

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 828**

51 Int. Cl.:

G02B 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2017 E 17306731 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020 EP 3495853**

54 Título: **Composición para la fabricación de una lente oftálmica que comprende un aditivo absorbedor de luz encapsulado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2021

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (100.0%)
147, rue de Paris
94220 Charenton-le-Pont, FR**

72 Inventor/es:

**FROMENTIN, PIERRE y
LERTWATTANASERI, TIPPARAT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 819 828 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

Composición para la fabricación de una lente oftálmica que comprende un aditivo absorbedor de luz encapsulado

5 **CAMPO TÉCNICO**

La presente invención se refiere a una lente oftálmica que absorbe eficientemente rayos de luz, en particular en el rango azul-violeta del espectro visible, que comprende una composición derivada de un monómero u oligómero, un catalizador, un absorbente de UV y al menos un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas, que están dispersadas en dicho monómero u oligómero.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La luz que alcanza y entra en el ojo humano se divide en luz visible, que comprende longitudes de onda de desde aproximadamente 380 hasta 780 nm, y luz no visible, que incluye luz en el rango ultravioleta (luz UV-A y UV-B de desde aproximadamente 280 hasta 380 nm) y el rango infrarrojo (luz IR cercana de desde aproximadamente 780 hasta 1400 nm).

Se sabe que la luz UV es dañina para el ojo humano. En particular, puede acelerar el envejecimiento ocular, que puede conducir a una catarata temprana o a trastornos más extremos tales como fotoqueratitis o "ceguera de la nieve".

La luz azul, también conocida como luz visible de alta energía (HEV), corresponde a la luz visible en la banda azul-violeta entre 380 y 500 nm. La exposición prolongada a la luz azul emitida desde dispositivos digitales tales como televisión, ordenadores portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes e iluminación fluorescente y LED es dañina, ya que la luz azul puede alcanzar la retina. Se ha mostrado que algunos rangos específicos de la luz azul provocan fotorretinitis; fatiga visual digital o síndrome visual informático, que incluye visión borrosa, dificultad para enfocar, ojos secos e irritados, cefaleas, dolor de cuello y espalda; alteración del ritmo circadiano; producción de melanina disminuida; degeneración macular relacionada con la edad; glaucoma; enfermedades degenerativas de la retina; cáncer de mama y de próstata; diabetes; cardiopatía; obesidad y depresión. Se cree que la luz azul en el rango de desde aproximadamente 420 hasta 450 nm es especialmente dañina.

Los daños de la luz UV y la luz azul pueden impedirse incorporando aditivos absorbedores de luz en lentes oftálmicas.

Sin embargo, durante la polimerización, la interacción entre radicales y el aditivo absorbedor de luz conduce a menudo a un fallo de color amarillo o una degradación del aditivo absorbedor de luz. Este efecto es particularmente evidente cuando se usan altas concentraciones de catalizadores para iniciar la polimerización, especialmente con monómeros que tienen una reactividad débil tal como monómeros de alilo.

El amarilleamiento de la lente podría impedirse si se usara menos catalizador, pero la polimerización no sería completa y las propiedades mecánicas de la lente no serían aceptables.

Además, cuando se absorbe parte de la luz azul que pasa a través de la lente, la luz transmitida parece amarillenta para el usuario de la lente.

Estos dos efectos de amarilleamiento se superponen.

El amarilleamiento de la lente no es deseable por motivos cosméticos y porque puede afectar a la percepción de colores del usuario de lentes y eventualmente reducir la transmitancia de las lentes en el rango visible.

Por tanto, existe una necesidad de una lente oftálmica que pueda inhibir la transmisión de la luz UV y al menos parte de la luz azul HEV, y que muestre finalmente un aspecto amarillo muy bajo.

El solicitante ha encontrado que esta necesidad puede satisfacerse mediante la selección de absorbentes de UV específicos que presentan algo de absorción en la luz violeta-azul HEV visible y el uso de un aditivo absorbedor de luz encapsulado en nanopartículas que están dispersadas en la composición termoendurecible. El documento US 2014/080972 A1 da a conocer en los ejemplos 4 y 5 una composición líquida polimerizable que comprende CR39, TRIGONOX y partículas de tamaño nanométrico que comprenden un aditivo absorbedor de luz. Las composiciones pueden comprender además un absorbente de UV.

60 **SUMARIO DE LA INVENCION**

Un primer objeto de esta invención es una lente oftálmica, que comprende:

a) una matriz obtenida mediante la polimerización de al menos un monómero u oligómero de alilo o no de alilo en presencia de un catalizador para iniciar la polimerización de dicho monómero u oligómero,

- b) al menos un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas que están dispersadas en dicha matriz,
- c) al menos un absorbente de UV,

5 en la que la transmitancia óptica a través de una lente oftálmica de 2 mm de grosor es menor del 1% para cada longitud de onda luminosa que oscila entre 280 y 400 nm, y mayor del 65% para luz que tiene una longitud de onda de 430 nm.

10 Un segundo objeto de la presente invención es un proceso para preparar una lente oftálmica, que comprende las etapas de:

- a) proporcionar monómeros u oligómeros a partir de los cuales puede prepararse la matriz;
- 15 b) preparar un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas en forma de un polvo que es dispersable dentro de los monómeros u oligómeros o en forma de una dispersión de nanopartículas en un líquido que es dispersable dentro de los monómeros u oligómeros;
- c) proporcionar un catalizador para iniciar la polimerización de dichos monómeros u oligómeros;
- 20 d) proporcionar un absorbente de UV;
- e) mezclar los monómeros u oligómeros, las nanopartículas, el catalizador y absorbente de UV para obtener una composición líquida polimerizable en la que están dispersadas las nanopartículas;
- 25 e) opcionalmente depositar la composición líquida polimerizable sobre un sustrato;
- f) curar la composición líquida polimerizable.

30 Otro objeto de la presente invención es el uso de un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas dispersadas en la lente oftálmica según la invención para impedir la degradación de dicho aditivo absorbedor de luz mediante un catalizador para iniciar la polimerización de de un monómero u oligómero, en particular para impedir el amarilleamiento de dicha lente oftálmica.

35 Encapsular el aditivo absorbedor de luz tiene muchas ventajas. Lo más importante, permite usar una variedad de compuestos que podrían haber interactuado de una manera inadecuada con los monómeros, el catalizador y/o los aditivos usados para formar la matriz. Tales interacciones inadecuadas incluyen cuestiones de solubilidad, degradación, cambio de color, etcétera.

40 Por ejemplo, encapsular un material sensible puede impedir que reaccione con la matriz en el caso de que de lo contrario lo hubiera degradado.

45 Las partículas minerales son buenos materiales de encapsulación para aditivos absorbedores de luz solubles en agua. De hecho, estas partículas presentan una buena compatibilidad con medios apróticos, tal como un monómero. La modificación superficial posibilita que estas partículas sean compatibles con la mayoría de los medios. Esto permite usar aditivos absorbedores de luz solubles en agua en una matriz o disolventes hidrófobos.

50 En algunas aplicaciones, tal como la transferencia de energía por resonancia de fluorescencia (FRET), los aditivos absorbedores de luz tienen que mantenerse cerca entre sí. La FRET es una técnica interesante que permite aumentar los desplazamientos de Stokes: la luz absorbida por un primer aditivo absorbedor de luz, fluorescente, A se reemite hacia un segundo aditivo absorbedor de luz B que puede absorber y reemitir la luz, induciendo de ese modo un desplazamiento de longitud de onda. Para que ocurra esta transferencia, ambos aditivos absorbedores de luz A y B tienen que estar suficientemente cerca espacialmente para posibilitar una polarización mutua, por tanto una transferencia de energía. Tal distancia corta puede conseguirse a través de una concentración muy alta, que no es compatible con la mayoría de los usos oftálmicos (ya sea en términos de coste, propiedades mecánicas, color o cosmética). Encapsular ambos agentes proporciona la tan necesaria cercanía a una concentración de aditivo absorbedor de luz baja: ambos agentes pueden atraparse en una única cápsula, por ejemplo.

55 El mismo principio puede garantizar una concentración local alta de antioxidante en la proximidad de un compuesto absorbedor de luz frágil.

60 Encapsular el aditivo absorbedor de luz también puede permitir ajustar la absorción de luz. De hecho, cambios en la composición de la matriz de nanopartículas - o en menor medida, la exposición a condiciones de recocido - pueden conducir a cambios en la longitud de onda de absorción del aditivo absorbedor de luz encapsulado, lo que puede permitir el ajuste de dicha longitud de onda de absorción modificando la matriz de manera apropiada.

65 Otra ventaja de la encapsulación es que potencia la fotoestabilidad de la mayoría de los compuestos.

El rendimiento cuántico de algunos aditivos absorbedores de luz fluorescente aumenta enormemente cuando se ocultan en una nanopartícula. Cuando se acopla con células fotoeléctricas, y con ópticas apropiadas (guías de ondas, lentes que actúan como concentrador de luz), tal efecto podría permitir la alimentación de sistemas de gafas activos.

Por último pero no menos importante, las nanopartículas pueden considerarse un agente de estandarización: cualquiera que sea el aditivo absorbedor de luz encapsulado, la superficie externa de nanopartícula que interacciona con el monómero) puede ser la misma, posibilitando así la fácil introducción de un aditivo absorbedor de luz dado en una formulación si ya se ha introducido un sustrato similar en una formulación, incluso con un aditivo absorbedor de luz diferente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La lente oftálmica de la invención comprende una matriz polimérica y absorbente de UV y nanopartículas que están dispersadas en la misma, encapsulando las nanopartículas un aditivo absorbedor de luz.

La matriz polimérica (también denominada en el presente documento "matriz") se obtiene mediante la polimerización de al menos un monómero u oligómero de alilo o no de alilo en presencia de un catalizador para iniciar la polimerización de dicho monómero u oligómero.

La matriz polimérica y el absorbente de UV y las nanopartículas dispersadas en la misma forman así conjuntamente un sustrato compuesto, es decir un material compuesto que tiene dos superficies principales que corresponden en la lente oftálmica final a las caras delantera y trasera de la misma.

En una realización, la lente oftálmica consiste esencialmente en la matriz polimérica y el absorbente de UV y las nanopartículas dispersadas en la misma.

En otra realización, la lente oftálmica comprende un sustrato óptico, sobre el que se deposita un recubrimiento de la matriz polimérica y el absorbente de UV y las nanopartículas dispersadas en la misma.

La matriz polimérica es preferiblemente una matriz transparente.

La lente oftálmica de la presente invención presenta propiedades mecánicas satisfactorias debido a la reticulación completa durante la polimerización.

La matriz polimérica puede elegirse ventajosamente de una resina termoplástica, tal como una poliamida, poliimida, polisulfona, policarbonato, poli(tereftalato de etileno), poli((met)acrilato de metilo), triacetato de celulosa o copolímeros de los mismos, o se elige de una resina termoendurecible, tal como un copolímero de olefina cíclica, un homopolímero o copolímero de ésteres alílicos, un homopolímero o copolímero de alilcarbonatos de polioles aromáticos o alifáticos lineales o ramificados, un homopolímero o copolímero de ácido (met)acrílico y ésteres de los mismos, un homopolímero o copolímero de ácido tio(met)acrílico y ésteres de los mismos, un homopolímero o copolímero de uretano y tiouretano, un homopolímero o copolímero de epoxi, un homopolímero o copolímero de sulfuro, un homopolímero o copolímero de disulfuro, un homopolímero o copolímero de episulfuro, un homopolímero o copolímero de tiol e isocianato, y combinaciones de los mismos.

El aditivo absorbedor de luz se elige preferiblemente de un colorante, tal como un tinte o un pigmento, un aditivo absorbedor de luz incoloro o mezclas de los mismos. Los colorantes son particularmente adecuados en la invención.

El coeficiente de absorción molar del aditivo absorbedor de luz es preferiblemente mayor de 5000 L.mol⁻¹.cm⁻¹, preferiblemente mayor de 20000 L.mol⁻¹.cm⁻¹, a su absorción máxima. En realidad, es preferible un coeficiente de absorción molar alto, ya que posibilita el uso de agentes absorbedores de luz a una concentración muy baja para un buen rendimiento de atenuación. Como la concentración de agente absorbedor de luz en la matriz es en función de la concentración de nanopartículas en la matriz y la carga de nanopartículas en el agente absorbedor de luz, un coeficiente de absorción molar alto limita las restricciones sobre la carga de nanopartículas, en ocasiones difícil de aumentar y limita la concentración de nanopartículas, lo que puede conducir a turbidez o debilidad mecánica de la lente oftálmica.

En una realización, las nanopartículas tienen una composición homogénea del interior al exterior, en la que el aditivo absorbedor de luz está distribuido uniformemente. Esta característica permite un control preciso sobre las propiedades ópticas de las nanopartículas en global.

En otra realización, las nanopartículas tienen un núcleo que contiene el aditivo absorbedor de luz y una envuelta que rodea el núcleo. La envuelta se elige preferiblemente para aislar el núcleo de la matriz. Como tal, la naturaleza de la envuelta estará vinculada preferiblemente a la matriz en la que pretende usarse la partícula correspondiente.

Las nanopartículas pueden presentar una superficie externa que no comprenda ningún compuesto orgánico.

Las nanopartículas pueden comprender un óxido mineral, tal como SiO₂, TiO₂, ZrO₂, Al₂O₃ o mezclas de los mismos.

5 El índice de refracción de las nanopartículas es preferiblemente de desde 1,47 hasta 1,74, medido según la norma ISO 489:1999. Más preferiblemente, el índice de refracción de las nanopartículas es idéntico al índice de refracción de la matriz polimérica. De hecho, cuanto más cerca estén ambos índices de refracción, menor será el impacto de las nanopartículas sobre la transmisión global de la composición.

10 El tamaño de las nanopartículas es preferiblemente de desde 1 nm hasta 10 µm, más preferiblemente de desde 10 nm hasta 5 µm, medido según el método de dispersión de luz dinámica.

15 La cantidad de aditivo absorbedor de luz en las nanopartículas puede ser de desde el 0,0001 hasta el 90% en peso, en particular del 0,01 al 50% en peso, más particularmente del 0,1 al 10% en peso basado en el peso total de las nanopartículas.

La cantidad de nanopartículas en la matriz polimérica puede ser de desde el 0,001% en peso hasta el 1% en peso, preferiblemente del 0,0025% en peso al 0,1% en peso basado en el peso de la matriz polimérica.

20 La composición líquida polimerizable usada para generar la matriz mencionada anteriormente (denominada a continuación en el presente documento "la composición polimerizable") de la invención comprende un monómero u oligómero, un catalizador, un absorbente de UV y nanopartículas que contienen un aditivo absorbedor de luz. Dicho monómero u oligómero puede ser un compuesto o bien de alilo o bien no de alilo.

25 El monómero de alilo u oligómero de alilo incluido en la composición según la presente invención es un compuesto que comprende un grupo alilo.

30 Los ejemplos de compuesto de alilo adecuado incluyen dietilenglicol-bis(carbonato de alilo), etilenglicol-bis(carbonato de alilo), oligómeros de dietilenglicol-bis(carbonato de alilo), oligómeros de etilenglicol-bis(carbonato de alilo), bisfenol A-bis(carbonato de alilo), ftalatos de dialilo, tales como ftalato de dialilo, isoftalato de dialilo y tereftalato de dialilo, y mezclas de los mismos.

35 Los ejemplos de compuesto no de alilo adecuado incluyen materiales termoendurecibles conocidos como monómeros acrílicos que tienen grupos acrílicos o metacrílicos. Los (met)acrilatos pueden ser (met)acrilatos monofuncionales o (met)acrilatos multifuncionales que portan desde 2 hasta 6 grupos (met)acrílicos o mezclas de los mismos. Sin limitación, los monómeros de (met)acrilato se seleccionan de:

- (met)acrilatos de alquilo, en particular
 - (met)acrilatos derivados de adamantina, norborneno, isoborneno, ciclopentadieno o dicitopentadieno,
 - (met)acrilatos de alquilo C1-C4, tales como (met)acrilato de metilo y (met)acrilato de etilo,
- (met)acrilatos aromáticos, tales como (met)acrilato de bencilo, (met)acrilatos de fenoxi o (met)acrilatos de fluoreno
- 45 • (met)acrilatos derivados de bisfenol, especialmente bisfenol-A
- (met)acrilatos aromáticos polialcoxilados, tales como los di(met)acrilatos de bisfenolato polietoxilados, (met)acrilatos de fenol polietoxilados,
- 50 • polio(met)acrilatos,
- producto de esterificación de ácidos alquil(met)acrílicos con polioles o epoxis,
- y mezclas de los mismos.

55 Los (met)acrilatos pueden estar funcionalizados adicionalmente, especialmente con sustituyentes de halógeno, función epoxi, tioepoxi, hidroxilo, tiol, sulfuro, carbonato, uretano o isocianato.

60 Otros ejemplos de compuesto no de alilo adecuado incluyen materiales termoendurecibles usados para preparar una matriz de poliuretano o politiuretano, es decir mezcla de monómero u oligómero que tiene al menos dos funciones isocianato, teniendo el monómero u oligómero al menos dos funciones alcohol, tiol o epíto.

65 El monómero u oligómero que tiene al menos dos funciones isocianato puede seleccionarse de diisocianato aromático simétrico, tal como diisocianato de 2,2'-metilendifenilo (2,2'-MDI), diisocianato de 4,4'-dibencilo (4,4'-DBDI), diisocianato de 2,6-tolueno (2,6-TDI), diisocianato de xilileno (XDI), diisocianato de 4,4'-metilendifenilo (4,4'-MDI), o

diisocianato aromático asimétrico, tal como diisocianato de 2,4'-metilendifenilo (2,4'-MDI), diisocianato de 2,4'-dibencilo (2,4'-DBDI), diisocianato de 2,4-tolueno (2,4-TDI), o diisocianatos alicíclicos, tales como diisocianato de isoforona (IPDI), 2,5(o 2,6)-bis(iso-cianatometil)-biciclo[2.2.1]heptano (NDI) o 4,4'-diisocianato-metilendiciclohexano (H12MDI), o diisocianatos alifáticos, tales como diisocianato de hexametileno (HDI) o mezclas de los mismos.

El monómero u oligómero que tiene función tiol puede seleccionarse de tetrakis-mercaptopropionato de pentaeritritol, tetrakis-mercaptoacetato de pentaeritritol, 4-mercaptometil-3,6-ditio-1,8-octanoditiol, 4-mercaptometil-1,8-dimercapto-3,6-ditiooctano, 2,5-dimercaptometil-1,4-ditiano, 2,5-bis[(2-mercaptoetil)tiometil]-1,4-ditiano, 4,8-dimercaptometil-1,11-dimercapto-3,6,9-tritiaundecano, 4,7-dimercaptometil-1,11-dimercapto-3,6,9-tritiaundecano, 5,7-dimercaptometil-1,11-dimercapto-3,6,9-tritiaundecano y mezcla de los mismos.

El monómero u oligómero que tiene función epitiopropilo puede seleccionarse de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) y sulfuro de bis[4-(beta-epitiopropil)fenilo], sulfuro de bis[4-(beta-epitiopropiloxi)ciclohexilo].

Composición polimerizable a base de monómero u oligómero de alilo

Si el monómero u oligómero es de tipo alilo, la cantidad de dicho monómero u oligómero de alilo en la composición polimerizable usada para generar la matriz según la presente invención puede ser de desde el 20 hasta el 99% en peso, en particular desde el 50 hasta el 99% en peso, más particularmente desde el 80 hasta el 98% en peso, incluso más particularmente desde el 90 hasta el 97% en peso, basado en el peso total de la composición. En particular, la composición polimerizable usada para generar la matriz puede comprender desde el 20 hasta el 99% en peso, en particular del 50 al 99% en peso, más particularmente desde el 80 hasta el 98% en peso, incluso más particularmente desde el 90 hasta el 97% en peso, basado en el peso total de la composición, de dietilenglicol-bis(carbonato de alilo), oligómeros de dietilenglicol-bis(carbonato de alilo) o mezclas de los mismos. En otra realización, la composición polimerizable usada para generar la matriz puede comprender desde el 20 hasta el 40% en peso, basado en el peso total de la composición, de dietilenglicol-bis(carbonato de alilo), oligómeros de dietilenglicol-bis(carbonato de alilo) o mezclas de los mismos, y desde el 40 hasta el 80% en peso, basado en el peso total de la composición, de ftalato de dialilo, isoftalato de dialilo, tereftalato de dialilo o mezclas de los mismos.

Si el monómero u oligómero es de tipo alilo, el catalizador puede seleccionarse en el grupo que consiste en un peroxodicarbonato, un peroxiéster, un percetal, y mezclas de los mismos, preferiblemente el catalizador se selecciona en el grupo que consiste en peróxido de benzoílo, peróxido de metiletilo, peróxido de metiletilcetona, peróxido de di-t-butilo, peróxido de lauroílo, peróxido de acetilo, peroxodicarbonato de diisopropilo, peroxodicarbonato de bis(4-t-butilciclohexilo), peroxi-2-etilhexanoato de t-butilo, peroxi-2-etilhexanoato de t-hexilo, y mezclas de los mismos.

La cantidad de catalizador en la composición polimerizable según la presente invención puede ser de desde el 1,0 hasta el 5,0% en peso, en particular desde el 2,5 hasta el 4,5% en peso, más particularmente desde el 3,0 hasta el 4,0% en peso, basado en el peso total de la composición.

La composición polimerizable usada para generar la matriz también puede comprender un segundo monómero u oligómero que es capaz de polimerizarse con el monómero u oligómero de alilo descrito anteriormente. Los ejemplos de un segundo monómero adecuado incluyen: compuestos de vinilo aromáticos, tales como estireno, [alfa]-metilestireno, viniltolueno, cloroestireno, clorometilestireno y divinilbenceno; mono(met)acrilatos de alquilo, tales como (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de n-butilo, (met)acrilato de n-hexilo, (met)acrilato de ciclohexilo, (met)acrilato de 2-etilhexilo, (met)acrilato de metoxidietilenglicol, (met)acrilato de metoxipolietilenglicol, (met)acrilato de 3-cloro-2-hidroxiopropilo, (met)acrilato de estearilo, (met)acrilato de laurilo, (met)acrilato de fenilo, (met)acrilato de glicidilo y (met)acrilato de bencilo, (met)acrilato de 2-hidroxietilo, (met)acrilato de 2-hidroxiopropilo, (met)acrilato de 3-hidroxiopropilo, (met)acrilato de 3-fenoxi-2-hidroxiopropilo y (met)acrilato de 4-hidroxiobutilo; di(met)acrilatos, tales como di(met)acrilato de etilenglicol, di(met)acrilato de dietilenglicol, di(met)acrilato de trietilenglicol, di(met)acrilato de polietilenglicol, di(met)acrilato de 1,3-butilenglicol, di(met)acrilato de 1,6-hexanodiol, di(met)acrilato de neopentilglicol, di(met)acrilato de polipropilenglicol, 2-hidroxi-1,3-di(met)acriloxipropano, 2,2-bis[4-((met)acriloxietoxi)fenil]propano, 2,2-bis[4-((met)acriloxidietoxi)fenil]propano y 2,2-bis[4-((met)acriloxipolietoxi)fenil]propano; tri(met)acrilatos, tales como tri(met)acrilato de trimetilolpropano y tri(met)acrilato de tetrametilolmetano; tetra(met)acrilatos, tales como tetra(met)acrilato de tetrametilolmetano. Estos monómeros pueden usarse individualmente o en combinación de dos o más. En la descripción anterior, "(met)acrilato" significa "metacrilato" o "acrilato", y "(met)acriloxi" significa "metacriloxi" o "acriloxi". Monómeros preferidos son compuestos de vinilo aromáticos, en particular estireno y divinilbenceno.

La cantidad del segundo monómero u oligómero en la composición polimerizable usada para generar la matriz según la presente invención puede ser de desde el 1 hasta el 80% en peso, en particular desde el 1 hasta el 50% en peso, más particularmente desde el 2 hasta el 30% en peso, incluso más particularmente desde el 5 hasta el 25% en peso, basado en el peso total de la composición.

Composición polimerizable a base de monómero u oligómero no de alilo

5 Si el monómero u oligómero es de tipo (met)acrílico, la cantidad de dicho monómero u oligómero (met)acrílico en la composición polimerizable usada para generar la matriz según la presente invención es de desde el 20 hasta el 99%, en particular desde el 50 hasta el 99% en peso, más particularmente desde el 80 hasta el 98%, incluso más particularmente desde el 90 hasta el 97% en peso, basado en el peso total de la composición.

10 Ejemplos de monómero (met)acrílico son mono(met)acrilatos, di(met)acrilatos, tri(met)acrilatos o tetra(met)acrilatos de alquilo, tal como se definió anteriormente. Estos monómeros pueden usarse individualmente o en combinación de dos o más.

15 La composición polimerizable usada para generar la matriz también puede comprender un segundo monómero u oligómero que es capaz de polimerizarse con el monómero u oligómero (met)acrílico descrito anteriormente. Los ejemplos de un segundo monómero adecuado incluyen: compuestos de vinilo aromáticos, tal como estireno. Estos monómeros pueden usarse individualmente o en combinación de dos o más.

20 La cantidad del segundo monómero u oligómero en la composición polimerizable usada para generar la matriz según la presente invención puede ser de desde el 1 hasta el 80% en peso, en particular desde el 1 hasta el 50% en peso, más particularmente desde el 2 hasta el 20% en peso, incluso más particularmente desde el 3 hasta el 10% en peso, basado en el peso total de la composición.

25 Si la matriz según la invención es de tipo poliuretano o politiouretano, el monómero u oligómero que tiene al menos dos funciones isocianato y el monómero u oligómero que tiene al menos dos funciones alcohol, tiol o epítio se seleccionan preferiblemente en una relación estequiométrica, para obtener una reacción completa de todas las funciones polimerizables.

30 El catalizador incluido en la composición según la presente invención es un catalizador que es adecuado para iniciar la polimerización monómeros, tal como, por ejemplo, un peróxido orgánico, un compuesto azoico orgánico, un compuesto de organoestaño, y mezclas de los mismos.

35 Los ejemplos de un peróxido orgánico adecuado incluyen peróxidos de dialquilo, tales como peróxido de diisopropilo y peróxido de di-t-butilo; peróxidos de cetona, tales como peróxido de metiletilcetona, peróxido de metilisopropilcetona, peróxido de acetilacetona, peróxido de metilisobutilcetona y peróxido de ciclohexano; peroxidicarbonatos, tales como peroxidicarbonato de diisopropilo, peroxidicarbonato de bis(4-t-butilciclohexilo), peroxidicarbonato de di-sec-butilo y peroxidicarbonato de isopropil-sec-butilo; peroxiésteres, tales como peroxi-2-etilhexanoato de t-butilo y peroxi-2-etilhexanoato de t-hexilo; peróxidos de diacilo, tales como peróxido de benzoílo, peróxido de acetilo y peróxido de lauroílo; peroxicetales, tales como 2,2-di(terc-butilperoxi)butano, 1,1-di(terc-butilperoxi)ciclohexano y 1,1-bis(terc-butilperoxi)3,3,5-trimetilciclohexano; y mezclas de los mismos.

40 Los ejemplos de un compuesto azoico orgánico adecuado incluyen 2,2'-azobisisobutironitrilo, 2,2'-azobis(2-metilpropionato) de dimetilo, 2,2'-azobis(2-metilbutironitrilo), 2,2'-azobis(2,4-dimetilvaleronitrilo), 4,4'-azobis(ácido 4-cianopentanoico), y mezclas de los mismos.

45 Ejemplos de un compuesto de organoestaño adecuado son cloruro de dimetilestaño, cloruro de dibutilestaño, y mezclas de los mismos.

Absorbentes de UV

50 Los absorbentes de UV incluidos en la composición se seleccionan para presentar una absorción residual en luz visible. En realidad, estos absorbentes de UV tienen bandas de absorción principales en el rango UV-A (desde 315 hasta 380 nm), pero la absorción en luz violeta-azul HEV no es totalmente despreciable. Por tanto, estos absorbentes de UV proporcionan simultáneamente una buena protección frente a la luz UV y absorción de una parte de la luz violeta-azul HEV.

55 Los absorbentes de UV según la invención conducen a un material óptico que tiene una transmitancia óptica menor del 1% para cada longitud de onda luminosa que oscila entre 280 y 400 nm, preferiblemente entre 280 y 405 nm, y mayor del 65% para luz que tiene una longitud de onda de 430 nm, cuando se incorpora a una lente oftálmica de 2 mm de grosor. Preferiblemente, los absorbentes de UV según la invención conducen a un material óptico que tiene una transmitancia óptica mayor del 75% para luz que tiene una longitud de onda de 430 nm, cuando se incorpora a una lente oftálmica de 2 mm de grosor.

60 Alternativamente, los absorbentes de UV según la invención presentan una absorbancia para una longitud de onda de 400 nm a una concentración de 0,4 mM/l en etanol, mayor de 0,01.

65

En realizaciones específicas, los absorbentes de UV presentan una absorbancia para una longitud de onda de 400 nm a una concentración de 0,4 mM/l en etanol, mayor de 0,02.

5 Según la invención, la "absorbancia" se mide en una disolución de etanol que contiene 0,4 mM/l de absorbente de UV, a la longitud de onda de 400 nm, en una cubeta de cuarzo de 2 mm de grosor. La medición se hace con una referencia a etanol puro como blanco.

10 En otras palabras, una potencia radiante dada I0 se dirige a través de una cubeta de cuarzo de 2 mm de grosor que contiene etanol puro.

La misma potencia radiante I0 se dirige entonces a través de una cubeta de cuarzo de 2 mm de grosor que contiene una disolución de etanol de 0,4 mM/l de absorbente de UV. La potencia radiante transmitida Imuestra se mide incluyendo la corrección del blanco.

15 La absorbancia se define entonces como el logaritmo de base de la relación de potencia radiante incidente con respecto a potencia radiante transmitida a través de la muestra, incluyendo la corrección del blanco:

$$\text{Absorbancia} = \log(I_0/I_{\text{muestra}})$$

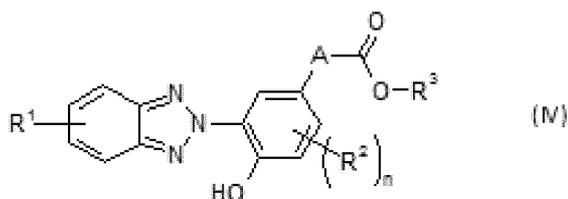
20 El uso de absorbentes de UV con esta absorbancia específica permite preparar un material óptico que tiene una transmitancia óptica menor del 1% para cada longitud de onda luminosa que oscila entre 280 y 400 nm, preferiblemente entre 280 y 405 nm, y mayor del 65%, preferiblemente mayor del 75%, para luz que tiene una longitud de onda de 430 nm, cuando se incorpora a una lente oftálmica de 2 mm de grosor.

25 Según una realización particular, el absorbente de UV incluido en la lente oftálmica según la presente invención es una benzofenona, un benzotriazol, una triazina, una oxalanilida, o mezclas de los mismos.

30 Absorbentes de UV adecuados son derivados de benzofenona, en particular 2,2',4,4'-tetrahidroxibenzofenona (Seesorb 106 de Shipro Kasei) o 2,2'-dihidroxi-4,4'-dimetoxibenzofenona (Seesorb 107 de Shipro Kasei) o 2,2'-dihidroxi-4-metoxibenzofenona (UV24 de Cytec Industries Inc.).

35 Otros absorbentes de UV adecuados son derivados de benzotriazol, en particular 2-(2-hidroxi-3-terc-butil-5-metilfenil)-5-cloro-2H-benzotriazol (Seesorb 703 de Shipro Kasei) y 2-(2H-benzotriazol-2-il)-6-(1-metil-1-feniletíl)-4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol (Tinuvín 928 de BASF).

Otros derivados de benzotriazol adecuados son un compuesto de clorobenzotriazol que tiene al menos un grupo éster, en particular compuestos de fórmula (IV)



40 en la que A es un grupo divalente, R¹ es un grupo cloro, los grupos R² son grupos monovalentes idénticos o diferentes, n es un número entero que oscila entre 1 y 3, y R³ es un grupo alquilo o arilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado, con la condición de que el compuesto de clorobenzotriazol no comprenda ningún grupo polimerizable seleccionado de restos alílicos, acrílicos y metacrílicos.

45 El grupo R¹ está preferiblemente en la posición 4 o 5 en el grupo benzotriazol. La posición más preferida para el grupo R¹ es la posición 5 en el grupo benzotriazol.

50 El grupo A es un grupo divalente, por ejemplo, un grupo alquileno lineal o ramificado, opcionalmente sustituido, (siendo los sustituyentes preferidos grupos alquilo lineales o ramificados, o grupos arilo), un grupo cicloalquileno opcionalmente sustituido, un grupo arileno opcionalmente sustituido, o una combinación de los grupos mencionados previamente de la misma categoría y/o de diversas categorías, especialmente grupos cicloalquilenalquileno, biccicloalquileno, biccicloalquilenalquileno, arilnalquileno, bisfenileno y bisfenilnalquileno. Los grupos alquileno preferidos incluyen grupos alquileno C1-C10 lineales, por ejemplo, un grupo metileno -CH₂-, un grupo etileno -CH₂-CH₂-, un butileno o un hexileno, especialmente 1,4-butileno y 1,6-hexileno, y radicales alquileno C3-C10 ramificados, tales como radicales 1,4-(4-metilpentileno), 1,6-(2,2,4-trimetilhexileno), 1,5-(5-metilhexileno), 1,6-(6-metilheptileno), 1,5-(2,2,5-trimetilhexileno), 1,7-(3,7-dimetilheptileno), 2,2-(dimetilpropileno), 1,1-dimetilpentileno (con el átomo de carbono cuaternario conectado al grupo arilo en la fórmula I) y 1,6-(2,4,4-trimetilhexileno). Los radicales cicloalquileno preferidos incluyen radicales ciclopentileno y ciclohexileno, opcionalmente sustituidos especialmente con grupos alquilo.

En una realización, A representa un grupo $-(CR^5R^6)-$, en el que R^5 y R^6 representan independientemente H o grupos alquilo, preferiblemente grupos alquilo lineales o ramificados C1-C6, opcionalmente sustituidos con grupos tales como grupos arilo. Este grupo es preferiblemente un grupo $-(CHR^5)-$ ($R^6 = H$).

En otra realización, A representa un grupo $-(CR^5R^6-CR^5R^6)-$, en el que R^5 , R^5 , R^6 y R^6 representan independientemente H o grupos alquilo, preferiblemente grupos alquilo lineales o ramificados C1-C6, opcionalmente sustituidos con grupos tales como grupos arilo. Este grupo es preferiblemente un grupo $-(CHR^5-CHR^5)-$ ($R^6 = R^6 = H$).

El grupo A es preferiblemente un grupo alquileo lineal o ramificado sustituido o no sustituido que comprende desde 1 hasta 6 átomos de carbono. A es preferiblemente un grupo lineal, tal como los grupos metileno, etileno, 1,3-propileno, 1,4-butileno, 1,5-pentileno y 1,6-hexileno. El grupo A preferido es el grupo etileno, dando lugar a ésteres de propionato.

Los grupos R^2 son grupos monovalentes idénticos o diferentes, que se seleccionan preferiblemente de un átomo de hidrógeno, grupos hidrocarbonados (tal como alquilo) sustituidos o no sustituidos, lineales o ramificados, saturados o insaturados, que comprenden desde 1 hasta 12 átomos de carbono, preferiblemente desde 2 hasta 10 átomos de carbono, todavía preferiblemente desde 2 hasta 5 átomos de carbono (los grupos hidrocarbonados están conectados al grupo arilo a través de un átomo de carbono), por ejemplo, grupos arilalquilo, y grupos tales como grupos hidroxialquilo, aminoalquilo, hidroxilo, tiol, amino, halo (flúor, bromo, yodo o cloro), nitro, alquiltio, alcoxi, ariloxi, monoalquilamino, dialquilamino, acilo, carboxilo, alcocarbonilo, ariloxicarbonilo, hidroxisulfonilo, alcóxisulfonilo, ariloxisulfonilo, alquilsulfonilo, alquilsulfonilo, ciano, trifluorometilo, tetrazolilo, carbamoilo, alquilcarbamoilo o dialquilcarbamoilo. Los grupos R^2 son preferiblemente grupos idénticos o diferentes elegidos de un átomo de hidrógeno y grupos hidrocarbonados sustituidos o no sustituidos, lineales o ramificados, que comprenden desde 1 hasta 6 átomos de carbono.

n es preferiblemente igual a 1.

El compuesto de fórmula (IV) comprende preferiblemente un (único) grupo R^2 en la posición 3 en el grupo arilo, es decir, en la posición orto en relación con el grupo hidroxilo. R^2 es preferiblemente un grupo alquilo estéricamente impedido, tal como un grupo 1,1-dimetilpentilo, un grupo isopropilo o un grupo t-butilo, preferiblemente un grupo t-butilo.

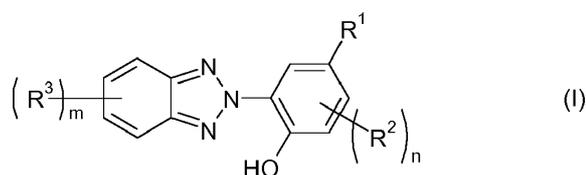
R^3 es un grupo alquilo o arilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado, preferiblemente un grupo alquilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado, que comprende desde 1 hasta 14 átomos de carbono, más preferiblemente desde 2 hasta 10 átomos de carbono, todavía más preferiblemente desde 4 hasta 9 átomos de carbono. R^3 es preferiblemente un grupo alquilo lineal o ramificado C7-C9, tal como un grupo n-octilo o un grupo etilhexilo. En algunas realizaciones, se usan mezclas de compuestos de fórmula (I) que tienen sustituyentes idénticos pero grupos R^3 diferentes, tal como grupos R^3 isoméricos (que tienen el mismo número de átomos de carbono y una disposición espacial diferente), o una mezcla de cadenas alquilo C7-C9 lineales o ramificadas.

En una realización, R^3 es un grupo cicloalquilo o heterocicloalquilo que tiene un anillo C5-C7 sustituido opcionalmente con grupos idénticos o diferentes que pueden seleccionarse de los mismos grupos que los grupos R^2 , preferiblemente cadenas alquilo lineales o ramificadas que comprenden desde 1 hasta 6 átomos de carbono, cadenas alcoxi lineales o ramificadas que comprenden desde 1 hasta 6 carbonos, grupos hidroxilo y grupos amino.

Los compuestos de fórmula (IV) preferidos son aquellos en los que $n = 1$, R^2 es un grupo alquilo lineal o ramificado que comprende desde 1 hasta 6 átomos de carbono, R^3 es un grupo alquilo lineal o ramificado que comprende desde 1 hasta 10 átomos de carbono, y A es un grupo alquileo lineal que comprende desde 1 hasta 4 átomos de carbono.

En particular son adecuados propionato de octil-3-[3-terc-butil-4-hidroxi-5-(5-cloro-2H-benzotriazol-2-il)fenilo] y/o propionato de 2-etilhexil-3-[3-terc-butil-4-hidroxi-5-(5-cloro-2H-benzotriazol-2-il)fenilo] (Eversorb 109 de Everlight chemical).

Otros derivados de benzotriazol adecuados son 2-(2-hidroxi-5- R^1 -fenil)benzotriazol, en el que R^1 es un grupo resonante seleccionado de los grupos amino, hidroxilo, alcoxi, ariloxi, alquilamino, arilamino, dialquilamino, diarilamino, (aril)(alquil)amino, formamido, alquilamido, arilamido, formiloxi, alquilcarboxi, arilcarboxi, alquilimino y arilimino, en particular compuestos de fórmula (I)



en la que R^1 es un grupo resonante, los grupos R^2 son grupos monovalentes idénticos o diferentes, n es un número entero igual a 0 o 1, los grupos R^3 son grupos monovalentes idénticos o diferentes, m es un número entero que oscila entre 0 y 2.

5 Los 2-(2-hidroxi-5- R^1 -fenil)benzotriazoles preferiblemente no comprenden ningún grupo polimerizable seleccionado de restos alílicos, acrílicos y metacrílicos.

R^1 es un grupo resonante, es decir, un grupo que proporciona resonancia a la estructura. En otras palabras, R^1 tiene la capacidad de efectuar una distribución de electrones a través de estructuras de resonancia.

10 R^1 está en la posición 5 en el grupo 2-fenilo de los presentes compuestos de benzotriazol, es decir, en la posición para en relación con el grupo hidroxilo. Los mejores grupos R^1 son grupos donadores de electrones, porque tienen una mejor capacidad de desplazamiento hasta el extremo rojo del espectro de absorción de benzotriazol, es decir, hasta las longitudes de onda altas. Este efecto de desplazamiento rojo da como resultado un material óptico que tiene una extinción más significativa en la región azul-violeta del espectro visible (400-450 nm), en otras palabras una longitud de onda de corte luminosa mayor. Los grupos R^1 son todos los más eficientes, ya que tienen un fuerte efecto electrónico de resonancia. Preferiblemente, R^1 tiene una constante de resonancia de Hammett σ_R menor de o igual a -0,22. En otra realización, R^1 tiene una constante de Hammett σ_{para} menor de o igual a -0,20, preferiblemente menor de o igual a -0,25.

20 R^1 se selecciona preferiblemente de los grupos amino, hidroxilo, alcoxi, ariloxi, alquilamino, arilamino, dialquilamino, diarilamino, (aril)(alquil)amino, formamido, alquilamido, arilamido, alquilimino y arilimino, más preferiblemente de los grupos amino, hidroxilo, alcoxi, ariloxi, alquilamino, arilamino, dialquilamino, diarilamino y (aril)(alquil)amino.

25 En una realización, R^1 es un grupo de fórmula $O-R^4$, en la que R^4 es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo o arilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado, preferiblemente un grupo alquilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado, que comprende desde 1 hasta 14 átomos de carbono, más preferiblemente desde 1 hasta 10 átomos de carbono, todavía más preferiblemente desde 1 hasta 6 átomos de carbono. R^4 es preferiblemente un grupo alquilo lineal o ramificado C1-C4, tal como un grupo metilo, etilo, propilo o butilo. En una realización, R^4 es un grupo cicloalquilo o heterocicloalquilo que tiene un anillo C5-C7 opcionalmente sustituido con grupos idénticos o diferentes que pueden seleccionarse de los mismos grupos que los grupos R^2 descritos más adelante, preferiblemente cadenas alquilo lineales o ramificadas que comprenden desde 1 hasta 6 átomos de carbono, cadenas alcoxi lineales o ramificadas que comprenden desde 1 hasta 6 carbonos, grupos hidroxilo y grupos amino. R^4 es preferiblemente un grupo hidrocarbonado (no sustituido).

35 En otra realización, R^1 es un grupo de fórmula $NR^{4a}R^{4b}$, en la que R^{4a} y R^{4b} representan independientemente grupos que pueden elegirse de los mismos grupos que los grupos R^4 .

40 En otra realización, el compuesto de benzotriazol según la invención es un 2-(2-hidroxi-5- R^1 -fenil)benzotriazol, en el que R^1 es un grupo arilcarbonilo opcionalmente sustituido de fórmula $-C(=O)-Ar$ (conectado a través del grupo carbonilo). Dicho grupo arilo Ar está preferiblemente sustituido con uno o más grupos donadores de electrones, preferiblemente dos, que se eligen preferiblemente de los grupos amino, hidroxilo, alcoxi, ariloxi, alquilamino, arilamino, dialquilamino, diarilamino, (aril)(alquil)amino, formamido, alquilamido, arilamido, alquilimino y arilimino. Un grupo R^1 arilcarbonilo preferido es el grupo 2,4-dihidroxi-fenilcarbonilo.

45 Los grupos R^2 y R^3 representan, independientemente entre sí, grupos monovalentes idénticos o diferentes, que se seleccionan preferiblemente de un átomo de hidrógeno, grupos hidrocarbonados (tal como alquilo) sustituidos o no sustituidos, lineales o ramificados, saturados o insaturados, que comprenden desde 1 hasta 12 átomos de carbono, preferiblemente desde 2 hasta 10 átomos de carbono, todavía preferiblemente desde 2 hasta 5 átomos de carbono (los grupos hidrocarbonados están conectados al grupo arilo a través de un átomo de carbono), por ejemplo, grupos arilalquilo, y grupos tales como grupos hidroxialquilo, aminoalquilo, hidroxilo, tiol, amino, halo (flúor, bromo, yodo o cloro), nitro, alquiltio, alcoxi, ariloxi, monoalquilamino, dialquilamino, acilo, carboxilo, alcoxycarbonilo, ariloxycarbonilo, hidroxisulfonilo, alcoxisulfonilo, ariloxisulfonilo, alquilsulfonilo, alquilsulfonilo, ciano, trifluorometilo, tetrazolilo, carbamoilo, alquilcarbamoilo o dialquilcarbamoilo.

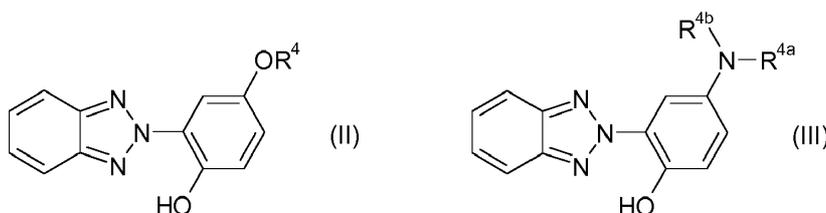
55 Los grupos R^2 son preferiblemente grupos idénticos o diferentes elegidos de un átomo de hidrógeno y grupos hidrocarbonados sustituidos o no sustituidos, lineales o ramificados, que comprenden desde 1 hasta 6 átomos de carbono. R^2 es preferiblemente un grupo donador de electrones.

60 En una realización, los grupos R^3 se seleccionan independientemente de un átomo de hidrógeno y grupos hidrocarbonados sustituidos o no sustituidos, lineales o ramificados, que comprenden desde 1 hasta 6 átomos de carbono.

65 En otra realización, R^3 es un átomo de hidrógeno o un grupo resonante, que se selecciona preferiblemente de halógeno, ciano, amino, hidroxilo, mercapto, carboxi, alquilsulfanilo y arilsulfanilo. R^3 es preferiblemente un átomo de hidrógeno o un grupo aceptor de electrones. En esta realización, el grupo R^3 es preferiblemente un átomo de halógeno

en la posición 4 o 5 en el grupo benzotriazol, más preferiblemente un grupo cloro. R³ está ubicado de manera ideal en la posición 5 en el grupo benzotriazol.

En una realización, n = 0. En otra realización, el benzotriazol según la invención no está sustituido en la posición 5 del anillo de benzotriazol. En una realización preferida, m = 0, lo que significa que no hay sustituyentes en los átomos de carbono del anillo de benzotriazol. Los compuestos de fórmula (I) preferidos son aquellos en los que n = m = 0, en particular aquellos de fórmulas (II) y (III), en las que R⁴, R^{4a} y R^{4b} representan independientemente un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo o arilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado, tal como se describió anteriormente:



En particular son adecuados para la invención 2-(2,4-dihidroxi-5-(2,4-dihidroxifenilcarbonil)fenil)benzotriazol, 2-(2-hidroxi-5-metoxifenil)benzotriazol, 2-(2-hidroxi-5-butoxifenil)benzotriazol y 2-(2-hidroxi-5-amino fenil)benzotriazol.

Dentro de los absorbentes de UV de triazina, las hidroxifeniltriazinas son particularmente adecuadas, en particular 2-[4,6-di(4-bifenilil)-1,3,5-triazin-2-il]-5-[(2-etilhexil)oxi]fenol.

El absorbente de UV de oxalanilida puede seleccionarse del grupo que consiste en N-(2-etoxifenil)-N'-(4-isododecilfenil)oxamida, N-(2-etoxifenil)-N'-(2-etilfenil)oxamida, y mezclas de las mismas.

La cantidad de absorbentes de UV usada en la presente invención es una cantidad suficiente para proporcionar una protección satisfactoria frente a la luz azul y la luz UV, pero no excesiva para impedir el amarilleamiento. Los absorbentes de UV están presentes generalmente en una cantidad que oscila entre el 0,05 y el 3% en peso en relación con la composición líquida polimerizable, preferiblemente entre el 0,1 y el 2,5% en peso, más preferiblemente entre el 0,15 y el 2% en peso. Deberían evitarse cantidades muy altas de absorbentes de UV, ya que pueden impedir que la formulación líquida se cure para dar un material sólido o pueden liberarse del material sólido curado y degradar las propiedades superficiales del material sólido curado, en particular la adhesión.

En la presente solicitud de patente, el término “alquilo” significa un radical de base hidrocarbonada monovalente, saturado o insaturado, lineal o ramificado, que contiene preferiblemente desde 1 hasta 25 átomos de carbono. El término alquilo incluye grupos acíclicos que contienen preferiblemente desde 1 hasta 8 átomos de carbono tales como grupos metilo, etilo, n-propilo, isopropilo, butilo y n-hexilo, los grupos cicloalquilo que contienen preferiblemente desde 3 hasta 7 átomos de carbono, los grupos cicloalquilmetilo que contienen preferiblemente desde 4 hasta 8 átomos de carbono.

El término “cicloalquilo” incluye también grupos “heterocicloalquilo”, es decir anillos monocíclicos o policíclicos no aromáticos en los que uno o más átomos de carbono del/de los anillo(s) se han reemplazado por un heteroátomo tal como nitrógeno, oxígeno, fósforo o azufre. El grupo heterocicloalquilo comprende preferiblemente de 1 a 4 heteroátomos endocíclicos. Los grupos heterocicloalquilo pueden ser estructuras que contienen uno o más anillos no aromáticos. En las estructuras que portan varios anillos, los anillos pueden estar condensados, unidos covalentemente o unidos a través de un grupo divalente común tal como un grupo metileno, etileno o carbonilo. Un grupo heterocicloalquilo puede tener uno o más dobles enlaces carbono-carbono o dobles enlaces carbono-heteroátomos en el anillo siempre que el anillo no se convierta en aromático por su presencia. Preferiblemente, el grupo heterocicloalquilo es un anillo monocíclico o bicíclico, más preferiblemente, un anillo monocíclico, comprendiendo el anillo desde 2 hasta 6 átomos de carbono y desde 1 hasta 3 heteroátomos. Los ejemplos ilustrativos de grupos heterocicloalquilo incluyen, pero no se limitan a, aziridinilo, pirrolidinilo, piperidinilo, piperazinilo, morfolinilo, tiomorfolinilo, tiomorfolino, tetrahidrofuranilo, tetrahidrotiofuranilo, tetrahidropiranilo y piranilo.

El término grupo “alquilo sustituido” significa un grupo alquilo tal como se definió anteriormente, conectado a través de un átomo de carbono sp³ y sustituido con uno o más grupos arilo y/o que comprende uno o más heteroátomos tales como N, S u O. Los ejemplos que pueden mencionarse incluyen grupos arilalquilo, tales como el grupo tritilo (-CPh₃), el grupo bencilo o el grupo 4-metoxibencilo, grupos alcoxilalquilo, especialmente grupos dialcoximetilo, tales como grupos dietoximetilo o dimetoximetilo, grupos CH₂CO₂R¹¹, en los que R¹¹ representa un grupo alquilo o arilo opcionalmente sustituido.

Los términos “alquilenos” y “alquilenos sustituidos” corresponden a la versión divalente de los grupos alquilo y alquilo sustituido tal como se definieron anteriormente.

El término “grupo éster” designa un grupo de fórmula $-C(O)OR^{10}$, designando R^{10} un grupo arilo o alquilo opcionalmente sustituido.

El término “arilo” designa un radical carbocíclico monovalente aromático que comprende solo un anillo (por ejemplo, un grupo fenilo) o varios anillos, opcionalmente condensados, (por ejemplo, grupos naftilo o terfenilo), que pueden estar opcionalmente sustituidos con uno o más grupos tales como, sin limitación, grupos alquilo (por ejemplo, metilo), hidroxialquilo, aminoalquilo, hidroxilo, tiol, amino, halo (flúor, bromo, yodo o cloro), nitro, alquiltio, alcoxi (por ejemplo, metoxi), ariloxi, monoalquilamino, dialquilamino, acilo, carboxilo, alcoxicarbonilo, ariloxicarbonilo, hidroxisulfonilo, alcoxisulfonilo, ariloxisulfonilo, alquilsulfonilo, alquilsulfonilo, ciano, trifluorometilo, tetrazolilo, carbamoilo, alquilcarbamoilo o dialquilcarbamoilo. Alternativamente, dos posiciones adyacentes del anillo aromático pueden estar sustituidas con un grupo metilendioxo o etilendioxo.

El término “arilo” incluye también grupos “heteroarilo”, es decir anillos aromáticos en los que uno o más átomos de carbono del/de los anillo(s) aromático(s) se han reemplazado por un heteroátomo tal como nitrógeno, oxígeno, fósforo o azufre. El grupo heteroarilo comprende preferiblemente de 1 a 4 heteroátomos endocíclicos. Los grupos heteroarilo pueden ser estructuras que contienen uno o más anillos aromáticos, o estructuras que contienen uno o más anillos aromáticos acoplados con uno o más anillos no aromáticos. En las estructuras que portan varios anillos, los anillos pueden estar condensados, unidos covalentemente o unidos a través de un grupo divalente común tal como un grupo metileno, etileno o carbonilo. Ejemplos de grupos heteroarilo son tienilo (2-tienilo, 3-tienilo), piridilo (2-piridilo, 3-piridilo, 4-piridilo), isoxazolilo, oxazolilo, ftalimidilo, pirazolilo, indolilo, furanilo, quinolinilo, fenotiazinilo, tiazolilo, (1,2,3)- y (1,2,4)-triazolilo, tetrazolilo, carbazolilo, pirazinilo, piridazinilo, pirimidilo, triazinilo, pirrolilo, imidazolilo, benzopiranonilo, y análogos benzocondensados de los mismos. Preferiblemente, un grupo heteroarilo es un anillo monocíclico, en el que el anillo comprende de 2 a 5 átomos de carbono y de 1 a 3 heteroátomos.

Aditivos absorbedores de luz

El aditivo absorbedor de luz que está contenido en nanopartículas dispersadas en la lente oftálmica según la presente invención es un compuesto que es capaz de absorber luz ultravioleta, visible y/o infrarroja.

En particular, el aditivo absorbedor de luz puede seleccionarse del grupo que consiste en un colorante, tal como un tinte o un pigmento; un aditivo absorbedor de luz incoloro; y mezclas de los mismos. Ejemplos adecuados de tintes, pigmentos y colorantes son compuestos que pertenecen a las familias azoica o de rodamina o cianina o polimetina o merocianina o fluoresceína o pirilio o porfirina o ftalocianina o perileno o cumarina o acridina o indolenina o indol-2-ilideno o benzantrona o antrapirimidina o antrapiridona o benzotriazol o benzofenona o antraquinona o triazina o oxalanilida; complejos metálicos, tales como criptatos o quelatos de una tierra rara; aluminatos, silicatos y aluminosilicatos.

En una realización particular, los aditivos absorbedores de luz son colorantes, es decir absorben luz visible en un rango limitado de longitud de onda.

En una realización específica, los aditivos absorbedores de luz son absorbentes de luz azul, es decir absorben luz visible en la banda azul-violeta entre 380 y 500 nm. Esta absorción puede ser específica, tenido un absorbente selectivo un pico de absorción en la banda entre 380 y 500 nm.

Cuando el aditivo absorbedor de luz es un absorbente de luz azul, la lente oftálmica resultante puede caracterizarse con una transmitancia luminosa media a lo largo de un rango específico de luz azul, en particular a lo largo del rango de 420 nm a 450 nm. Preferiblemente, el absorbente de luz azul se elige de modo que la lente oftálmica obtenida a partir de la composición polimerizable de la presente invención tenga una transmitancia luminosa media en el rango de 420 nm a 450 nm (a continuación en el presente documento % de TB) menor del 85%, más preferiblemente menor del 75%.

Según una realización particular, el absorbente de luz azul incluido en la composición según la presente invención es auramina O; cumarina 343; cumarina 314; proflavina; nitrobenzoxadiazol; amarillo Lucifer CH; 9,10-bis(feniletinil)antraceno; clorofila a; clorofila b; 4-(dicianometilen)-2-metil-6-(4-dimetilaminoestiril)-4H-pirano; yoduro de 2-[4-(dimetilamino)estiril]-1-metipiridinio, yoduro de 3,3'-dietiloxacarbocianina, luteína, zeaxantina, beta-caroteno o licopeno o perileno; y mezclas de los mismos.

Según otra realización, el absorbente de luz azul incluido en la composición según la presente invención es una porfirina o un derivado de la misma. Algunos ejemplos de porfirinas incluyen complejo de 5,10,15,20-tetrakis(4-sulfonatofenil)porfirina-sal de sodio; complejo de 5,10,15,20-tetrakis(N-alquil-4-piridil)porfirina; complejo de 5,10,15,20-tetrakis(N-alquil-3-piridil)porfirina-metal, y complejo de 5,10,15,20-tetrakis(N-alquil-2-piridil)porfirina, y mezclas de los mismos, seleccionándose el alquilo de metilo, etilo, butilo y/o propilo. Todas estas porfirinas muestran muy buena solubilidad en agua y son estables hasta 300°C. Otros ejemplos de porfirinas incluyen tetrafenilporfirina diprotonada, octaetilporfirina de magnesio, tetramesitilporfirina de magnesio, tetrakis(2,6-diclorofenil)porfirina, tetrakis(o-aminofenil)porfirina, tetramesitilporfirina, tetramesitilporfirina de cinc, tetrafenilporfirina de cinc, sal de tetrasodio de meso-tetra(4-sulfonatofenil)porfina de Mg(II), cloruro de 5,10,15,20-tetra(4-piridil)-21H,23H-porfirina de

manganeso(III)-tetrakis(metocloruro), cloruro de manganeso (III) de 5,10,15,20-tetrakis(4-sulfonatofenil)-21H,23H-porfina, 5,10,15,20-tetrakis(4-sulfonatofenil)-porfina-Cu(II), cloruro de manganeso(III) de 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-porfina, tetrakis(metocloruro) de 5,10,15,20-tetra(4-piridil)-21H,23H-porfina de cinc, 5,10,15,20-tetrakis(4-metoxifenil)-21H,23H-porfina-cobalto(II), 5,10,15,20-tetrakis(4-metoxifenil)-21H,23H-porfina, cloruro de hierro (III) de 5,10,15,20-tetrakis(4-metoxifenil)-21H,23H-porfina, tetrakis(metocloruro) de 5,10,15,20-tetra(4-piridil)-21H,23H-porfina de cinc, tetra(p-toluenosulfonato) de 5,10,15,20-tetrakis(1-metil-4-piridinio)porfirina, 5,10,15,20-tetrakis(4-hidroxifenil)-21H,23H-porfina, 4,4',4'',4'''-(porfina-5,10,15,20-tetra)tetraakis(ácido benzoico).

Según otra realización, el absorbente de luz azul incluido en la composición según la presente invención es una metaloporfirina, en particular una metaloporfirina hidrófoba.

Según otra realización, el absorbente de luz azul incluido en la composición según la presente invención es un complejo de metal, en el que el metal puede ser Cr(III), Ag(II), In(III), Mg(II), Mn(III), Sn(IV), Fe(III) o Zn(II). Los complejos de metal a base de Cr(III), Ag(II), In(III), Mn(III), Sn(IV), Fe(III) o Zn(II) tienen en particular la ventaja de que no son sensibles a los ácidos y proporcionan complejos más estables, dado que no perderán el metal a pH<6.

En una realización específica, los aditivos absorbentes de luz son absorbentes de luz amarilla-verde, es decir absorben luz visible en las longitudes de onda entre 550 y 610 nm. Esta absorción puede ser específica, teniendo un absorbente selectivo un pico de absorción en la banda entre 550 y 610 nm.

Cuando el aditivo absorbente de luz es un absorbente de luz amarilla-verde, la lente oftálmica resultante puede caracterizarse con una transmitancia luminosa media a lo largo de un rango específico de luz amarilla-verde, en particular a lo largo del rango de 570 nm a 590 nm. Preferiblemente, el absorbente de luz amarilla-verde se elige de modo que la lente oftálmica obtenida a partir de la composición polimerizable de la presente invención tenga una transmitancia luminosa media en el rango de 570 nm a 590 nm (a continuación en el presente documento % de TG) menor del 85%, más preferiblemente menor del 75%.

Cuando el aditivo absorbente de luz es un colorante, la lente oftálmica resultante puede caracterizarse con un índice de amarilleamiento YI muy bajo, medido según la norma ASTM E313 con iluminante C, observador 2°. El YI puede determinarse a partir de los valores triestímulos de CIE X, Y, Z a través de la relación: $YI = (127,69 X - 105,92 Z) / Y$. Habitualmente, la lente oftálmica resultante tiene un índice de amarilleamiento menor de 8, preferiblemente menor de 5.

Los colorantes pueden seleccionarse en el Color Index.

Según una realización particular, puede usarse una mezcla de tintes rojos y tintes azules.

La cantidad de aditivo absorbente de luz en las nanopartículas puede ser de desde el 0,0001 hasta el 90% en peso, en particular del 0,01 al 50% en peso, más particularmente del 0,1 al 10% en peso basado en el peso de las nanopartículas.

Nanopartículas

Según la invención, el aditivo absorbente de luz está encapsulado en nanopartículas que están dispersadas en la lente oftálmica según la presente invención, es decir el aditivo absorbente de luz está contenido dentro de o injertado en dichas nanopartículas.

Las nanopartículas se comportan como reservorios, en los que están almacenados y protegidos aditivos absorbentes de luz. Los aditivos absorbentes de luz pueden estar dispersados homogéneamente en nanopartículas o ubicados en el núcleo de nanopartículas. Los aditivos absorbentes de luz también estar ubicados en la superficie o dentro de la porosidad de las nanopartículas.

De hecho, reactivos activos de la composición según la invención, es decir radicales implicados en la polimerización radicalaria, no podrán difundirse en la parte interna de las nanopartículas. Si los aditivos absorbentes de luz están ubicados en la superficie o en la porosidad de las nanopartículas, los reactivos activos pueden alcanzarlos, pero como la movilidad de los aditivos injertados o atrapados está obstaculizada, la probabilidad de reacción está disminuida y los aditivos también están protegidos.

En el contexto de la presente invención, el término "nanopartículas" pretende significar partículas individualizadas de cualquier forma que tengan un tamaño, medido en su dirección más larga, en el intervalo de 1 nm a 10 µm, preferiblemente en el intervalo de 10 nm a 5 µm, medido mediante el método de dispersión de luz dinámica dado a conocer en el presente documento.

Las nanopartículas de la presente invención son o bien de base polimérica, es decir comprenden un polímero, o bien de base mineral, es decir comprenden un óxido mineral.

En una realización preferida, el polímero u óxido mineral comprendido en las nanopartículas es un material transparente.

5 Según una primera realización, las nanopartículas que están dispersadas en la composición según la presente invención comprenden un polímero.

10 Las nanopartículas de base polimérica pueden ser de diversos tipos, tales como, por ejemplo, nanopartículas de látex, nanopartículas de núcleo-envuelta, nanopartículas en las que están injertados aditivos absorbedores de luz, nanopartículas dendríméricas, nanopartículas que comprenden un polímero que tiene un punto de fusión mayor de 120°C. La nanopartícula de base polimérica puede estar recubierta adicionalmente con una capa protectora.

15 Preferiblemente, dichas nanopartículas de base polimérica comprenden un polímero seleccionado en el grupo que consiste en un polímero acrílico, un polímero vinílico, un polímero alílico, y mezclas de los mismos. Preferiblemente, las nanopartículas de base polimérica comprenden un polímero acrílico, más preferiblemente un copolímero de metacrilato de metilo y dimetacrilato de etilenglicol.

20 Las nanopartículas de base polimérica pueden prepararse mediante evaporación del disolvente, nanoprecipitación, polimerización por emulsión, polimerización interfacial, secado por pulverización y coacervación. Preferiblemente, las nanopartículas de base polimérica se preparan mediante polimerización por emulsión, tal como polimerización por miniemulsión o microemulsión.

25 Las nanopartículas de base polimérica que contienen un aditivo absorbedor de luz pueden prepararse mediante polimerización por emulsión mezclando un disolvente tal como agua; un aditivo absorbedor de luz, un monómero tal como un monómero acrílico, un monómero vinílico, un monómero alílico y mezclas de los mismos; un catalizador suave tal como un compuesto azoico orgánico, una sal de peroxodisulfato, un peroxiéster o un percetal; al menos un tensioactivo, preferiblemente un tensioactivo iónico tal como dodecilsulfonato de sodio; y opcionalmente un agente de reticulación. El uso de un tensioactivo iónico ayuda ventajosamente a evitar la coalescencia de las gotas de monómero durante la polimerización y la agregación de las nanopartículas tras la polimerización debido a repulsión iónica. El uso de un catalizador suave impide ventajosamente la degradación del aditivo absorbedor de luz que ocurre con catalizadores duros tales como peroxidocarbonatos. El uso de un agente de reticulación densifica ventajosamente la nanopartícula impidiendo así el escape del aditivo absorbedor de luz fuera de la nanopartícula e impidiendo la migración de un radical dentro de la nanopartícula durante la polimerización de la lente.

35 En algunas realizaciones, el aditivo absorbedor de luz es copolimerizable dentro de las nanopartículas de base polimérica. Con "copolimerizable" quiere decirse que el aditivo absorbedor de luz contiene un grupo reactivo, tal como una insaturación o un grupo funcional, pudiendo dicho grupo reactivo establecer una unión covalente con el material usado para preparar las nanopartículas de base polimérica.

40 Según una segunda realización, las nanopartículas que están dispersadas en la composición según la presente invención comprenden un óxido mineral. Preferiblemente, dichas nanopartículas de base mineral comprenden un óxido mineral seleccionado en el grupo que consiste en SiO₂, TiO₂, ZrO₂, Al₂O₃, y mezclas de los mismos.

Las nanopartículas de base mineral pueden prepararse mediante síntesis de Stöber o microemulsión inversa.

45 Las nanopartículas de sílice que contienen un aditivo absorbedor de luz pueden prepararse mediante síntesis de Stöber mezclando ortosilicato de tetraetilo y el aditivo absorbedor de luz en un exceso de agua que contiene un alcohol de baja masa molar tal como etanol y amoniaco. En el enfoque de Stöber, el aditivo absorbedor de luz tiene que estar funcionalizado para poder establecer una unión covalente con sílice, por ejemplo, sililado con un silano convencional, preferiblemente un alcóxilano. La síntesis de Stöber produce ventajosamente partículas de SiO₂ monodispersas de tamaño controlable.

50 Las nanopartículas de sílice o sílice-óxido de metal que contienen un aditivo absorbedor de luz pueden prepararse mediante microemulsión (agua-en-aceite) inversa mezclando una fase de aceite, tal como ciclohexano y n-hexanol; agua; un tensioactivo tal como Triton X-100; un aditivo absorbedor de luz, uno o más precursores de óxido mineral, tales como ortosilicato de tetraetilo, alcóxilato de titanio y alcóxido de aluminio; y un agente de ajuste de pH, tal como hidróxido de sodio. En el enfoque de microemulsión inversa puede encapsularse una cantidad mayor de aditivos absorbedores de luz polares en la matriz de óxido mineral que los encapsulados con la síntesis de Stöber: el rendimiento de encapsulación puede ser muy alto, evitando así el desperdicio de aditivo absorbedor de luz caro. Además, este método permite ventajosamente un control fácil del tamaño de partícula, especialmente en el caso de microemulsiones inversas. Adicionalmente, este método posibilita la adición de TiO₂, ZrO₂ o Al₂O₃ en las nanopartículas de sílice.

65 Las nanopartículas de base mineral obtenidas mediante síntesis de Stöber y microemulsión (agua-en-aceite) inversa están altamente reticuladas y recubiertas con grupos sílice hidrófobos, impidiendo así el escape del aditivo absorbedor de luz fuera de la nanopartícula e impidiendo la migración de un radical dentro de la nanopartícula durante la polimerización de la lente.

En una realización preferida, el índice de refracción de las nanopartículas es de desde 1,47 hasta 1,56, preferiblemente el índice de refracción de las nanopartículas es idéntico al índice de refracción del monómero u oligómero de alilo polimerizado, medido según la norma ISO 489:1999. De hecho, cuando el índice de refracción de las nanopartículas está cerca del del monómero u oligómero de alilo polimerizado, la lente oftálmica presenta menos dispersión de luz y por tanto menos reducción de la intensidad luminosa y/o turbidez.

El índice de refracción de las nanopartículas de base polimérica depende del tipo de monómero o mezcla de monómeros que se use para preparar la nanopartícula. Como tal, el índice de refracción de una nanopartícula alílica es de 1,5 y el índice de refracción de una nanopartícula acrílica o vinílica puede aumentarse copolimerizando el monómero acrílico o vinílico con un monómero que contiene un grupo aromático.

El índice de refracción de nanopartículas de base mineral depende del tipo de óxido mineral o mezcla de óxidos minerales que se use para preparar la nanopartícula. Como tal, el índice de refracción de una nanopartícula de SiO₂ es de 1,47-1,5 y el índice de refracción de una nanopartícula que comprende una mezcla de SiO₂ y TiO₂, una mezcla de SiO₂ y ZrO₂, o una mezcla de SiO₂ y Al₂O₃ puede alcanzar 1,56.

Ventajosamente, las nanopartículas presentan un tamaño de desde 1 nm hasta 10 µm, preferiblemente de 10 nm a 5 µm, medido según el método de dispersión de luz dinámica. De hecho, cuando el tamaño de las nanopartículas es menor de 10 µm, la lente oftálmica presenta menos dispersión de luz y por tanto menos reducción de intensidad luminosa. Tales nanopartículas pueden obtenerse directamente mediante polimerización por microemulsión, o reduciendo su tamaño con una etapa de molienda.

La cantidad de nanopartículas en la composición es de desde el 0,001 hasta el 1% en peso, preferiblemente del 0,0025 al 0,1% en peso basado en el peso de la composición.

Proceso para preparar una lente oftálmica

El proceso llevado a cabo para la preparación de la lente oftálmica descrita anteriormente comprende las etapas de:

- a) proporcionar monómeros u oligómeros a partir de los cuales puede prepararse la matriz;
- b) preparar un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas en forma de un polvo que es dispersable dentro de los monómeros u oligómeros o en forma de una dispersión de nanopartículas en un líquido que es dispersable dentro de los monómeros u oligómeros;
- c) proporcionar un catalizador para iniciar la polimerización de dichos monómeros u oligómeros;
- d) proporcionar un absorbente de UV;
- e) mezclar los monómeros u oligómeros, las nanopartículas el catalizador y absorbente de UV para obtener una composición líquida polimerizable en la que están dispersadas las nanopartículas;
- e) opcionalmente depositar la composición líquida polimerizable sobre un sustrato;
- f) curar la composición líquida polimerizable.

Preferiblemente, el catalizador se añade como último componente.

Preferiblemente, el curado es un curado térmico.

La lente oftálmica puede recubrirse entonces con uno o más recubrimientos funcionales seleccionados del grupo que consiste en un recubrimiento antiabrasión, un recubrimiento antirreflexión, un recubrimiento antiincrustamiento, un recubrimiento antiestático, un recubrimiento antiniebla, un recubrimiento polarizante, un recubrimiento tintado y un recubrimiento fotocromico.

Tal como se usa en el presente documento, un recubrimiento que se dice que se deposita sobre una superficie de un sustrato se define como un recubrimiento, que (i) está situado por encima del sustrato, (ii) no está necesariamente en contacto con el sustrato, es decir, una o más capas intermedias pueden estar dispuestas entre el sustrato y la capa en cuestión, y (iii) no cubre necesariamente de manera completa el sustrato.

La lente oftálmica se define en el presente documento como una lente que está diseñada para caber en una montura de gafas para proteger el ojo y/o corregir la vista. Dicha lente oftálmica puede ser una lente oftálmica no correctora (también denominada lente plana o afocal) o una lente oftálmica correctora. La lente correctora puede ser una lente unifocal, una bifocal, una trifocal o una progresiva.

Uso de un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas

La presente invención también se refiere al uso de un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas para impedir la degradación de dicho aditivo absorbedor de luz mediante un catalizador para iniciar la polimerización de monómero u oligómero. El hecho de impedir la degradación del aditivo absorbedor de luz mediante el catalizador puede evaluarse comparando el espectro de absorción de la composición antes de la polimerización con el de la lente oftálmica tras la polimerización. Si los espectros de absorción de la lente oftálmica muestran la misma reducción de transmitancia para la longitud de onda de absorción máxima del aditivo absorbedor de luz, puede asumirse que el aditivo absorbedor de luz no se degrada mediante el catalizador durante la polimerización.

En particular, la degradación del aditivo absorbedor de luz mediante el catalizador durante la polimerización genera un producto de degradación que da como resultado un amarilleamiento no deseable de la lente. Según una realización preferida, el uso de un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas impide el amarilleamiento de la lente oftálmica curada.

La invención se describirá ahora más detalladamente con los siguientes ejemplos, que se facilitan con fines puramente ilustrativos y que no pretenden limitar el alcance de la invención de ninguna manera.

EJEMPLOS**Métodos de medición**

Las siguientes medidas se llevan a cabo en una lente que tiene 2 mm de grosor en su centro y que se ha limpiado con alcohol isopropílico.

La transmitancia luminosa promedio (o media) a lo largo del rango de 420-450 nm (% de TB) se calcula a partir de la curva de transmitancia medida según la norma ISO 8980-3-2003.

El tamaño de las nanopartículas se mide mediante el método de dispersión de luz dinámica estándar. La técnica mide las fluctuaciones dependientes del tiempo en la intensidad de luz dispersada desde una suspensión de nanopartículas que experimentan un movimiento browniano aleatorio. El análisis de estas fluctuaciones de intensidad permite la determinación de los coeficientes de difusión, que, usando la relación de Stokes-Einstein, puede expresarse como el tamaño de partícula.

Los coeficientes colorimétricos de las lentes de la invención se miden según el sistema colorimétrico internacional CIE $L^*a^*b^*$, es decir se calculan entre 380 y 780 nm, teniendo en cuenta el iluminante estándar D 65 a un ángulo de incidencia de 15° y el observador (ángulo de 10°).

Materiales

En los ejemplos se usan los siguientes compuestos:

Componente	Número CAS	Función
CR-39 ®	142-22-3	monómero de alilo
CR-39E ®		monómero de alilo (tal como se da a conocer en el documento US7214754)
SK-1.60 ®		monómero no de alilo
2,5(o 2,6)-Bis(iso-cianatometil)-biciclo[2.2.1]heptano	74091-64-8	monómero no de alilo
Tetrakis-mercaptopropionato de pentaeritritol	7575-23-7	monómero no de alilo
4-Mercaptometil-3,6-ditio-1,8-octanoditio	131538-00-6	monómero no de alilo
IPP	105-64-6	catalizador
Cloruro de dimetilestaño	753-73-1	catalizador
Zelec UN		aditivo
Metacrilato de metilo	80-62-6	monómero para preparar nanopartículas de base polimérica

Componente	Número CAS	Función
Dimetacrilato de etilenglicol	97-90-5	agente de reticulación para preparar nanopartículas de base polimérica
2,2'-Azobis(2,4-dimetilvaleronitrilo) (AIVN)	4419-11-8	catalizador
Ortosilicato de tetraetilo (TEOS)	78-10-4	precursor para nanopartículas de base mineral
Dodecilsulfato de sodio (SDS)	151-21-3	tensioactivo iónico
Triton X-100	9002-93-1	tensioactivo

Ejemplo 1: Absorbancia de absorbentes de UV

- 5 Se han usado diversos absorbentes de UV. La absorbancia de absorbentes de UV se ha medido en una disolución de etanol que contiene 0,4 mM/l de absorbente de UV, a la longitud de onda de 400 nm, en una cubeta de cuarzo de 2 mm de grosor. La medición se hace con una referencia a etanol puro como blanco (tabla 1)

Absorbente de UV	Absorbancia a 400 nm
Chiguard BP-6 (131-54-4)	0,027
UV24 (131-53-3)	0,01
2-(2-Hidroxi-5-metoxifenil)benzotriazol	0,121
2-(2-Hidroxi-5-aminofenil)benzotriazol	0,403
2-(2,4-Dihidroxi-5-(2,4-dihidroxifenilcarbonil)fenil)benzotriazol	0,190
2-(2-Hidroxi-5-butoxifenil)benzotriazol	0,123
Seesorb 703 (3896-11-5)	0,057
Eversorb 109 (83044-89-7)	0,035
Sunsorb 327	0,040
Tinuvin 928	0,048

10 Ejemplo 2: Preparación de nanopartículas de base mineral que contienen un aditivo absorbedor de luz mediante microemulsión inversa

- Ej. 2a: Una mezcla de ciclohexano (7,5 ml), n-hexanol (1,8 ml), Triton X-100 (1,5 g), OMNISTAB™47 (40 mg, disponible de Deltachem Co; Ltd), TEOS (0,1 ml) e hidróxido de amonio al 30% (0,06 ml) se mezcla durante 24 h. Entonces, se añade acetona y se recogen las partículas mediante centrifugación, se lavan con etanol y se secan. Las nanopartículas tienen un tamaño monodisperso centrado en 100 nm y un índice de refracción que corresponde a sílice precipitada, alrededor de 1,47.

- Las nanopartículas se dispersan en CR-39 (12,5% en peso de nanopartículas en el monómero) para preparar una mezcla madre (mezcla madre 2a).

- 20 Ej. 2b: Se mezclan 7,56 g de Triton X-100, 5,86 g de hexan-1-ol, 23,46 g de ciclohexano, 1,6 ml de agua desionizada, 0,32 ml de solución de azul de metileno (CAS: 61-73-4, disolución al 1% en peso en agua) que es el aditivo absorbedor de luz, 0,4 ml de TEOS, y 0,24 ml de disolución de hidróxido de amonio al 30% en agua y se agitan a temperatura ambiente durante 24 h.

- 25 Tras 24 h se añade un volumen de acetona (alrededor de 50 ml) a la disolución obtenida, y se recogen las partículas mediante centrifugación, se lavan con acetona o agua, se secan durante la noche a temperatura ambiente y se someten a recocido en un horno a 80°C durante 3 horas.

- 30 0,2 g de las nanopartículas minerales secadas obtenidas se redispersan entonces bajo agitación magnética en aproximadamente 20 ml de acetona y perlas de circonio que tienen un tamaño de 1 mm como agentes de molienda. La mezcla se filtra finalmente para eliminar las perlas de circonio. Entonces se añaden 99,8 g de CR-39® y se separa la acetona a vacío para obtener una mezcla madre (mezcla madre 2b).

- 35 Ej. 2c: Se mezclan 7,56 g de Triton X-100, 30 ml de hexan-1-ol, 7,2 ml de ciclohexano, 1,6 ml de agua desionizada, 0,32 ml de solución de azul de metileno (CAS: 61-73-4, disolución al 1% en peso en agua) que es el aditivo absorbedor de luz, 0,4 ml de TEOS y 0,24 ml de disolución de hidróxido de amonio al 30% en agua y se agitan a temperatura ambiente durante 24 h.

Tras 24 h se añade un volumen de acetona (alrededor de 50 ml) a la disolución obtenida y se recogen las partículas mediante centrifugación, se lavan con acetona o agua, se secan durante la noche a temperatura ambiente. Las nanopartículas tienen un tamaño monodisperso de 100 nm y un índice de refracción que corresponde a sílice precipitada, alrededor de 1,47.

Las nanopartículas se dispersan en CR-39® como en el ejemplo 2b, para preparar una mezcla madre (mezcla madre 2c).

Ej. 2d: Se reprodujo el Ej. 2c (mezcla madre 2d), excepto porque se usaron 1,76 ml de agua desionizada en lugar de 1,6 ml y 7,4 g de Triton X-100 en lugar de 7,56 g. Las nanopartículas tienen un tamaño monodisperso de 80 nm.

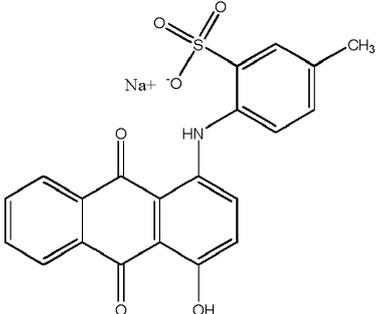
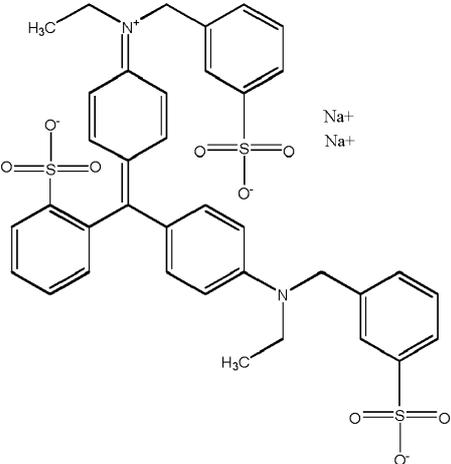
Ej. 2e: Se reprodujo el Ej. 2c (mezcla madre 2e), excepto porque se usaron 2,16 ml de agua desionizada en lugar de 1,6 ml y 7 g de Triton X-100 en lugar de 7,56 g. Las nanopartículas tienen un tamaño monodisperso de 50 nm.

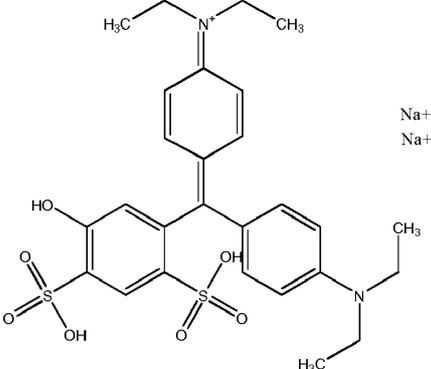
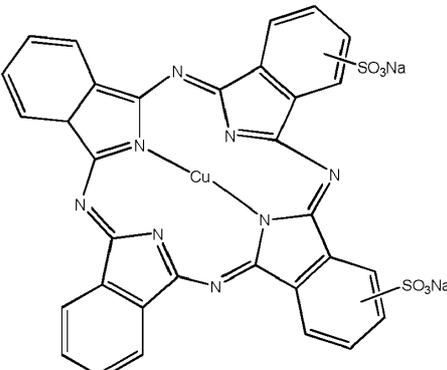
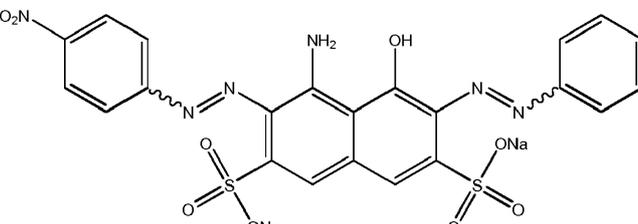
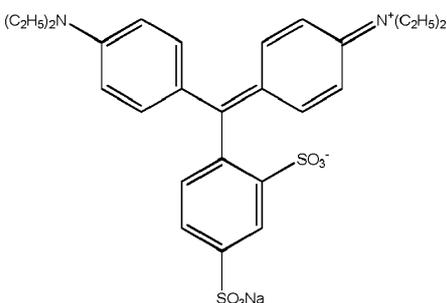
Los ejemplos 2c a 2e muestran que la relación de agua desionizada con respecto a Triton X-100 define el tamaño final de las nanopartículas: cuanto mayor es la relación, menores son las nanopartículas.

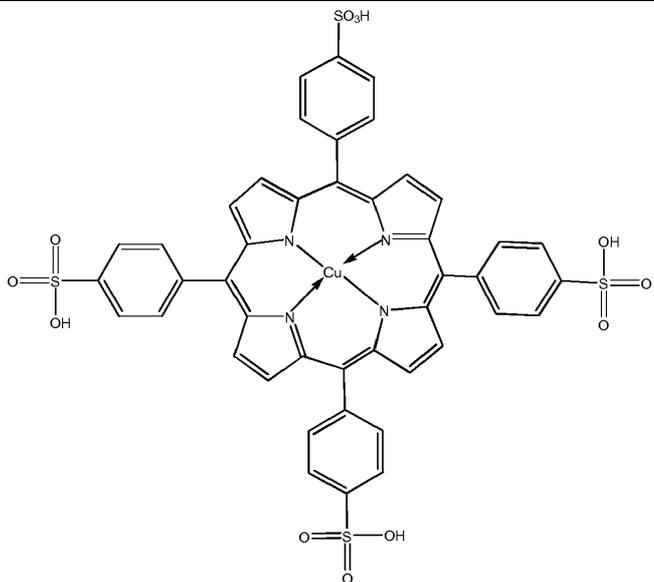
Ej. 2f: Se reprodujo el Ej. 2c (mezcla madre 2f), excepto porque se usaron 1,44 ml de agua desionizada en lugar de 1,6 ml y 7 g de Triton X-100 en lugar de 7,54 g. Además, se añadieron 0,16 ml de disolución de 5,10,15,20-tetrakis(4-sulfonatofenil)-porfina-Cu(II) (TSPP-Cu(II)) (0,01 M en agua desionizada). Las nanopartículas tienen un tamaño monodisperso de 100 nm.

Se han usado otros agentes absorbentes de luz con el mismo procedimiento de preparación, tal como se resume en la tabla A a continuación.

Tabla A

Número del Color Index (C.I.)	Molécula
60730 Violeta ácido 43	
42090 Azul ácido 9	
42051 Azul ácido 3 (Azul patentado V)	

Número del Color Index (C.I.)	Molécula
	
<p>74180 Azul disolvente 38</p>	
<p>20470 Negro ácido 1</p>	
<p>42045 Azul ácido 1</p>	
<p>TSPP-Cu(II)</p>	

Número del Color Index (C.I.)	Molécula
	 <p>The image shows the chemical structure of a copper phthalocyanine derivative. It features a central copper atom (Cu) coordinated to four nitrogen atoms in a square planar arrangement. Each of the four nitrogen atoms is part of a pyrrole ring, which together form the phthalocyanine macrocycle. Attached to the four meso positions of the phthalocyanine ring are four 4-sulfonatephenyl groups. Each group consists of a benzene ring connected to the macrocycle, with a sulfonate group (-SO₃H) attached to the para position of that benzene ring.</p>

Ejemplo 3: Preparación de nanopartículas de base mineral que contienen un aditivo absorbedor de luz mediante microemulsión inversa, con índice de refracción mayor de 1,5.

5 Ej. 3a: Se introducen las nanopartículas obtenidas en el ejemplo 2c en una disolución acuosa del 36,5% en peso de ortotitanato de tetrabutilo (TBOT).

10 Se dispersa 1 g de nanopartícula obtenida en el ejemplo 2b en 25 ml de una mezcla de agua/etanol 20:1 (en volumen). Entonces se añaden 1,85 ml de HCl (disolución al 37% en peso en agua) a la mezcla. Se agita la reacción mediante una barra magnética durante 15 min. Después de esto se añaden gota a gota 9,1 g de ortotitanato de tetrabutilo (TBOT) y se agita la mezcla de manera continua durante 3 h a temperatura ambiente.

15 Se deposita una capa delgada de titanio sobre las nanopartículas a base de sílice, produciendo nanopartículas de núcleo-envuelta. Estas nanopartículas se lavan con etanol, se secan a temperatura ambiente, entonces se someten a recocido a 180°C durante 2 h y tienen un tamaño monodisperso de 100 nm con un índice de refracción alrededor de 1,54.

20 Se prepara una mezcla madre (mezcla madre 3a) como para el ejemplo, 2b, pero usando monómero de resina óptica SK-1.60 (suministrado por Jiangsu Shikexincai Co., Ltd.) como monómero acrílico en lugar de CR-39®. La mezcla madre es transparente, sin turbidez, ya que el índice de refracción de las nanopartículas y del monómero son casi coincidentes.

25 Ej. 3b: Se reproduce el Ej. 3a, excepto porque se añaden 15,0 g de TBOT. Las nanopartículas tienen un tamaño monodisperso de 100 nm con un índice de refracción mayor de 1,55.

Se prepara una mezcla madre (mezcla madre 3b) como para el ejemplo, 2b, pero usando 4-mercaptometil-3,6-ditio-1,8-octanoditioil en lugar de CR-39®. La mezcla madre es transparente, sin turbidez, ya que el índice de refracción de las nanopartículas y del monómero son casi coincidentes.

30 **Ejemplo 4: Preparación de nanopartículas de base mineral que contienen un aditivo absorbedor de luz mediante el proceso de Stöber, con índice de refracción alrededor de 1,47.**

35 Se añaden 384 ml de metanol a una botella de 1000 ml. Entonces se añaden 96 ml de NH₄OH (disolución al 30% en peso en agua) y 6,4 ml de azul de metileno (CAS: 61-73-4, disolución al 2% en peso en agua desionizada). Se agita la mezcla (agitación magnética) a 400 rpm durante 10 min. Después de esto se añaden gota a gota 3,2 ml de TEOS y se agita a 800 rpm durante 2 h.

40 Después de que la reacción esté completa, se comprueba el tamaño de partícula mediante dispersión de luz dinámica. El tamaño de partícula promedio es de alrededor de 200-230 nm (monodisperso).

Se transfiere la mezcla a matraz de botella redondo para evaporar 1 h con el fin de reducir el volumen de metanol desde 500 hasta 100 ml, entonces se centrifuga a 4000 rpm durante 45 min. Se elimina el sobrenadante y se recuperan las nanopartículas como dispersión concentrada en metanol.

5 Entonces se limpia la mezcla dos veces con el siguiente procedimiento: se añaden 50 ml de metanol con sonicación para redispersar la partícula. Las nanopartículas se recogen mediante centrifugación a 4000 rpm durante 30 min.

Las nanopartículas se secan al aire a temperatura ambiental durante la noche, entonces se muelen en un mortero de ágata. Entonces se someten a recocido nanopartículas a 180°C durante 2 horas.

10 Se mezclan 0,3 g de nanopartícula con 99,7 g de monómero CR-39 en una botella de 250 ml. Se sonica la mezcla madre durante 30 min. Se aplica centrifugación a 4000 rpm durante 30 min para eliminar la partícula aglomerada. Se recoge el sobrenadante para obtener una mezcla madre (mezcla madre 4).

15 Se han usado los agentes absorbedores de luz enumerados en la tabla A anterior con el mismo procedimiento de preparación.

Ejemplo 5: Preparación de nanopartículas de base mineral que contienen un aditivo absorbedor de luz mediante el proceso de Stöber, con índice de refracción mayor de 1,5.

20 Se introducen las nanopartículas obtenidas en el ejemplo 4 en una disolución acuosa del 36,5% en peso de ortotitanato de tetrabutilo (TBOT).

25 Se dispersa 1 g de nanopartícula obtenida en el ejemplo 4 en 25 ml de una mezcla de 20 vol. de agua:1 vol. de etanol. Entonces se añaden 1,85 ml de HCl (disolución al 37% en peso en agua) a la mezcla. Se agita la reacción mediante una barra magnética durante 15 min. Después de esto se añaden gota a gota 9,1 g de ortotitanato de tetrabutilo (TBOT) y se agita la mezcla de manera continua durante 3 h a temperatura ambiente.

30 Se deposita una capa delgada de titania sobre las nanopartículas a base de sílice, produciendo nanopartículas de núcleo-envuelta. Estas nanopartículas se lavan con etanol, se secan a temperatura ambiente, entonces se someten a recocido a 180°C durante 2 h y tienen un tamaño monodisperso de 200-230 nm con un índice de refracción alrededor de 1,54.

35 Se prepara una mezcla madre (mezcla madre 5) como para el ejemplo, 4, pero usando pero usando monómero de resina óptica SK-1.60 (suministrado por Jiangsu Shikexincai Co., Ltd.) como monómero acrílico en lugar de CR-39®. La mezcla madre es transparente, sin turbidez, ya que el índice de refracción de las nanopartículas y del monómero son casi coincidentes.

Ejemplo 6: Preparación de lentes oftálmicas según la invención

40 Ej. 6.a:

	Comparativa	Lente 1	Lente 2	Lente 3	Lente 4	Lente 5
Material	Partes en peso					
CR39®	94,5	92,0	28,0	34,0	94,5	94,5
CR39E®	2,0	2,0			2,0	2,0
Tereftalato de dialilo			66,0			
Isoftalato de dialilo				60,0		
Azul de metileno	0,009					
Mezcla madre 4		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
IPP	3,2	3,2	3	2,9	3,2	3,2
Chiguard BP-6	0,3	0,3	0,3	0,3		
UV24					0,3	
Muestra A						0,3

45 La composición polimerizable se fabrica pesando y mezclando los componentes en un vaso de precipitados a temperatura ambiente. En primer lugar se mezclan el CR39® y eventualmente el CR39E® o ftalatos de dialilo. Una vez homogéneos, se añade el absorbente de UV y se mezcla hasta la dispersión completa. Entonces se añaden azul de metileno (como disolución en CR39®) o nanopartículas en mezcla madre y se mezcla de nuevo el contenido del

vaso de precipitados hasta la dispersión completa. Finalmente se añade IPP y se agita meticulosamente la mezcla, entonces se desgasifica y se filtra.

Entonces se llena un molde biplano de vidrio de 71 mm de diámetro con la composición usando una jeringa y se lleva a cabo la polimerización en un horno electrónico regulado, en el que se aumenta gradualmente la temperatura desde 45°C hasta 85°C en 15 horas, entonces se mantiene constante a 85°C durante 5 horas. Entonces se desmonta el molde y la lente resultante tiene un grosor de 2 mm en su centro.

La Figura 1 muestra la transmitancia luminosa (% de T) 1 para el rango de luz de desde 330 nm hasta 780 nm (longitud de onda) de la composición polimerizable en el estado líquido (línea discontinua) y la transmitancia luminosa (% de T) de la lente comparativa tras la polimerización (línea continua). Evidentemente, el azul de metileno estaba presente en la composición líquida (90 ppm, produciendo un mínimo en la transmitancia a 650 nm) y ha desaparecido tras la polimerización (ningún mínimo en la transmitancia), debido a la degradación durante la polimerización.

La transmitancia luminosa (% de T) de la lente inventiva 1 para el rango de luz de desde 330 nm hasta 780 nm (longitud de onda) se muestra en la Figura 2. Se observa un ligero mínimo en la transmitancia alrededor de 580-600 nm, asociado a la absorción de azul de metileno. De hecho, el azul de metileno introducido dentro de las cápsulas (90 ppm de cápsulas, para un equivalente de 2 ppm de azul de metileno) no se ha degradado durante la polimerización. La comparación de las curvas continuas de las Figuras 1 y 2 demuestra claramente la ventaja de la encapsulación de azul de metileno: 2 ppm de azul de metileno encapsulado son eficientes, mientras que 90 ppm de azul de metileno no encapsulado se degradan completamente.

Por último, puede observarse claramente que por debajo de 400 nm, la luz no se transmite en absoluto (la transmitancia luminosa es menor del 1% hasta 404 nm) y que la luz se transmite ligeramente menos a lo largo de 420-450 nm, produciendo una transmitancia luminosa promedio a lo largo de 420-450 nm de TB=80%, demostrando una absorción significativa de luz violeta-azul HEV, alrededor del 20%. Además, la transmitancia a 430 nm es del 80%.

La luz transmitida a través de la lente comparativa y la inventiva 1 mostró los siguientes parámetros colorimétricos:

	Comparativa	Lente 1
L*	95,5	94,87
a*	-3,0	-2,4
b*	6,9	3,4
Yi (E313 C/2º)	8,8	3,2

Como tal, la lente oftálmica inventiva que comprende un tinte encapsulado según la presente invención presenta un buen compromiso entre la absorción de luz azul y el color residual (YI por debajo de 5), mientras que la lente oftálmica comparativa que comprende un tinte no encapsulado presenta un alto índice de amarilleamiento.

Las lentes inventivas 2 y 3 mostraron rendimientos similares al de la lente inventiva 1.

Además, las lentes inventivas 1 a 3 obtenidas cumplieron todos los requisitos mecánicos habituales.

Finalmente, las lentes 4 y 5 se prepararon con el mismo proceso, pero reemplazando el absorbente de UV Chiguard BP-6 por UV24 (0,3%) o 2-(2-hidroxi-5-metoxifenil)benzotriazol (muestra A anotada en la tabla 1; 0,3%) para producir lentes con TB=70% o TB=88% (resp.) y parámetros colorimétricos similares de luz transmitida.

Ej. 6b:

Tabla 3

Material	Partes en peso
2,5(o 2,6)-Bis(iso-cianatometil)-biciclo[2.2.1]heptano	50,54
Tetrakis-mercaptopropionato de pentaeritritol	23,87
4-Mercaptometil-3,6-ditia-1,8-octanoditil	23,47
Mezcla madre 3b	4,00
Seesorb 703	0,012
Cloruro de dimetilestaño (DMC)	0,04
Zelec-UN	0,07

ES 2 819 828 T3

La combinación de monómeros se fabrica pesando y mezclando los componentes de la tabla 3 de la siguiente manera.

- 5 En primer lugar se mezclan 2,5(o 2,6)-bis(iso-cianatometil)-biciclo[2.2.1]heptano, DMC y Zelec UN ® a temperatura ambiente a vacío durante 1 h. Una vez homogénea, se enfría la mezcla hasta 5°C, entonces se transfiere gas de N₂ dentro de la botella para liberar el vacío. Después de esto se añaden tetrakis-mercaptopropionato de pentaeritritol, 4-mercaptopetil-3,6-ditio-1,8-octanoditiol y mezcla madre 3b, entonces se agita la mezcla hasta la dispersión completa a vacío a 5°C. Se libera el vacío mediante reemplazo de N₂.
- 10 Se llena un molde biplano con 71 mm de diámetro con mezcla de monómeros usando una jeringa. El ciclo de polimerización empieza a 15°C y entonces se aumenta gradualmente la temperatura hasta 130°C en 16 horas y se mantiene constante durante 3 h. Entonces se desmonta el molde y se obtiene la lente transparente con un grosor en el centro de 2 mm.
- 15 Con esta lente no se transmite en absoluto luz por debajo de 400 nm y la transmitancia a 430 nm es del 80% y la luz transmitida presenta un índice de amarilleamiento bajo.

REIVINDICACIONES

1.- Una lente oftálmica que comprende un sustrato compuesto que comprende:

- 5 a) una matriz obtenida mediante la polimerización de al menos un monómero u oligómero de alilo o no de alilo en presencia de un catalizador para iniciar la polimerización de dicho monómero u oligómero,
- b) al menos un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas que están dispersadas en dicha matriz,
- 10 c) al menos un absorbente de UV,

en la que la transmitancia óptica a través de una lente oftálmica de 2 mm de grosor es menor del 1% para cada longitud de onda luminosa que oscila entre 280 y 400 nm, y mayor del 65% para luz que tiene una longitud de onda de 430 nm.

15 2.- La lente oftálmica según la reivindicación 1, en la que la matriz se elige de una resina termoplástica, tal como una poliamida, poliimida, polisulfona, policarbonato, poli(tereftalato de etileno), poli((met)acrilato de metilo), triacetato de celulosa o copolímeros de los mismos, o se elige de una resina termoendurecible, tal como un copolímero de olefina cíclica, un homopolímero o copolímero de ésteres alílicos, un homopolímero o copolímero de alilcarbonatos de polioles aromáticos o alifáticos lineales o ramificados, un homopolímero o copolímero de ácido (met)acrílico y ésteres de los mismos, un homopolímero o copolímero de ácido tio(met)acrílico y ésteres de los mismos, un homopolímero o copolímero de uretano y tiouretano, un homopolímero o copolímero de epoxi, un homopolímero o copolímero de sulfuro, un homopolímero o copolímero de disulfuro, un homopolímero o copolímero de episulfuro, un homopolímero o copolímero de tiol e isocianato, y combinaciones de los mismos.

25 3.- La lente oftálmica según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el aditivo absorbedor de luz se elige de un colorante, tal como un tinte o un pigmento, un aditivo absorbedor de luz incoloro o mezclas de los mismos, preferiblemente el aditivo absorbedor de luz es un colorante.

30 4.- La lente oftálmica según una cualquiera de la reivindicación 1 a 3, en la que las nanopartículas comprenden un polímero, preferiblemente las nanopartículas comprenden un polímero seleccionado en el grupo que consiste en un polímero acrílico, un polímero vinílico, un polímero alílico, y mezclas de los mismos.

35 5.- La lente oftálmica según una cualquiera de la reivindicación 1 a 3, en la que las nanopartículas comprenden un óxido mineral, preferiblemente las nanopartículas comprenden un óxido mineral seleccionado en el grupo que consiste en SiO₂, TiO₂, ZrO₂, Al₂O₃, y mezclas de los mismos.

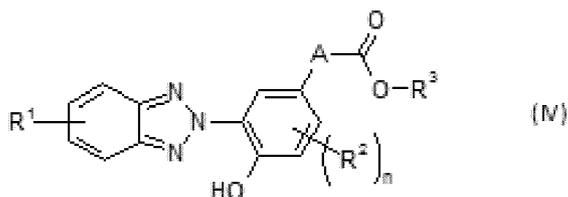
40 6.- La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que las nanopartículas presentan un tamaño de desde 1 nm hasta 10 μm, preferiblemente de 10 nm a 5 μm, medido según el método de dispersión de luz dinámica.

45 7.- La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la cantidad de aditivo absorbedor de luz en las nanopartículas es de desde el 0,0001 hasta el 90% en peso, en particular del 0,01 al 50% en peso, más particularmente del 0,1 al 10% en peso basado en el peso de las nanopartículas.

8.- La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la cantidad de nanopartículas en la composición es de desde el 0,001% en peso hasta el 1% en peso, preferiblemente del 0,0025% en peso al 0,1% en peso basado en el peso de la composición.

50 9.- La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el absorbente de UV se selecciona de:

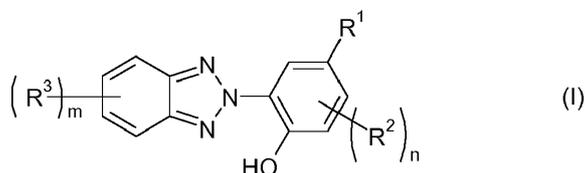
- 55 a) derivados de benzofenona, en particular 2,2'-dihidroxi-4,4'-dimetoxibenzofenona, 2,2'-dihidroxi-4-metoxibenzofenona y 2,2',4,4'-tetrahidroxibenzofenona; o
- b) derivados de benzotriazol, en particular 2-(2-hidroxi-3-terc-butil-5-metilfenil)-5-cloro-2H-benzotriazol y 2-(2H-benzotriazol-2-il)-6-(1-metil-1-feniletíl)-4-(1,1,3,3-tetrametilbutil)fenol; o
- 60 c) compuesto de clorobenzotriazol que tiene al menos un grupo éster, en particular compuestos de fórmula (IV)



5 en la que A es un grupo divalente, R¹ es un grupo cloro, los grupos R² son grupos monovalentes idénticos o diferentes, n es un número entero que oscila entre 1 y 3, y R³ es un grupo alquilo o arilo sustituido o no sustituido, lineal o ramificado,

con la condición de que el compuesto de clorobenzotriazol no comprenda ningún grupo polimerizable seleccionado de restos alílicos, acrílicos y metacrílicos; o

- 10 d) 2-(2-hidroxi-5-R¹-fenil)benzotriazol, en el que R¹ es un grupo resonante seleccionado de los grupos amino, hidroxilo, alcoxi, ariloxi, alquilamino, arilamino, dialquilamino, diarilamino, (aril)(alquil)amino, formamido, alquilamido, arilamido, formiloxi, alquilcarboxi, arilcarboxi, alquilimino y arilimino, en particular compuestos de fórmula (I)



15 en la que R¹ es un grupo resonante, los grupos R² son grupos monovalentes idénticos o diferentes, n es un número entero igual a 0 o 1, los grupos R³ son grupos monovalentes idénticos o diferentes, m es un número entero que oscila entre 0 y 2; o

- 20 e) derivados de triazina; o
- f) derivados de oxalanilida; o
- 25 g) mezclas de los mismos.

10.- Un proceso para preparar la lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende las etapas de:

- 30 a) proporcionar monómeros u oligómeros a partir de los cuales puede prepararse la matriz;
- b) preparar un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas en forma de un polvo que es dispersable dentro de los monómeros u oligómeros o en forma de una dispersión de nanopartículas en un líquido que es dispersable dentro de los monómeros u oligómeros;
- 35 c) proporcionar un catalizador para iniciar la polimerización de dichos monómeros u oligómeros;
- d) proporcionar un absorbente de UV;
- 40 e) mezclar los monómeros u oligómeros, las nanopartículas el catalizador y absorbente de UV para obtener una composición líquida polimerizable en la que están dispersadas las nanopartículas
- e) opcionalmente depositar la composición líquida polimerizable sobre un sustrato;
- 45 f) curar la composición líquida polimerizable.

11.- Uso de un aditivo absorbedor de luz contenido en nanopartículas dispersadas en la lente oftálmica tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 para impedir la degradación de dicho aditivo absorbedor de luz mediante un catalizador para iniciar la polimerización de un monómero u oligómero, en particular para impedir el amarilleamiento de dicha lente oftálmica.

50

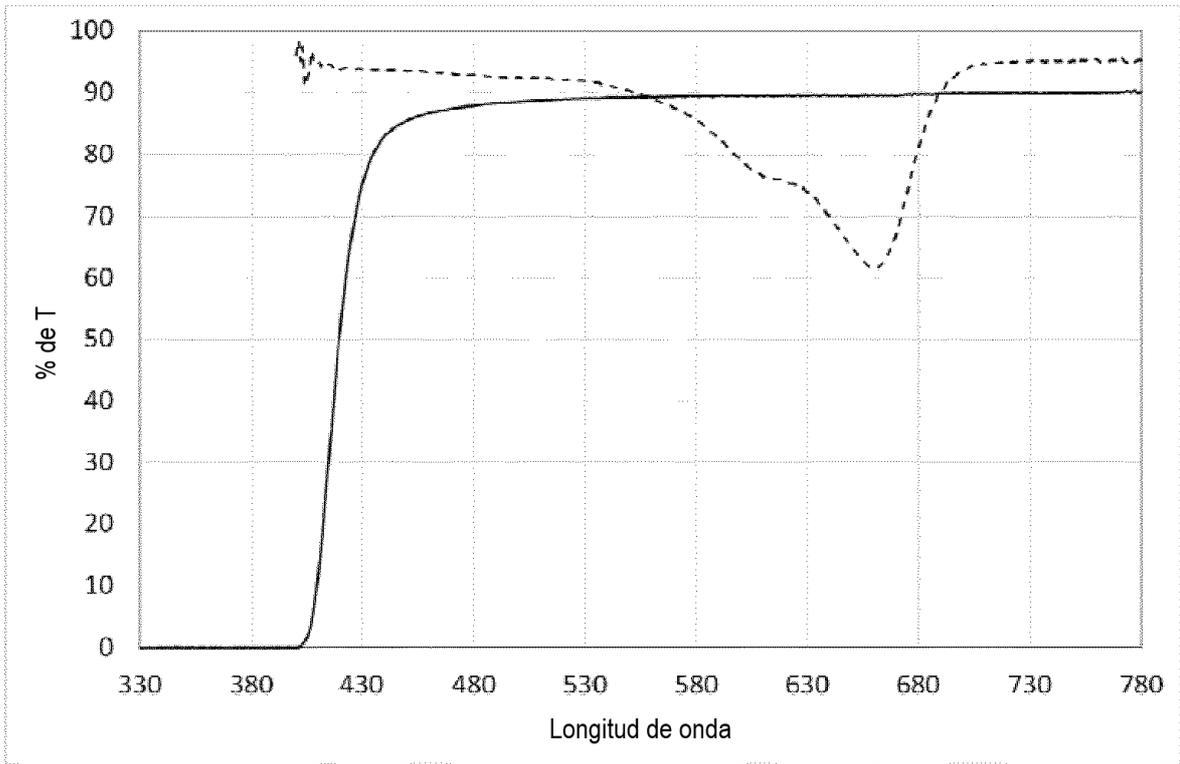


Figura 1

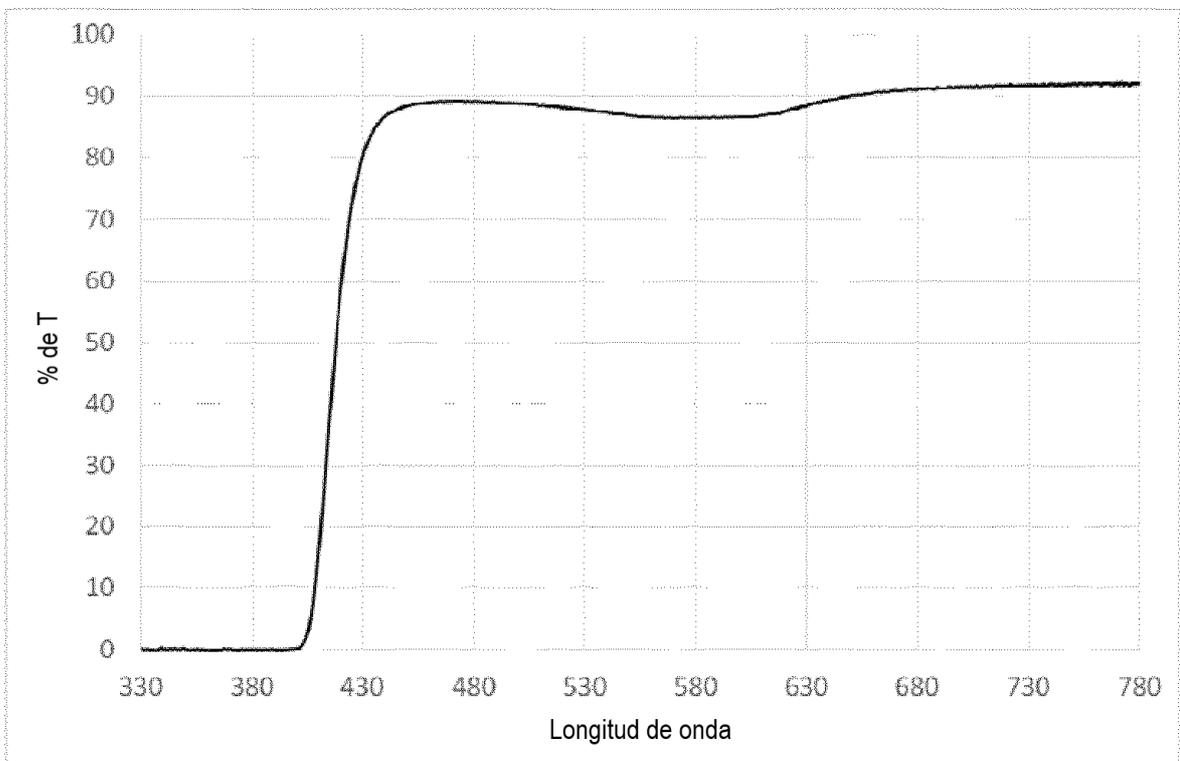


Figura 2