención el polímero CR 39 de índice 1,50, porque ya en el estado actual presenta un límite de UV de 355 nm y así, para luz de alrededor de 380 nm presenta una transmisión significativa (entre el 40 y el 60% según el revestimiento). Todas las demás lentes mostradas en la figura 2 y a base de otros compuestos químicos como material básico tienen un límite de UV en longitudes de onda por encima de los 370 nm. La causa es que éstos ya incluyen un absorbente de UV optimizado con respecto a una degradación por UV reducida en una medida suficiente del material básico y/o una protección convencional del ojo frente a una radiación UV nociva por todo el rango espectral ultravioleta.

50 Para modificar el límite de UV en estas otras lentes de la manera según la invención descrita anteriormente pueden emplearse normalmente los siguientes absorbentes de UV:

2-(2'-hidroxi-5'-terc-octilfenil)benzotriazol. Este compuesto se comercializa bajo las siguientes marcas:

55 - BASF Tinuvin 329,

- Cytec Cyasorb UV5411,

60 - Viosorb 583 (Kyodo Chemical Co.)

- Seesorb 709 (Shipro Kasei Co.),

2-(2-hidroxi-5-terc-butil)benzotriazol. Este compuesto se comercializa bajo la siguiente marca:

65 - BASF Tinuvin PS

2-(2'-hidroxi-3'-terc-butil-5'-metilfenil)-5-clorobenzotriazol. Este compuesto se comercializa bajo la marca

- BASF Tinuvin 326.

5

(2-hidroxi-3-dodecil-5-metilfenil)benzotriazol. Este compuesto se comercializa bajo la marca

- BASF Tinuvin 571.

10 Al ajustar el absorbente de UV debe prestarse mucha atención al hecho de que de la radiación UV nociva llegue al ojo lo menos posible o incluso nada, mientras se optimiza la transmisión de las longitudes de onda útiles.

15 La figura 3 muestra espectros de transmisión teóricos simulados para sustratos MR 8 revestidos por ambos lados con un revestimiento antirreflectante con diferente contenido en absorbente de UV. La simulación se produjo mediante los procedimientos descritos en la parte descriptiva general y utilizando el software disponible en el mercado mencionado en la introducción de la descripción. La curva 100 muestra el grado de transmisión para una lente disponible actualmente en el mercado con un material básico mezclado con un absorbente de UV. La curva 200 muestra el grado de transmisión para una lente con un material básico sin absorbente de UV, que no obstante no está disponible en el mercado. La curva 300 muestra el grado de transmisión para una lente optimizada con respecto a la invención, en la que con respecto a la lente disponible en el mercado se ha añadido menos absorbente de UV al material básico. Por consiguiente puede conseguirse un desplazamiento del límite de UV hacia longitudes de onda menores mediante la reducción del contenido en absorbente de UV.

25 Entonces, además del ajuste del absorbente de UV también debería modificarse de manera complementaria el revestimiento antirreflectante existente habitualmente. Para ello, para el revestimiento anterior y posterior es necesario en cada caso un revestimiento antirreflectante que deje pasar relativamente mucha radiación con unas longitudes de onda de alrededor de 380 nm.

30 A continuación se esbozará a modo de ejemplo la síntesis de los sustratos descritos anteriormente.

a) Ejemplo de síntesis 1 con absorbente de UV estándar (curva 100 en la figura 3)

35 Se mezclaron 49,8 g de 2,5- y 2,6-bis-(isocianatometil)biciclo[2.2.1]-heptano, 0,05 g de un absorbente de UV (BASF SE, nombre del producto: Tinuvin 329), 0,06 g de dicloruro de dibutilestano y 0,11 g de ZELEC UN a 20°C y se disolvieron hasta formar una mezcla homogénea. A esta mezcla se añadieron 23,9 g de tetrakis-(3-mercaptopropionato) de pentaeritritol y 25,9 g de 4-mercaptometil-3,6-ditia-1,8-octanoditol y se volvió a mezclar hasta formar una mezcla homogénea. Se desgasificó esta mezcla durante una hora a < 500 Pa y a continuación se filtró mediante un filtro de 5 µm. A continuación se vertió la solución en un molde. La mezcla se calentó por un periodo de tiempo de 45 horas desde la temperatura ambiente hasta 130°C. A continuación se sacó el molde del horno, se abrió y se templó el producto semiacabado a 60°C durante una hora. Se obtiene una protección frente a UV según el criterio del 2% a partir de los 380 nm.

40

b) Ejemplo de síntesis 2 sin absorbente de UV estándar (curva 200 en la figura 3)

45 Se mezclaron 49,8 g de 2,5- y 2,6-bis-(isocianatometil)biciclo[2.2.1]-heptano, 0,06 g de dicloruro de dibutilestano y 0,11 g de ZELEC UN a 20°C y se disolvieron hasta formar una mezcla homogénea. A esta mezcla se añadieron 23,9 g de tetrakis-(3-mercaptopropionato) de pentaeritritol y 25,9 g de 4-mercaptometil-3,6-ditia-1,8-octanoditol y se volvió a mezclar hasta formar una mezcla homogénea. Se desgasificó esta mezcla durante una hora a < 500 Pa y a continuación se filtró mediante un filtro de 5 µm. A continuación se vertió la solución en un molde. La mezcla se calentó por un periodo de tiempo de 45 horas desde la temperatura ambiente hasta 130°C. A continuación se sacó el molde del horno, se abrió y se templó el producto semiacabado a 60°C durante una hora. Se obtiene una protección frente a UV (criterio del 2%) a partir de los 330 nm.

50

c) Ejemplo de síntesis 3 con poco absorbente de UV estándar (curva 300 en la figura 3)

55 Se mezclaron 49,8 g de 2,5- y 2,6-bis-(isocianatometil)biciclo[2.2.1]-heptano, 0,03 g de un absorbente de UV (BASF SE, nombre del producto: Tinuvin 329), 0,06 g de dicloruro de dibutilestano y 0,11 g de ZELEC UN a 20°C y se disolvieron hasta formar una mezcla homogénea. A esta mezcla se añadieron 23,9 g de tetrakis-(3-mercaptopropionato) de pentaeritritol y 25,9 g de 4-mercaptometil-3,6-ditia-1,8-octanoditol y se volvió a mezclar hasta formar una mezcla homogénea. Se desgasificó esta mezcla durante una hora a < 500 Pa y a continuación se filtró mediante un filtro de 5 µm. A continuación se vertió la solución en un molde. La mezcla se calentó por un periodo de tiempo de 45 horas desde la temperatura ambiente hasta 130°C. A continuación se sacó el molde del horno, se abrió y se templó el producto semiacabado a 60°C durante una hora. Se obtiene una protección frente a UV (criterio del 2%) a partir de los 340 nm.

60

65

La modificación complementaria del revestimiento antirreflectante para obtener la curva de transmisión 300 se produce porque el revestimiento anterior y posterior requiere en cada caso una eliminación de reflejos, que permite el paso de relativamente mucha radiación con las longitudes de onda de alrededor de 380 nm. En el caso ideal, el revestimiento puede seleccionarse de tal modo que en el rango alrededor de 315 nm, especialmente en el lado posterior, se refleje poca radiación. En particular el revestimiento por ambos lados puede implementarse con la secuencia de capas comentada a continuación en relación con la optimización del revestimiento antirreflectante posterior, mostrada en la tabla 2.

Con respecto a (ii) Optimización en particular del revestimiento antirreflectante posterior especialmente en el intervalo angular entre 30° y 45°

Criterios centrales de la variante (ii) son, por un lado, el aumento de la reflexión con longitudes de onda de alrededor de 380 nm y, por otro lado, proporcionar una protección simultánea mediante una reflexión reducida de radiación UV perjudicial alrededor de 310 nm.

La luz que incide desde atrás sobre el lado posterior de la lente puede llegar sobre todo al ojo del usuario de las gafas sólo cuando incide con un ángulo de incidencia en el intervalo angular entre 30° y 45° sobre la superficie posterior. Para ello, en particular, se remite a las realizaciones en el documento US 8.870.374 B2 y la descripción en la URL <http://www.essilor.de/brillenglaser/veredelungen/Seiten/CrizalUV.aspx>.

a) Primer ejemplo de realización para un revestimiento antirreflectante

Utilizando el software de la empresa OptiLayer mencionado en la introducción de la descripción y aplicando el procedimiento presentado en la parte descriptiva general se determinó la secuencia de capas indicada en la tabla 2 a continuación para un revestimiento antirreflectante:

Tabla 2: Revestimiento antirreflectante según el primer ejemplo de realización

Capa	Grosor (nm)
Material básico con absorbente de UV	
Capa dura	3000,0
ZrO ₂	18,3
SiO ₂	30,1
ZrO ₂	81,1
TiO ₂	12,2
ZrO ₂	40,8
ITO	3,0
TiO ₂	5,0
SiO ₂	88,1

En la figura 3 se muestran los espectros de transmisión para las tres lentes descritas anteriormente en el capítulo “Con respecto a (i) Modificación del absorbente de UV en el material de sustrato” con material básico MR 8 uniforme y diferentes fracciones de masa de un absorbente de UV utilizando un revestimiento por ambos lados según la tabla 2. El grado de reflexión para diferentes ángulos de incidencia en el lado posterior de las lentes es en su mayor parte independiente del contenido en absorbente de UV en el material básico y en la figura 4 se representa para los ángulos de incidencia 0° (curva 310) y 35° (curva 320). Las curvas de reflexión 310 y 320 corresponden a la curva de transmisión 300 de la lente con un contenido medio en absorbente de UV. La figura 4 muestra además, para demostrar la diferencia entre radiación UV “útil” y “perjudicial” la función de evaluación $W(\lambda)$ según la norma DIN EN ISO 13666:2013-10.

La reflexión para el presente ejemplo de aplicación se sitúa para longitudes de onda UV útiles entre 355 nm y 390 nm en sólo del 1 al 6%. De este modo se garantiza que la transmitancia UV en este intervalo no se vea afectada por el revestimiento. La curva de puntos indica las longitudes de onda que son especialmente nocivas ($\lambda < 325$ nm). Estas se absorben mediante el absorbente de UV con un límite en aproximadamente 355 nm además en el sustrato.

a) Segundo ejemplo de realización para un revestimiento antirreflectante

Utilizando el software de la empresa OptiLayer mencionado en la introducción de la descripción y aplicando el procedimiento presentado en la parte descriptiva general se determinó la secuencia de capas indicada en la tabla 3 a continuación para un revestimiento antirreflectante:

Tabla 3: Revestimiento antirreflectante según el segundo ejemplo de realización

Capa	Grosor (nm)
Material básico con absorbente de UV	

Capa dura	3000,0
ZrO ₂	6,0
SiO ₂	218,2
TiO ₂	25,9
SiO ₂	16,4
TiO ₂	66,1
SiO ₂	20,6
ITO	3,0
TiO ₂	5,4
SiO ₂	71,7

5 En la figura 5 se muestran el espectro de transmisión para una lente con un material básico MR 8 y absorbente de UV de la composición indicada en el párrafo a) del capítulo “Con respecto a (i) Modificación del absorbente de UV en el material de sustrato” y un revestimiento por ambos lados con la secuencia de capas indicada en la tabla 3 como curva 350. A modo de comparación en la figura 5 también se ilustra la curva 300 mostrada en la figura 3. La figura 6 muestra a modo de aclaración la lente 1 del material básico 2 mezclado con el absorbente de UV y el revestimiento compuesto por los dos revestimientos parciales 7a y 7b dispuestos en el lado anterior y en el lado posterior. Cada uno de los revestimientos parciales 7a, 7b presenta, a partir del material básico (=sustrato), la secuencia de capas indicada en la tabla 3.

10 El grado de reflexión para diferentes ángulos de incidencia en el lado posterior de las lentes es, en su mayor parte, independiente del contenido en absorbente de UV en el material básico y en la figura 7 se representa para los ángulos de incidencia 0° (curva 360) y 35° (curva 370). La figura 7 muestra además, para demostrar la diferencia entre radiación UV “útil” y “peligrosa” la función de evaluación $W(\lambda)$ según la norma DIN EN ISO 13666:2013-10.

15 Para permitir la reflexión útil, la reflexión con un ángulo oblicuo de 35° en el presente ejemplo de aplicación para longitudes de onda de UV entre 355 nm y 390 nm se sitúa por encima del 20% (posiblemente puede aumentarse adicionalmente con otros ejemplos). Con un sustrato sin transmitancia UV, de este modo al menos una determinada fracción de luz UV útil puede llegar al ojo. La curva de puntos $W(\lambda)$ indica las longitudes de onda especialmente nocivas. Su reflexión debe suprimirse además de una manera especialmente eficaz. La reflexión se sitúa en este intervalo crítico en del 0 al 2%.

25 El ejemplo de aplicación descrito en este caso como revestimiento antirreflectante posterior para la variante 2 tiene la ventaja de que la protección UV del material de sustrato no se ve afectada porque el absorbente de UV se sigue añadiendo sin cambios.

Se indica que en la variante 2 mediante el revestimiento de lado anterior independiente del lado posterior pueden alcanzarse efectos adicionales (es decir, espejos IR).

REIVINDICACIONES

1. Lente (1) con una superficie anterior en el lado del objeto (4) y una superficie posterior en el lado del ojo (6) que comprende un material básico (2) con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV (3) que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6), caracterizada por que

- la lente es una lente de corrección clara;

- el material básico (2) no comprende poli(carbonato de alilidiglicol), por que la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión (T) del 2% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 360 nm y por que el grado de transmisión (T) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6), con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° asciende a entre el 25% y el 80%; y por que la lente (1) comprende un revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4) en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm y en el rango de longitud de onda entre 400 y 700 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° es menor del 5%;

y/o por que

- la lente (1) comprende un revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6), configurado de tal modo que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 350 nm, definida por un grado de reflexión del 5%, para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúa por debajo del 5% y por que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es mayor del 8%.

2. Lente (1) con una superficie anterior en el lado del objeto (4) y una superficie posterior en el lado del ojo (6) que comprende un material básico (2) con un índice de refracción de más de 1,50, en particular con un índice de refracción de más de 1,52, más en particular con un índice de refracción de más de 1,55, preferiblemente con un índice de refracción de más de 1,6; y con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV (3) que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6), caracterizada por que

- la lente es una lente de corrección clara;

- la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión (T) del 2% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior, que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 360 nm y por que el grado de transmisión (T) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6), con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° asciende a entre el 25% y el 80%; y por que la lente (1) comprende un revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4) en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm y en el rango de longitud de onda entre 400 y 700 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° es menor del 5%;

y/o por que

- la lente (1) comprende un revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6), configurado de tal modo que el grado de reflexión en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 350 nm, definida por un grado de reflexión del 5%, para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° se sitúa por debajo del 5% y por que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es mayor del 8%.

3. Lente (1) según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que

- 5 - la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión (T) del 2% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 350 nm o entre 340 nm y 360 nm o entre 340 nm y 350 nm y/o por que
- 10 - la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que el grado de transmisión (T) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6), con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° asciende a entre el 25% y el 80% y para todas las longitudes de onda en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° es mayor del 5% y/o por que
- 15 - el revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) está configurado de tal modo que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de eliminación de reflejos, definida por un grado de reflexión (R) del 5% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6), para luz (5) ultravioleta para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° se sitúa entre 325 nm y 350 nm o entre 325 nm y 340 nm y/o por que
- 20 - el revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) está configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es mayor del 8% y para todas las longitudes de onda en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es mayor del 6%.
- 25 4. Lente (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión (T) del 2% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 360 nm o entre 325 nm y 350 nm o entre 325 nm y 340 nm y por que el grado de transmisión (T) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 0° y 15° asciende a entre el 25% y el 80%.
- 30 5. Lente (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el revestimiento (7a, 7b) está configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para una luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4) para cada longitud de onda entre 380 nm y 780 nm o entre 400 nm y 700 nm y para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° es menor del 5%.
- 35 6. Lente (1) según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizada por que la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión (T) del 2% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 350 nm y por que el revestimiento (7a, 7b) para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) produce un efecto reflectante configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) en un rango de longitud de onda entre 280 nm y 335 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es mayor del 2%.
- 40 7. Lente (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que la fracción de masa del absorbente de UV (3) en el material básico (2) es tan grande que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de filtro de bloqueo, definida por un grado de transmisión (T) del 2% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° se sitúa entre 325 nm y 350 nm y por que el grado de transmisión (T) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6) con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° es menor del 50% y por que la lente comprende un revestimiento (7a, 7b) que produce un efecto de eliminación de reflejos para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6), configurado de tal modo que la longitud de onda límite ($\lambda_{\text{límite de UV}}$) superior del efecto de eliminación de reflejos, definida por un grado de reflexión del 5% para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6), para luz (5) ultravioleta para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° se sitúa entre 325 nm y 350 nm y por que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior con una longitud de onda de 380 nm para cada ángulo de incidencia entre 30° y 45° es mayor del 8%.
- 50
- 55
- 60

- 5 8. Lente (1) según la reivindicación 7, caracterizada por que el revestimiento (7a, 7b) está configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) para cada longitud de onda en el rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es mayor del 5%.
- 10 9. Lente (1) según una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizada por que el revestimiento (7a, 7b) está configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4) en el rango de longitud de onda entre 380 nm y 780 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 0° y 15° es menor del 5%.
- 15 10. Lente (1) según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizada por que el revestimiento (7a, 7b) está configurado de tal modo que el grado de reflexión (R) para luz que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) en el rango de longitud de onda entre 280 nm y 325 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° es menor del 5%.
- 20 11. Lente (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el revestimiento (7a, 7b) está incorporado en el lado de superficie anterior y/o en el lado de superficie posterior y/o en el material básico (2) con el absorbente de UV (3).
- 25 12. Procedimiento implementado por ordenador para calcular una lente (1) configurada como lente de corrección clara con una superficie anterior en el lado del objeto (4) y una superficie posterior en el lado del ojo (6) que comprende un material básico (2) con una fracción de masa diferente de cero de un absorbente de UV (3) que produce un efecto de filtro de bloqueo para luz (5) ultravioleta que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie anterior (4), que se transmite a través de la lente (1) y que sale de la superficie posterior (6), caracterizado por las etapas de:
- 30 a) proporcionar datos que representan el material básico (2) con el absorbente de UV (3)
- b) proporcionar datos que representan la geometría de la superficie anterior (4) y/o la geometría de la superficie posterior (6) de la lente (1)
- 35 c) proporcionar datos que representan un revestimiento (7a, 7b) con una o varias capas
- d) calcular el grado de reflexión (R) para luz (5) que incide con diferentes ángulos de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6) de la lente (1) con una longitud de onda diferente con una variación de los datos proporcionados en la etapa c) hasta que el grado de reflexión (R) en un rango de longitud de onda entre 280 nm y una longitud de onda límite situada entre 325 nm y 350 nm, definida por un grado de reflexión (R) del 5% para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° se sitúe por debajo del 5% y el grado de reflexión (R), para luz (5) que incide con un ángulo de incidencia (α) sobre la superficie posterior (6), con una longitud de onda en un rango de longitud de onda entre 355 nm y 390 nm para cada ángulo de incidencia (α) entre 30° y 45° sea mayor del 8%,
- 40 e) suministrar los datos que representan el revestimiento (7a, 7b) para los cuales se cumplen las condiciones definidas en la etapa d) para el grado de reflexión (R).
- 45 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que el revestimiento (7a, 7b) comprende varias capas dieléctricas y por que los datos que representan el revestimiento (7a, 7b) comprenden los índices de refracción y los grosores de las capas dieléctricas.
- 50 14. Procedimiento para producir una lente (1) basado en los datos suministrados en la etapa e) según la reivindicación 12 o 13.
- 55 15. Programa informático con código de programa para la realización de todas las etapas de procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 14, cuando el programa informático se carga en un ordenador y/o se ejecuta en un ordenador.

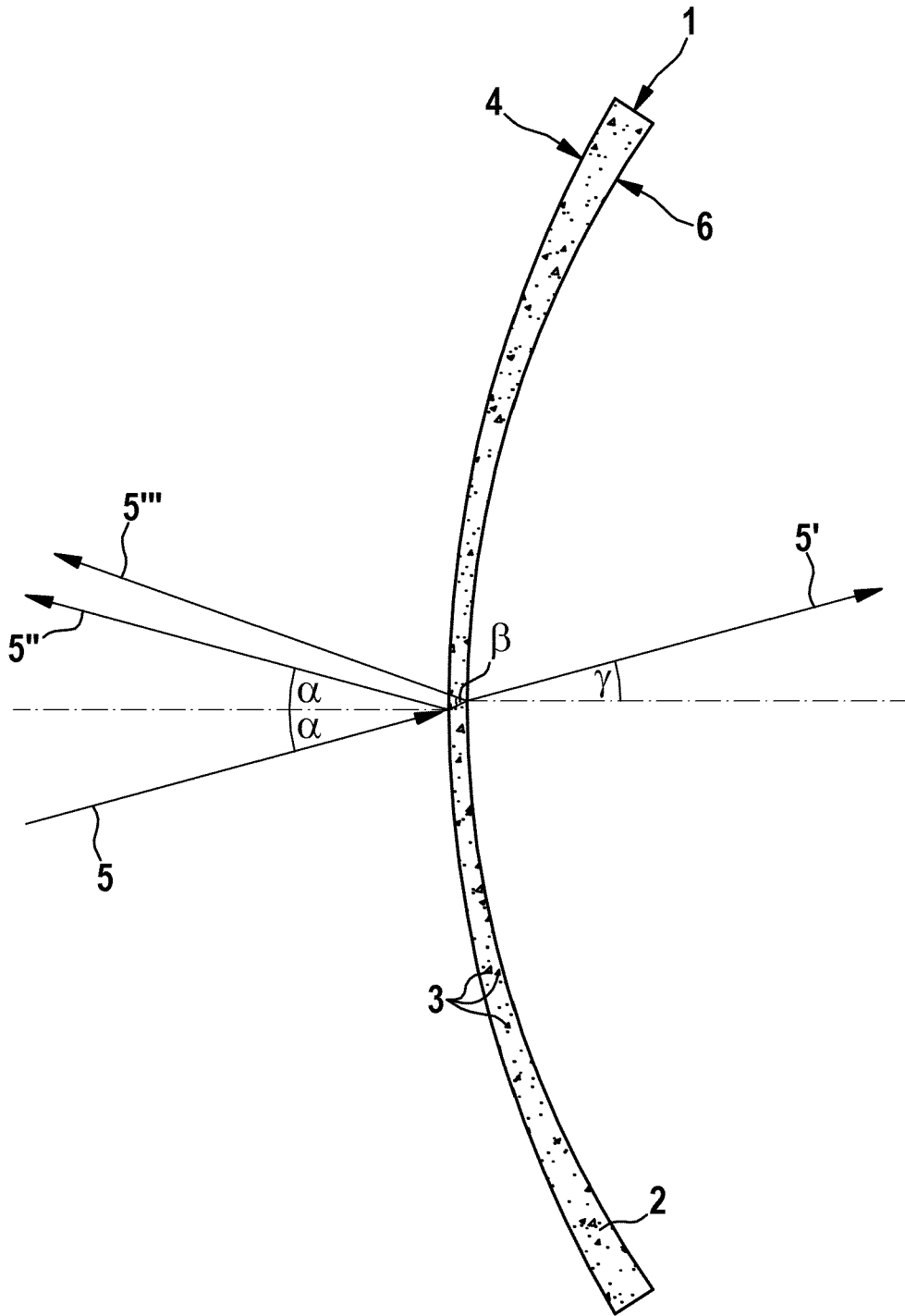


Fig. 1

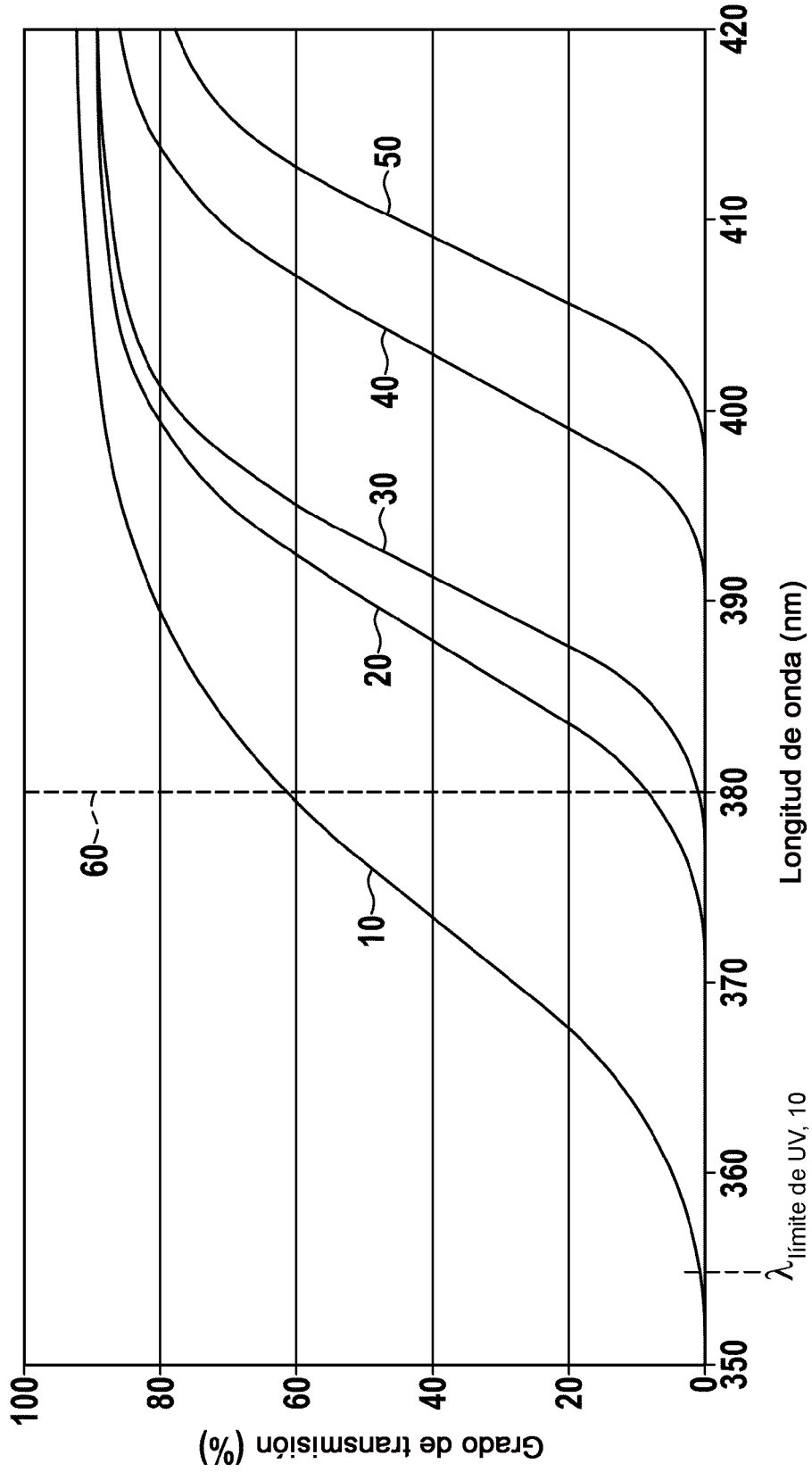


Fig. 2

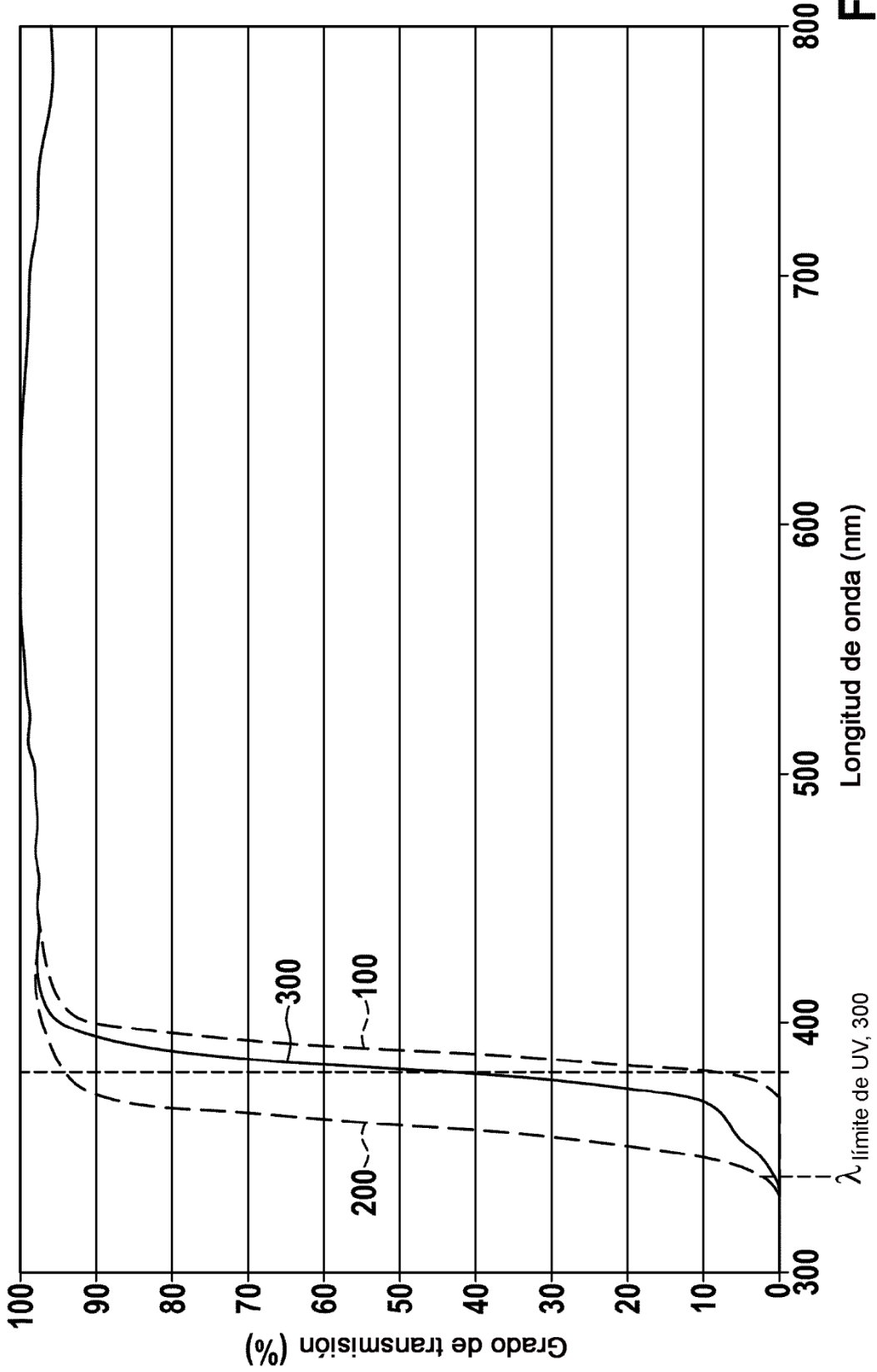


Fig. 3

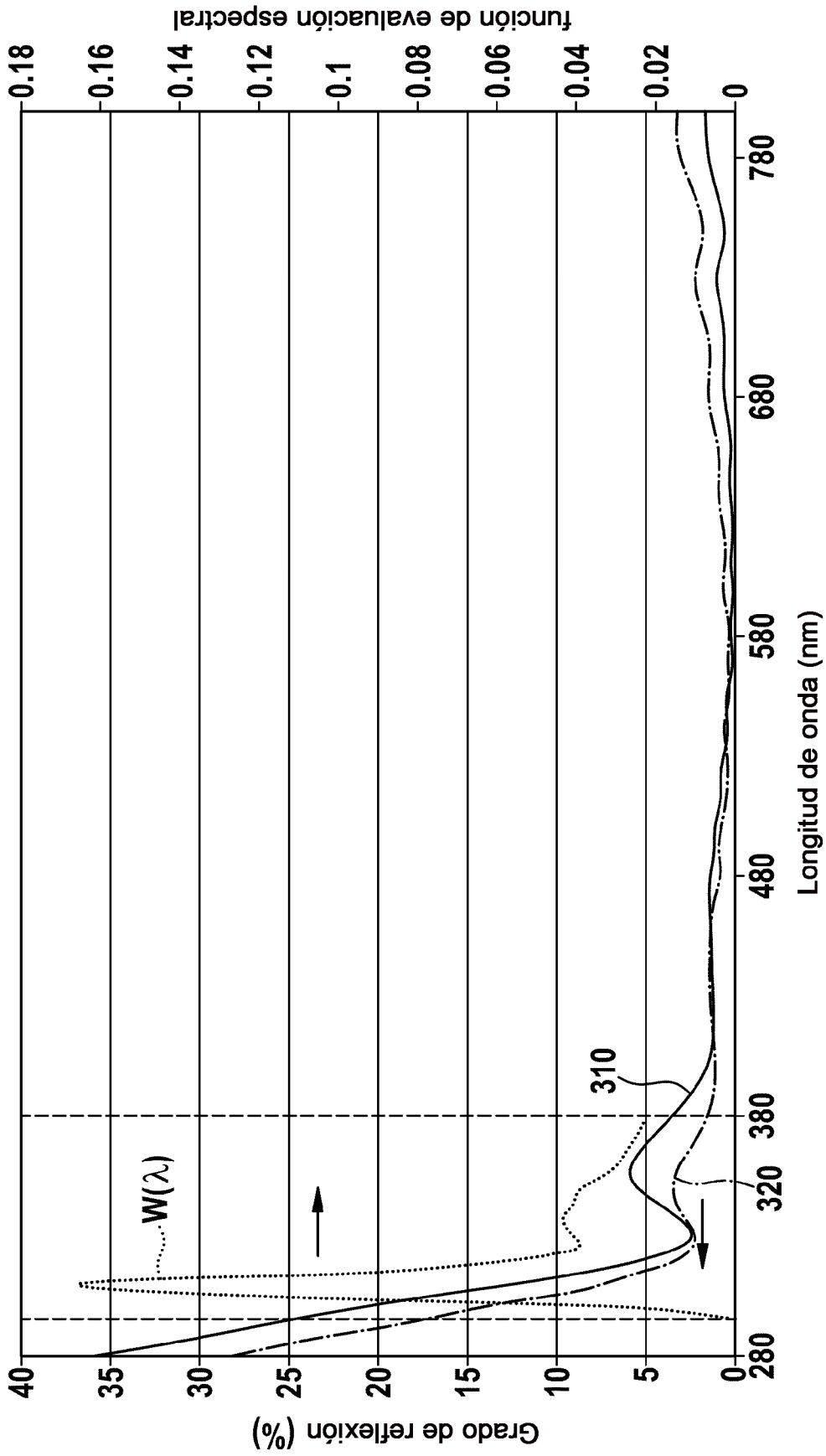


Fig. 4

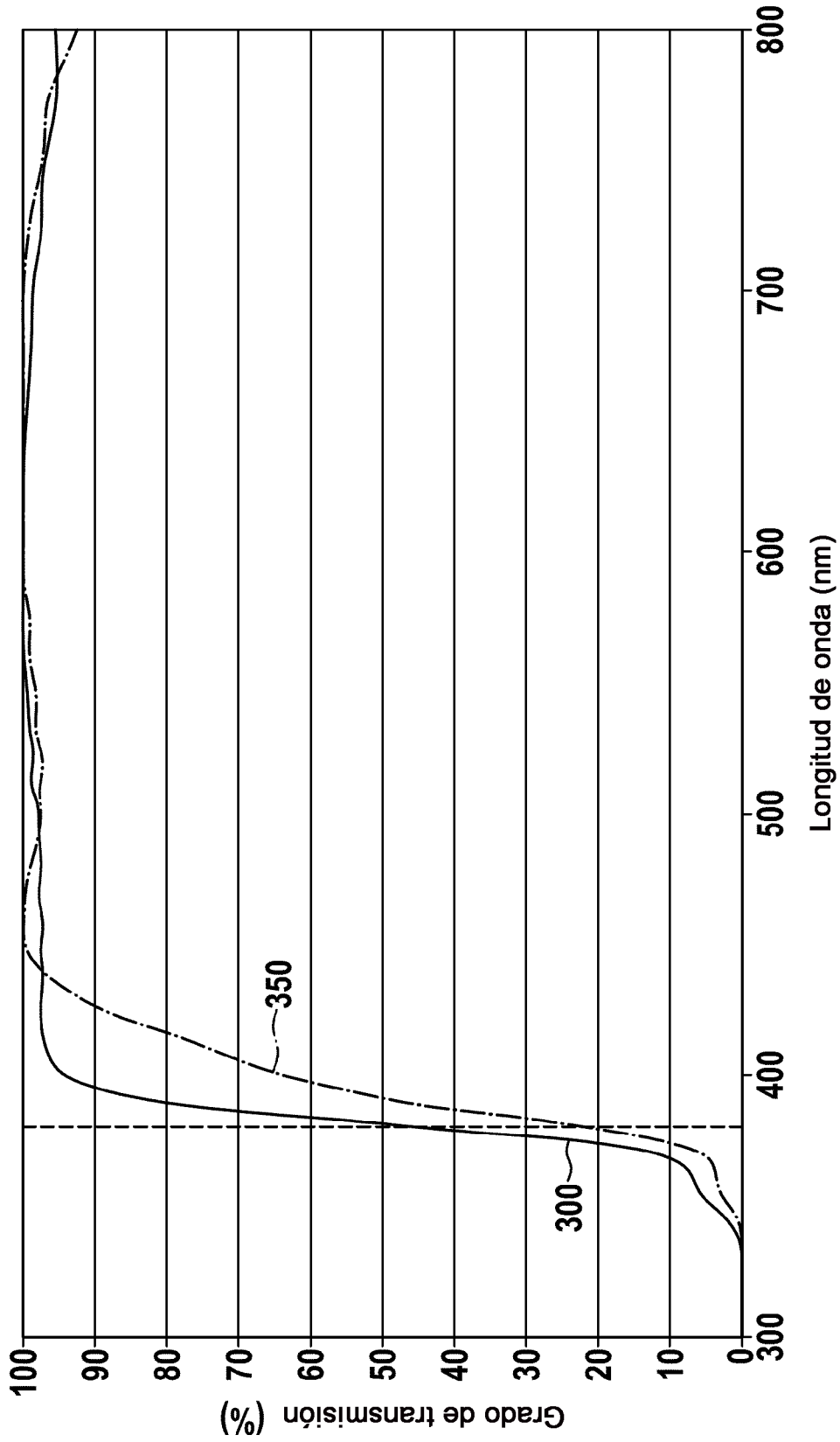


Fig. 5

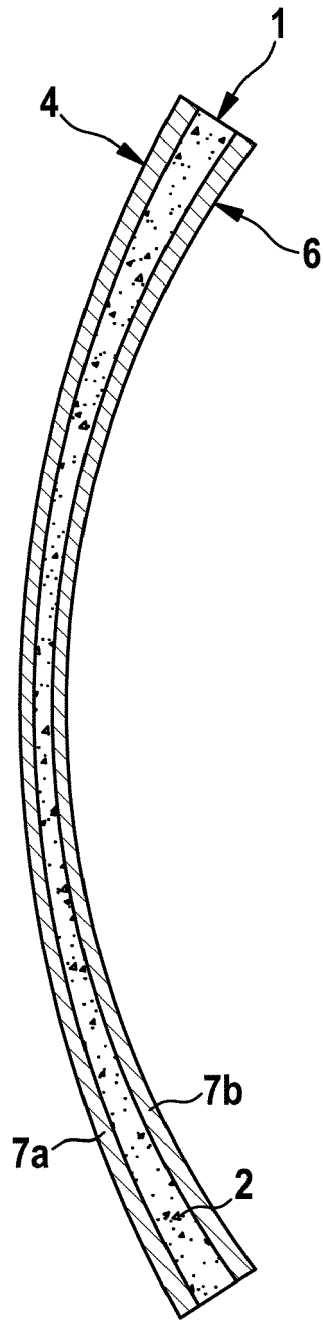


Fig. 6

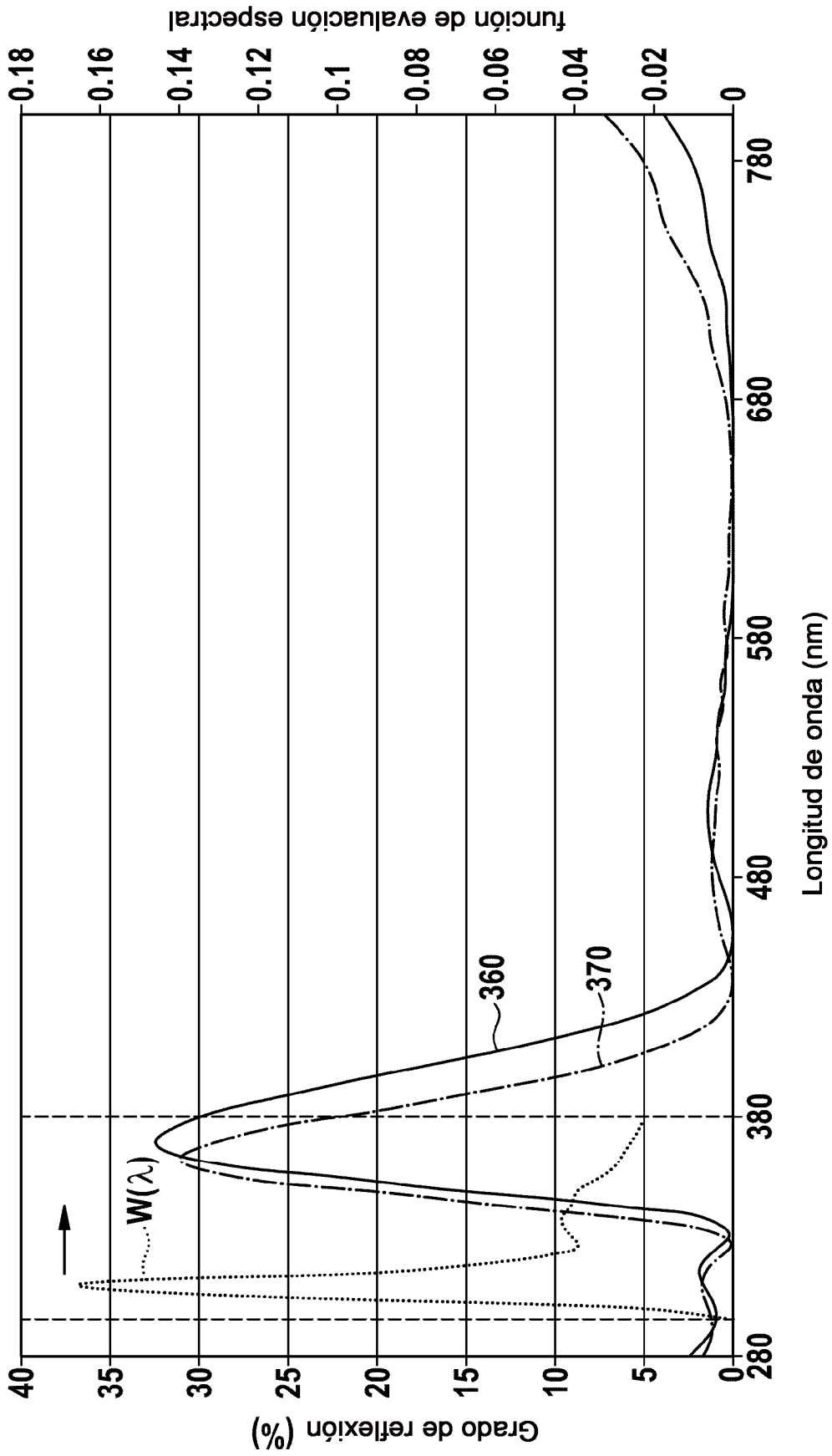


Fig. 7