

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 941 899**

51 Int. Cl.:

C09D 5/32 (2006.01)

C09D 7/00 (2008.01)

C09D 163/00 (2006.01)

G02C 7/10 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2016** **E 16306547 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2023** **EP 3327091**

54 Título: **Composición con funcionalidad epoxi que protege tintes de la fotodegradación y recubrimientos curados preparados a partir de la misma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.05.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ZHENG, HAIPENG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 941 899 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 con funcionalidad epoxi que protege tintes de la fotodegradación y recubrimientos curados preparados a partir de la misma

La presente invención se refiere a composiciones curables con funcionalidad epoxi que contienen un tinte absorbente que bloquea longitudes de onda que pueden presentar un impacto sobre la salud en las que el tinte presenta propiedades mejoradas de fotorresistencia, a recubrimientos basados en epoxi obtenidos a partir de las mismas y a artículos ópticos, en particular lentes oftálmicas, que contienen dicho recubrimiento.

En el campo de la óptica, es usual recubrir artículos con recubrimientos para conferir a los artículos diversas propiedades mecánicas y/u ópticas. Por lo tanto, clásicamente, recubrimientos tales como recubrimientos resistentes al impacto, antiabrasión/resistentes a los arañazos y/o antirreflexión se forman sucesivamente sobre una lente oftálmica.

Se puede desear conferir una función de filtrado al artículo óptico para prevenir o limitar la transmisión de longitudes de onda específicas de luz, especialmente luz perjudicial para la retina, pero esto se debe hacer sin modificar sus propiedades, tales como la resistencia a la abrasión, la transparencia o la adherencia de los recubrimientos.

De hecho, la luz visible como es percibida por los seres humanos se extiende aproximadamente sobre un espectro que varía desde una longitud de onda de 380 nm hasta una longitud de onda de 780 nm. La parte de este espectro que varía desde alrededor de 400 nm hasta alrededor de 500 nm corresponde de hecho a longitud de onda de alta energía, esencialmente luz azul.

Muchos estudios (véase, por ejemplo, Kitchel E., "The effects of blue luz on ocular health", Journal of Visual Impairment and Blindness Vol. 94, No. 6, 2000, o Glazer-Hockstein et al., Retina, Vol. 26, No. 1. pp. 1-4, 2006) sugieren que parte de la luz azul tiene efectos fototóxicos sobre la salud del ojo humano, y especialmente sobre la retina. Los estudios de fotobiología ocular demostraron que una exposición excesivamente prolongada o intensa a luz azul puede inducir enfermedades oftálmicas graves, tales como degeneración macular senil (DMS) o cataratas. Algunos estudios se describen, por ejemplo, en el artículo titulado "Phototoxic Action Spectrum on a retinal Pigment Epithelium model of Age-Related macular Degeneration Exposed to Sunlight Normalized Conditions", por el autor Arnault, Barrau et al., publicado el 23 de agosto de 2013, en la página web plosone.org. Por lo tanto, se recomienda limitar la exposición a la luz azul potencialmente perjudicial, en particular en lo que respecta a la banda de longitud de onda con un aumento de la peligrosidad (420-450 nm).

La incorporación en un recubrimiento de un tinte de filtración óptica capaz de cortar intervalos de longitudes de onda específicos puede ser difícil, ya que es necesario adaptar la formulación de la composición óptica de recubrimiento. Es especialmente difícil conseguir un recubrimiento transparente sin turbidez, debido a la mala solubilidad de los tintes, y la adaptación de la formulación para solubilizar los tintes podría modificar las propiedades del recubrimiento.

Otro problema es que la mayoría de los tintes absorbentes usados para la preparación de recubrimientos con capacidad de filtración óptica, y en particular tintes amarillos, muestran problemas de fotoestabilidad cuando se exponen a los rayos UV y/o a la luz del sol.

Varias referencias, tales como J. C. V. P. Moura, A. M. F. Oliveira-Campos, J. Griffiths, Dyes and Pigments, 33(3), 1997, 173-196, se refieren al efecto de aditivos sobre la fotoestabilidad de los tintes en polímeros. El artículo Y. Yang, G. Qian, D. Su, M. Wang, Optics Communications, 239 (4-6), 2004, 415-420 sugiere el uso de aditivos fotoestables que incluyen 1,4-diazobis[2,2,2]octano (DABCO), 2,2,6,6-tetrametilpiperidina (TMP) y coumarina 440 para mejorar la fotoestabilidad del tinte pirrometeno 567 en recubrimientos de silicato. El documento de patente WO 2008/146087 desvela tintas y recubrimientos para la producción de elementos sensibles al oxígeno con fotoestabilidad mejorada, usando fotoestabilizadores seleccionados.

Sin embargo, el uso de este enfoque de estabilización tradicional por antioxidantes, absorbentes de UV, etc., puede ser muy perjudicial para los rendimientos del recubrimiento final cuando se emplea una cantidad significativa de los aditivos, que puede conducir a una disminución de la dureza del recubrimiento, rigidez, claridad óptica, etc. Además, algunos absorbentes de UV pueden interactuar con la resina epoxi o molécula de tinte durante un proceso de curado, que conduce a un cambio en el intervalo de longitud de onda de absorción del tinte, o provoca problemas de solubilidad o turbidez del recubrimiento.

El documento de patente US 2009/0311518 desvela una composición de recubrimiento acrílica fotocurable resistente a la abrasión que puede proporcionar buena adherencia a los recubrimientos posteriores depositados encima, que comprende tres compuestos de acrilato diferentes, al menos un compuesto que tiene al menos dos grupos epoxi y que no comprende ningún átomo de silicio que lleve grupos hidrolizables o grupos hidroxilo, un hidrolizado de un epoxisilano que tiene desde 2 hasta 6 grupos funcionales que genera un grupo silanol con hidrólisis, al menos un compuesto de éter no polimerizable e iniciadores.

El documento de patente WO 02/08309 desvela una composición catiónicamente polimerizable o reticulable que comprende un compuesto de galato de onio como iniciador para la polimerización catiónica, y compuestos que

contienen epoxi reactivos, compuestos que contienen vinil éter y/o compuestos que contienen éteres cíclicos. Se desvelan diversos compuestos de epoxi que comprenden al menos un grupo cicloalifático o arilo.

El estado de la técnica relevante también incluye los documentos de patente CA 993240, EP 0204304, JP 2014-149514, EP 2927717, WO 2010/111499, WO 2015/097169 y WO 2013/171434.

5 Sin embargo, estas solicitudes de patente no se refieren a la fotodegradación o fotoestabilidad de tintes.

En vista de lo anterior, existe una necesidad de un artículo óptico capaz de bloquear al menos parcialmente la transmisión de luz en el intervalo de longitud de onda azul del espectro de luz sin afectar las propiedades funcionales de otros recubrimientos. El proceso para la fabricación de dicho artículo debe ser simple, fácil de implementar y reproducible. También se desea que el artículo óptico bloquee selectivamente un intervalo relativamente estrecho del espectro, y presente un bajo nivel de amarilleamiento.

Otro objetivo es obtener un recubrimiento de filtración óptica que tenga una resistencia mejorada a la fotodegradación y un aspecto cosmético mejorado, tal como baja turbidez.

Los inventores descubrieron que la fotoestabilidad mejorada de los tintes contenidos en un recubrimiento se podría lograr usando compuestos reactivos específicos (monómeros) en la serie epoxi. Además, los compuestos reactivos epoxi seleccionados mostraron buena compatibilidad con tintes, que conducen a recubrimientos de baja turbidez.

Para abordar las necesidades de la presente invención y remediar los inconvenientes anteriormente mencionados del estado de la técnica, el solicitante proporciona una composición de recubrimiento de filtración óptica, que comprende al menos un tinte absorbente que se selecciona de una porfirina y una quinolina y selectivamente y al menos parcialmente inhibe la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 400 nm - 500 nm, y tiene un cromóforo conjugado, uno o más compuestos de epoxi que comprenden al menos un grupo cicloalifático o arilo, siendo la relación entre el número de átomos de carbono / el número de átomos de oxígeno en dicho compuesto de epoxi superior o igual a 3, y representando el peso del extracto seco de dichos compuestos de epoxi presentes en la composición más del 33 % del peso del extracto seco de la composición.

En una realización, el tinte que inhibe al menos parcialmente la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 400 nm - 500 nm, y tiene un cromóforo conjugado, es al menos un tinte absorbente que tiene un cromóforo conjugado e inhibe al menos parcialmente la transmisión de luz en al menos un intervalo de longitud de onda seleccionado incluido dentro del intervalo de longitud de onda de 400 nm - 500 nm.

La composición de recubrimiento de la presente invención, que se basa principalmente en monómeros epoxi, se puede aplicar sobre la superficie principal del sustrato de un artículo óptico. A este respecto, la invención también se refiere a un artículo óptico que tiene al menos una superficie principal que comprende un recubrimiento obtenido depositando sobre un sustrato y curando la composición mencionada anteriormente.

Por lo tanto, la presente invención usa un recubrimiento específico dedicado a la función de filtración, que evita modificar los valores añadidos proporcionados por los otros recubrimientos funcionales que pueden estar tradicionalmente presentes en la superficie del artículo óptico.

Como se usa en el presente documento, cuando un artículo comprende una o más capa(s) o recubrimiento(s) sobre la superficie del mismo, "depositar una capa o un recubrimiento sobre el artículo" significa que una capa o un recubrimiento se deposita sobre la superficie (expuesta) sin cubrir del recubrimiento externo del artículo, es decir, el recubrimiento que está más alejado del sustrato.

Como se usa en el presente documento, un recubrimiento que está "sobre" un sustrato/recubrimiento o que se ha depositado "sobre" un sustrato/recubrimiento se define como un recubrimiento que (i) está situado encima del sustrato/recubrimiento, (ii) no está necesariamente en contacto con el sustrato/recubrimiento, es decir, uno o más recubrimiento(s) intermedio(s) pueden estar intercalados entre el sustrato/recubrimiento y el recubrimiento relevante (sin embargo, entra preferentemente en contacto con dicho sustrato/recubrimiento), y (iii) no cubre necesariamente completamente el sustrato/recubrimiento. Cuando se dice que un recubrimiento 1 está localizado "debajo" de un recubrimiento 2, se debe entender que el recubrimiento 2 está más alejado del sustrato que el recubrimiento 1.

El artículo óptico según la invención es preferentemente un artículo óptico transparente, en particular una lente óptica o lente en bruto, más preferentemente una lente oftálmica o lente en bruto.

El término "lente oftálmica" se usa para significar una lente adaptada a una montura de las gafas para proteger el ojo y/o corregir la vista. Dicha lente se puede elegir de lentes afocales, unifocales, bifocales, trifocales y progresivas. Aunque la óptica oftálmica es un campo preferido de la invención, se entenderá que la presente invención se puede aplicar a elementos ópticos de otros tipos donde la filtración de longitudes de onda especificadas puede ser beneficioso, tal como, por ejemplo, lentes para instrumentos ópticos, gafas de seguridad, filtros, particularmente para fotografía, astronomía o la industria del automóvil, visores ópticos, visores oculares, óptica de sistemas de iluminación, mamparas, acristalamientos, etc.

Si el artículo óptico es una lente óptica, se puede recubrir sobre su superficie principal delantera, lado principal trasero, o ambos lados con el recubrimiento de la invención. Como se usa en el presente documento, la cara trasera del sustrato pretende significar la cara que, cuando se usa el artículo, es la más cercana al ojo del usuario. En general, es una cara cóncava. Por el contrario, la cara delantera del sustrato es la cara que, cuando se usa el artículo, es la más alejada del ojo del usuario. En general, es una cara convexa. El artículo óptico también puede ser un artículo para piano.

Un sustrato, en el sentido de la presente invención, se debe entender que significa un sustrato sin recubrir y, en general, tiene dos caras principales. El sustrato puede ser en particular un material ópticamente transparente que tiene la forma de un artículo óptico, por ejemplo, una lente oftálmica destinada a ser montada en cristales. En este contexto, el término "sustrato" se entiende que significa el material constituyente de la base de la lente óptica y más particularmente de la lente oftálmica. Este material actúa de soporte para una pila de uno o más recubrimientos o capas funcionales.

El sustrato del artículo óptico, recubierto sobre al menos una cara con un recubrimiento según la invención, puede ser un mineral o un vidrio orgánico, por ejemplo, un vidrio orgánico fabricado de un plástico termoplástico o termoestable elegido, en general, de materiales transparentes de calidad oftálmica usada en la industria oftálmica.

Como clases especialmente preferidas de materiales de sustrato se mencionan policarbonatos, poliamidas, poliimidas, polisulfonas, copolímeros de poli(tereftalato de etileno) y policarbonato, poliolefinas, tales como polinorbornenos, resinas resultantes de la polimerización o (co)polimerización de bis alil carbonatos de alquilenglicol, tales como polímeros y copolímeros de bis(alilcarbonato) de dietilenglicol (comercializado, por ejemplo, con el nombre comercial CR-39® por las empresa PPG Industries, siendo las lentes comercializadas correspondientes denominadas lentes ORMA® de ESSILOR), policarbonatos, tales como los derivados de polímeros y copolímeros de bisfenol A, (met)acrílicos o tio(met)acrílicos, tales como polímeros y copolímeros de poli(metacrilato de metilo) (PMMA), uretano y tiouretano, polímeros y copolímeros de epoxi, polímeros y copolímeros de episulfuro.

Antes de depositar los recubrimientos, la superficie del sustrato se somete normalmente a un tratamiento de activación y limpieza superficial físico o químico, para mejorar la adherencia de la capa a depositar, tal como se desvela en el documento de patente WO 2013/013929.

El recubrimiento según la invención es un recubrimiento de epoxi, resultante de la polimerización de al menos un compuesto de epoxi según la invención, es decir, un compuesto que comprende al menos un grupo epoxi y al menos un grupo cicloalifático o arilo y que tiene una relación específica de átomos de C/O. Dicha relación: número de átomos de carbono / número de átomos de oxígeno en el compuesto de epoxi es superior o igual a 3, preferentemente superior o igual a 3,5.

El hallazgo de que los compuestos de epoxi según la invención proporcionan beneficios en términos de la fotoestabilidad de los tintes es bastante sorprendente. Los compuestos de epoxi según la invención se pueden observar como compuestos de epoxi pobres en electrones en su estructura y alta relación C/O. Sin desear quedar ligado por teoría, se cree que los compuestos de epoxi ricos en electrones son responsables de la fotodegradación de los tintes y que los recubrimientos según la invención muestran menor fotodegradación de los tintes, ya que contienen menos cadenas de polímero obtenidas de compuestos de epoxi ricos en electrones.

Además, los compuestos de epoxi según la invención proporcionan grupos/segmentos no polares y pobres en electrones en la red de polímero, que son compatibles con la mayoría de los tintes absorbentes, que conducen a composiciones que proporcionan, tras el curado, recubrimientos claros transparentes con baja turbidez.

Los compuestos de epoxi según la invención son éteres cíclicos y preferentemente son epóxidos (oxiranos). Como se usa en el presente documento, el término epóxido representa una subclase de compuestos de epoxi que contienen un éter cíclico saturado de tres miembros.

El término "arilo" indica un radical carbocíclico aromático que comprende solo un anillo (por ejemplo, un grupo fenilo) o varios anillos (por ejemplo, grupos naftilo o terfenilo), opcionalmente condensados, que se pueden sustituir opcionalmente con uno o más grupos, tales como, sin limitación, grupo alquilo (por ejemplo, metilo), hidroxialquilo, aminoalquilo, hidroxilo, tiol, amino, halógeno (flúor, bromo, yodo o cloro), nitro, alquiltio, alcoxi (por ejemplo, metoxi), ariloxi, monoalquilamino, dialquilamino, acilo, carboxilo, alcocarbonilo, ariloxicarbonilo, hidroxisulfonilo, alcóxisulfonilo, ariloxisulfonilo, alquilsulfonilo, alquilsulfonilo, ciano, trifluorometilo, tetrazolilo, carbamoilo, alquilcarbamoilo o dialquilcarbamoilo. Alternativamente, dos posiciones adyacentes del anillo aromático se pueden sustituir con un grupo metilendioxi o etilendioxi.

El término "arilo" también incluye grupos "heteroarilo", es decir, anillos aromáticos en los que uno o más átomos de carbono del (de los) anillo(s) aromático(s) se han sustituido con un heteroátomo, tal como nitrógeno, oxígeno, fósforo o azufre.

El término "cicloalifático" indica un radical carbocíclico saturado o insaturado, pero no aromático, que comprende uno o varios anillos opcionalmente condensados, que se puede sustituir opcionalmente con uno o más de los grupos citados anteriormente para el grupo arilo. El término "cicloalifático" también incluye grupos "heterocicloalifáticos", es

decir, anillos monocíclicos o policíclicos no aromáticos en los que uno o más átomos de carbono del (de los) anillo(s) se han sustituido con un heteroátomo, tal como nitrógeno, oxígeno, fósforo o azufre. El grupo cicloalifático es preferentemente un grupo cicloalquilo.

El extracto seco de un compuesto o composición es el peso total del compuesto o composición después de la retirada completa del (de los) disolvente(s) volátil(es) a de 100 °C a 110 °C en un horno. El extracto seco también se denomina contenido de sólidos, porcentaje de material no volátil en peso o % de NVM. Los procedimientos tradicionales de determinación de sólidos duran 60 min a de 105 °C a 110 °C en un horno, y requieren pesadas tanto antes como después del platillo de muestra y la muestra (designaciones ASTM: D2369 y D2926-80). Los nuevos procedimientos usando el analizador de sólidos comercial Mark 3 comprado de Sartorius, o SMART Turbo™ comprado de CEM, solo necesita 2 a 10 minutos, dependiendo del contenido de volátiles/ humedad y la viscosidad del material.

Por lo tanto, el extracto seco se puede calcular teóricamente, por ejemplo, como se describe en el documento de patente EP614957. El extracto seco de epoxi que no tiene grupos hidrolizables es su propio peso.

El recubrimiento de epoxi comprende compuestos de epoxi que tienen al menos un grupo cicloalifático o arilo y una relación C/O superior o igual a 3 en cantidad tal que el peso del extracto seco de los compuestos de epoxi represente más del 33 % del peso del extracto seco de la composición, preferentemente al menos el 40 %, al menos el 50 %, al menos el 60 %, al menos el 70 %, al menos el 80 %, al menos el 90 % o al menos el 95 % del peso del extracto seco de la composición.

La composición según la invención comprende preferentemente al menos el 30 % en peso de compuestos de epoxi que comprenden al menos un grupo cicloalifático o arilo y que tienen una relación C/O ≥ 3 , con respecto al peso total de compuestos de epoxi en la composición, más preferentemente al menos el 40 %, al menos el 50 %, al menos el 60 %, al menos el 70 %, al menos el 80 %, o al menos el 90 % en peso. En una realización, la composición comprende el 100 % en peso de compuestos de epoxi según la invención, es decir, compuestos de epoxi que comprenden al menos un grupo cicloalifático o arilo y que tienen una relación C/O ≥ 3 , con respecto al peso total de los compuestos de epoxi en la composición.

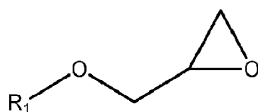
El peso del extracto seco de los compuestos de epoxi que no comprenden ningún átomo de silicio que tenga al menos un grupo hidrolizable unido directamente al átomo de silicio representa preferentemente más del 45 % del peso del extracto seco de la composición, más preferentemente al menos el 50 %, al menos el 60 %, al menos el 70 %, al menos el 80 %, al menos el 90 % o el 100 % del peso del extracto seco de la composición.

La composición según la invención comprende preferentemente al menos el 40 % en peso de los compuestos de epoxi que no comprenden ningún átomo de silicio que tenga al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio, con respecto al peso total de los compuestos de epoxi en la composición, más preferentemente al menos el 45 %, al menos el 50 %, al menos el 60 %, al menos el 70 %, al menos el 80 %, al menos el 90 % en peso o el 100 % en peso.

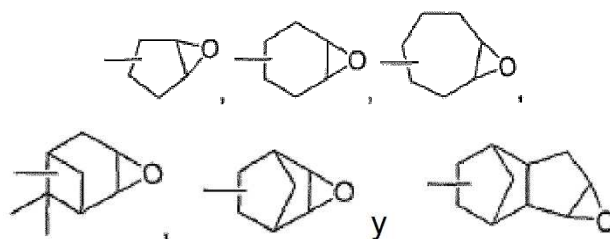
Los compuestos de epoxi según la invención comprenden preferentemente al menos dos grupos epoxi. En general, estos compuestos contienen 2 a 3 grupos epoxi por molécula, si bien también se pueden usar compuestos de epoxi polifuncionales que contienen más de 3 grupos epoxi por molécula (generalmente 4-8), además de o en sustitución de los compuestos de epoxi que contienen 2 a 3 grupos epoxi. Preferentemente, contienen no más de 4, mejor no más de 3 grupos epoxi, e incluso mejor son diepóxidos.

En una realización, los compuestos de epoxi según la invención no comprende ningún átomo de silicio que tenga al menos un grupo hidrolizable unido directamente al átomo de silicio. Más preferentemente, los compuestos de epoxi según la invención no contienen otra función reactiva que el (los) grupo(s) epoxi, capaces de reaccionar con otras funciones polimerizables presentes en la composición y que se unirían a la matriz de polímero del recubrimiento. En otras palabras, los compuestos de epoxi preferidos son compuestos de epoxi "puros".

El compuesto de epoxi según la invención comprende preferentemente al menos uno de un grupo glicidil éter (preferentemente un grupo aril glicidil éter) y un grupo β -(3,4-epoxiciclohexil)alquilo, tal como los grupos β -(3,4-epoxiciclohexil)metilo y β -(3,4-epoxiciclohexil)etilo. Los glicidil éteres son compuestos sintéticos caracterizados por el siguiente grupo, en el que R₁ indica un grupo monovalente:

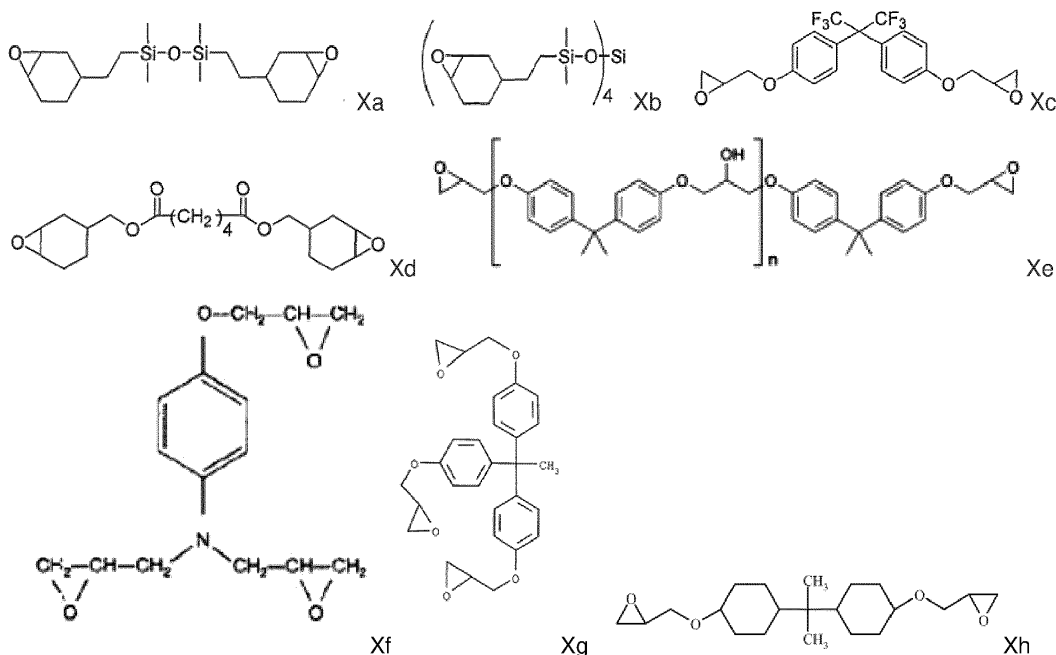


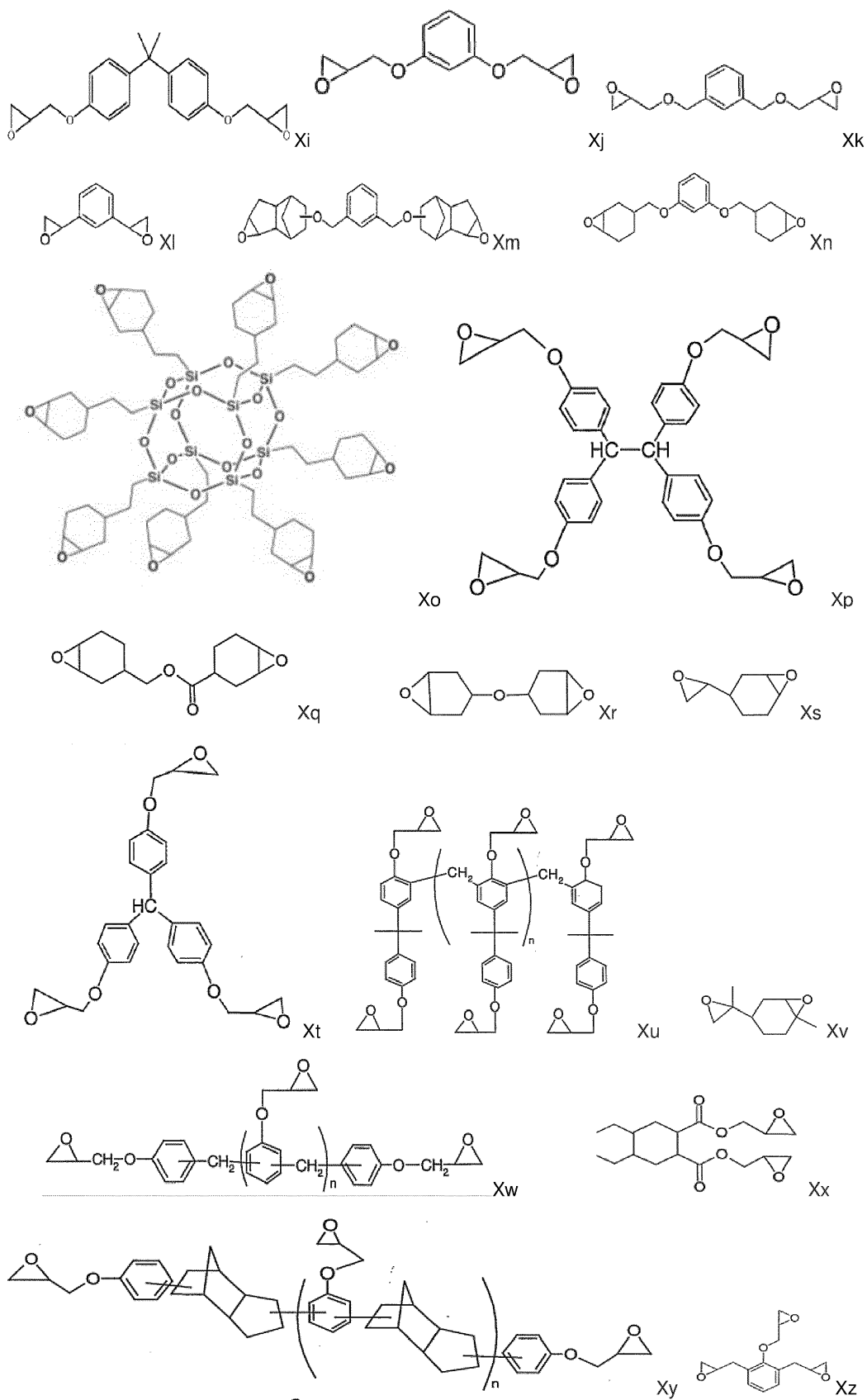
Los compuestos de epoxi preferidos que comprenden al menos un grupo cicloalifático comprenden preferentemente al menos un grupo seleccionado de los grupos:

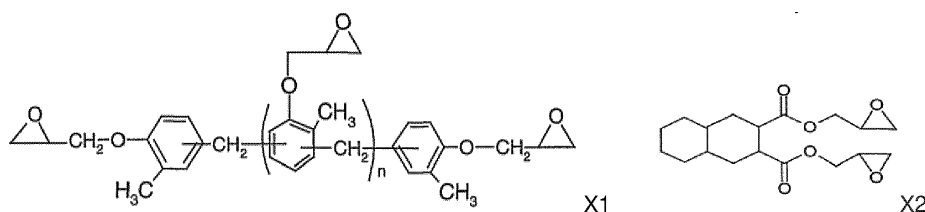


en el que los átomos de hidrógeno en las estructuras se pueden sustituir por uno o más sustituyentes, tales como los citados anteriormente como sustituyentes para un grupo arilo.

Ejemplos de compuestos de epoxi adecuados, con sus nombres comerciales y fórmulas, si procede, incluyen carboxilato de 3',4'-epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexano (C/O = 3,5, Uvacure® 1500 de UCB Chemicals, Cyracure® UVR-6110 y UVR® 6105 de Union Carbide, fórmula Xq), bis(2,3-epoxi ciclopentil) éter (C/O = 3,3, fórmula Xr), adipato de bis(3,4-epoxiciclohexilmetilo) (C/O = 3,3, UVR-6128 de Dow Chemical Company, fórmula Xd), dióxido de vinilciclohexeno (3-(oxiran-2-il)-7-oxabicyclo[4.1.0]heptano, C/O = 4, fórmula Xs), diepóxido de limoneno (6-metil-3-(2-metiloiran-2-il)-7-oxabicyclo[4.1.0]heptano, C/O = 5, Celloxide 3000 de Daicel Chemical Industries Ltd., fórmula Xv), 1,1,1-tris-(p-hidroxifenil)metano triglicidil éter (C/O = 4,7, Tactix 742 de Ciba, fórmula Xt), 1,1,1-tris-(p-hidroxifenil)etano triglicidil éter (C/O = 4,8, EPALLOY® 9000 de CVC Specialty Chemicals, fórmula Xg), glicidil éteres de los productos de condensación de dicalcopentadieno y fenol (fórmula Xy, aquí abajo donde n es un número entero, en general, que varía desde 0 hasta 25, C/O = 9,5, Tactix 556 de Ciba), tetraquis(4-hidroxifenil)etano tetraglicidil éter (C/O = 4,8, Epon 1031 de Shell Chemical, fórmula Xp), novolacas de epoxifenol, tales como la resina de fórmula Xw aquí abajo, donde n es un número entero que indica el número de subunidades polimerizadas y normalmente está en el intervalo desde 0 hasta 25 (C/O = 5, Epon 155, 160, 861, 862 de Shell Chemical o Epalloy® 8230, 8240, 8250, 8330, 8350 de CVC Specialty Chemicals), novolacas de epoxicresol, tales como la resina de fórmula X1 aquí abajo, donde n es un número entero que indica el número de subunidades polimerizadas y normalmente está en el intervalo desde 0 hasta 25 (C/O ~ 5,5, Epon 164, RSS-2350 de Shell Chemical o Araldite ECN 1235, 1871, 9699 de Ciba), novolacas de epoxibisfenol A, tales como la resina de fórmula Xu aquí abajo, donde n es un número entero que indica el número de subunidades polimerizadas y normalmente está en el intervalo desde 0 hasta 25 (C/O = 5,4 - 5,5, resina SU de Shell Chemical), diglicidil éter de bisfenol A (C/O = 5,75, fórmula Xi), diglicidil éter de bisfenol A hidrogenado (C/O = 5,75, Epalloy® 5000 de CVC Specialty Chemicals, fórmula Xh), resinas de diglicidil éter de bisfenol A (C/O ~ 6, n, en general, que varía desde 0 hasta 25, Epon 828 de Shell Chemical, fórmula Xe), diglicidil éter de resorcinol (C/O = 3,5, fórmula Xj), mezcla de cajas POSS® de epoxiciclohexilo (C/O = 3,2, EP0408 de Hybrid Plastics, fórmula Xo), derivados de éster diglicidílico de anhídrido hexahidroftálico de las fórmulas Xx y X2 (C/O = 3), 4-glicidiloxi-N,N-diglicidilanilina (C/O = 3,75, fórmula Xf), diglicidil éter de 4,4'-(hexafluoroisopropiliden)difenol (C/O = 5,3, fórmula Xc), 1,3-bis[2-(3,4-epoxiciclohexil)etil]tetrametildisiloxano (C/O = 5,3, SIB1092.0 de Gelest, fórmula Xa), el compuesto de 2-(3,4-epoxiciclohexil)etilo de la fórmula Xb (C/O = 4, disponible de Gelest), di(3,4-epoxiciclohexilmetil) éter de resorcinol (C/O = 5, fórmula Xn) y los compuestos de epoxi aromáticos de las fórmulas Xk, Xz, XI, Xm (C/O respectivo = 3,5, 3,75, 5, 7). Los compuestos correspondientes a las fórmulas citadas en este párrafo se representan aquí abajo:







La composición según la invención comprende preferentemente menos del 25 % en peso con respecto al peso total de la composición, más preferentemente menos del 20 % en peso, de monómeros acrílicos y/o metacrílicos, y más preferentemente de monómeros que no contienen epoxi. Esta cantidad puede ser inferior al 10 % o inferior al 5 % en peso e incluso del 0 %.

El peso del extracto seco de monómeros acrílicos y/o metacrílicos representa preferentemente menos del 30 % del peso del extracto seco de la composición, más preferentemente menos del 25 %, 20 %, 10 %, 5 %. Esta cantidad también puede ser del 0 %. Estas cantidades también se aplican preferentemente a monómeros que no contienen epoxi.

Las composiciones de la presente invención contienen además ventajosamente pequeñas cantidades, preferentemente desde el 0,005 hasta el 1 % en peso, basado en el peso total de la composición, de al menos un compuesto activo en la superficie (tensioactivo), más preferentemente desde el 0,02 hasta el 1 %, todavía más preferentemente desde el 0,025 hasta el 0,5 %. El tensioactivo es importante para la buena humectación del sustrato, dando como resultado una cosmética satisfactoria del recubrimiento final. Dicho tensioactivo puede incluir, por ejemplo, polidimetilsiloxanos o poliheptametilsiloxanos modificados con poli(alquilenglicol), o polisiloxanos modificados con fluorocarburo. Los tensioactivos preferidos son tensioactivo fluorado, tal como Novec® FC-4434 de 3M (tensioactivo no iónico) y EFKA® 3034 de CIBA (polisiloxanos modificados con fluorocarburo).

Los compuestos de epoxi de la composición se someten a una reacción de policondensación y/o reticulación, en general, en presencia de un catalizador.

Los catalizadores que se descubrió que eran capaces de curar la composición de epoxi a temperaturas lo suficientemente bajas como para no dañar el sustrato subyacente ni causar efectos adversos al tinte u otros recubrimientos son catalizadores de ácido fuerte diseñados para la polimerización por apertura de anillo de grupos éter cíclico. Para obtener una composición curable estable durante el almacenamiento, el catalizador, por supuesto, no debe catalizar la apertura del anillo a temperatura ambiente. Dichos catalizadores bloqueados o latentes que son inactivos a temperatura ambiente y se activan solo tras el calentamiento, en general, al menos a 80 °C, son conocidos para el experto. Los catalizadores de ácido fuerte bloqueados a modo de ejemplo se basan en ácido trifluorometanosulfónico (ácido triflico), ácido dinonilnaftalenosulfónico, ácido dinonilnaftalenodisulfónico (DNNDSA) y hexafluoruro de amonio y antimonio (un ácido de Lewis) y están disponibles de King Industries, por ejemplo, Nacure® Super A233 (sal de dietilamina de ácido trifluorometanosulfónico), Nacure® 155 (un catalizador de ácido bloqueado basado en DNNDSA), Nacure® Super XC-7231 (catalizador de hexafluoruro de amonio y antimonio) y Nacure® Super-A218 (sal metálica de ácido triflico, ácido de Lewis), siendo el último el catalizador preferido. Otros catalizadores útiles incluyen anhídridos de ácido carboxílico, tales como catalizadores de anhídrido hexahidroftálico, anhídrido metilhexahidroftálico o ácido de Lewis, que incluyen complejos de amina con BF₃ y BCl₃.

El catalizador se usa, en general, en cantidades que varían desde el 0,01 - 5 % en peso basado en el peso de la composición, preferentemente desde el 0,1 hasta el 3 % en peso. El peso del extracto seco del catalizador representa preferentemente desde el 0,025 - 12,5 % del peso del extracto seco de la composición, preferentemente desde el 0,25 hasta el 7,5 %.

La composición según la invención contiene, en general, 10-80 % en peso de sólidos (peso del extracto seco de la composición), preferentemente desde el 25 hasta el 60%, más preferentemente desde el 35 hasta el 55 %.

La composición contiene, en general, al menos un disolvente, que es preferentemente monoéter de glicol. El disolvente de monoéter de glicol presenta, en general, bajas tensiones superficiales y preferentemente se selecciona de alquil C1-4 monoéteres de alquilenglicol, más preferentemente de alquil C1-4 monoéteres de etilenglicol, alquil C1-4 monoéteres de propilenglicol, alquil C1-4 monoéteres de dietilenglicol, alquil C1-4 monoéteres de trietilenglicol, alquil C1-4 monoéteres de propilenglicol, alquil C1-4 monoéteres de dipropilenglicol, alquil C1-4 monoéteres de trietilenglicol y alquil C1-4 monoéteres de tripropilenglicol. El monoéter de glicol más preferido es el metil éter de propilenglicol. Dicho compuesto se comercializa comercialmente por Dow Chemical con el nombre Dowanol PM® como una mezcla de 1-metoxi-2-propanol (isómero principal) y 2-metoxi-1-propanol. Se pueden usar disolventes adicionales o alternativos, tales como alcoholes (metanol, etanol, propanol...), cetonas o agua.

La cantidad total de disolvente depende de las resinas epoxi usadas, del tipo de artículo óptico y del proceso de recubrimiento. El fin del disolvente es lograr una buena humectación superficial y un intervalo de viscosidad de recubrimiento específico determinado por el equipo de recubrimiento usado para lograr un intervalo de espesor de

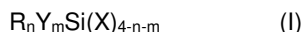
recubrimiento específico. El disolvente representa normalmente desde el 25 hasta el 75 % del peso de la composición, preferentemente desde el 35 hasta el 65 %, más preferentemente desde el 40 hasta el 60 %.

Es posible añadir a la composición compuestos de epoxi polimerizables adicionales que no sean compuestos de epoxi según la invención sin afectar significativamente el nivel de fotodegradación del tinte en el recubrimiento final, a condición de que el peso del extracto seco de los compuestos de epoxi según la invención todavía represente más del 33 % del peso del extracto seco de la composición.

Estos compuestos adicionales pueden ser compuestos de epoxi que ni comprenden ningún grupo cicloalifático o arilo ni ningún átomo de silicio que tenga al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio, tal como, sin limitación a estos compuestos, triglicidil éter de trimetilolpropano (Erisys™ GE-30, de CVC Thermoset Specialties), hexaglicidil éter de sorbitol (Erisys™ GE-60, de CVC Thermoset Specialties) o diglicidil éter de etilenglicol. Estos compuestos adicionales también pueden ser compuestos de epoxi que comprenden al menos un grupo cicloalifático o arilo, que carece de cualquier átomo de silicio que tenga al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio, y con una relación C/O inferior a 3, tal como diglicidil éter de anhídrido hexahidroftálico (C/O = 2,3, CY® 184 de Ciba).

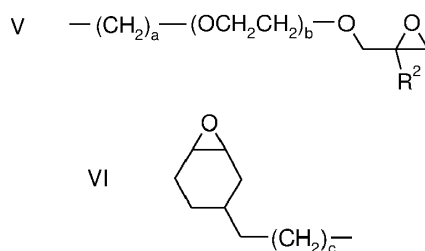
Estos comonómeros de epoxi adicionales también pueden ser compuestos de epoxi que llevan al menos un átomo de silicio que tiene al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio y al menos un grupo que comprende una función epoxi unida al átomo de silicio mediante un átomo de carbono que o no comprende ningún grupo cicloalifático o arilo o no tiene una relación C/O ≥ 3 , o hidrolizados de dichos compuestos. En esta realización, se generarán copolímeros de epoxi híbridos si los compuestos de epoxi según la invención y que carecen de átomo de silicio reactivo se usan junto con estos organosilanos.

Dichos compuestos de organosilano tienen preferentemente desde 2 hasta 6, más preferentemente 2 o 3 grupos funcionales que generan un grupo silanol bajo hidrólisis. Son preferentemente epoxisilanos de la fórmula:



en donde los grupos R, idénticos o diferentes, son grupos orgánicos monovalentes unidos al átomo de Si por un átomo de carbono y que comprenden al menos una, preferentemente una, función epoxi; los grupos X, idénticos o diferentes, son grupos hidrolizables (tales como grupos alcoxi o átomos de halógeno); Y es un grupo orgánico monovalente que no contiene un grupo epoxi y que está unido al átomo de Si por un átomo de carbono, siendo n y m números enteros, tales como n = 1 o 2 y n+m = 1 o 2. Se considera que los átomos de hidrógeno y los grupos hidroxilo son grupos hidrolizables en la presente divulgación.

Los grupos R preferidos tienen las siguientes fórmulas V y VI:



en donde R² es un grupo alquilo, preferentemente un grupo metilo o un átomo de hidrógeno, más preferentemente un átomo de hidrógeno; a y c son números enteros que varían desde 1 hasta 6 y b representa 0, 1 o 2. En la fórmula VI, c es preferentemente 1, que da lugar a un grupo β-(3,4-epoxiciclohexil)etilo.

Los epoxisilanos más preferidos son aquellos en donde, en la fórmula I, n=1, m=0 y X es un grupo alcoxi C1-C5, preferentemente OCH₃.

Ejemplos de dichos epoxisilanos incluyen γ-glicidoxipropiltriatoxisilano, γ-glicidoxipropiltrimetoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltrimetoxisilano, 3-glicidoxipropilmetildietoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltriatoxisilano. Otros ejemplos adecuados de dichos compuestos son compuestos de la fórmula I desvelados en el documento de patente US 2009/0311518, compuestos de las fórmulas I, VII y VIII desvelados en el documento de patente US 2011/0058142 y los epoxitriatoxisilanos desvelados en el documento de patente US 4.294.950. Entre ellos, el γ-glicidoxipropiltrimetoxisilano (GLYMO) es el más preferido.

Según un aspecto de la presente invención, el epoxisilano se hidroliza antes de ser mezclado con los otros componentes de la composición. La hidrólisis se puede realizar como se conoce en la técnica, usando catalizadores de ácido (ácido clorhídrico, ácido acético...), en presencia de agua.

Los organosilanos que tienen al menos un grupo epoxi unido al átomo de silicio mediante un átomo de carbono y que llevan al menos un átomo de silicio que tiene al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio se

usan preferentemente en una cantidad inferior al 30 % en peso con respecto al peso total de la composición, más preferentemente inferior al 20 % en peso. Esta cantidad puede ser inferior al 10 % o inferior al 5 % en peso e incluso del 0 %. A pesar de que el epoxisilano está, en general, en forma hidrolizada, la cantidad de epoxisilano se definirá convencionalmente como el peso del precursor inicial antes de su hidrólisis.

- 5 El peso del extracto seco de los organosilanos que tienen al menos un grupo epoxi unido al átomo de silicio mediante un átomo de carbono y que lleva al menos un átomo de silicio que tiene al menos un grupo hidrolizable unido directamente al átomo de silicio representa preferentemente menos del 40 % del peso del extracto seco de la composición, más preferentemente menos del 30 %, 20 %, 10 %, 5 %. Esta cantidad también puede ser del 0 %.

- 10 Los compuestos de epoxi que no comprenden ningún átomo de silicio que tenga al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio y que o no comprenden ningún grupo cicloalifático o arilo o presentan una relación C/O inferior a 3 se usan preferentemente en una cantidad inferior al 20 % en peso con respecto al peso total de la composición, más preferentemente inferior al 15 % en peso. Esta cantidad puede ser inferior al 10 % o inferior al 5 % en peso e incluso del 0 %. Su peso del extracto seco representa preferentemente menos del 30 % del peso de extracto seco de la composición, más preferentemente menos del 20 %, 15 %, 10 %, 5 %. Esta cantidad también puede ser del 0 %.

- 15 La composición también puede incluir al menos un compuesto, o un hidrolizado del mismo, de la fórmula $M(Z)_y$, en donde M representa un metal o un metaloide, preferentemente Si, siendo los grupos Z iguales o diferentes, son grupos hidrolizables y y, igual a o superior a 4, es la valencia del metal o metaloide M. Dichos compuestos se describen con detalle en el documento de patente US 2011/0058142. Los compuestos preferidos son compuestos de fórmula $Si(Z)_4$, en donde los grupos Z, que son iguales o diferentes, son grupos hidrolizables, tales como tetraetoxisilano.

- 20 La composición también puede incluir cargas, tales como óxidos de metales o metaloides, por ejemplo sílice, usado preferentemente en una forma coloidal, y diversos aditivos, tales como agentes de curado/reticulación (por ejemplo, agentes de acoplamiento de silano o comonómeros, tales como poliaminas, politioles, polioles, ácidos policarboxílicos), modificadores de la reología, aditivos de flujo y nivelantes, humectantes, antiespumantes, estabilizadores y agentes de equilibrado del color. La composición puede ser una disolución o una dispersión. Los agentes de equilibrado del color pueden ser polvos, disoluciones o dispersiones en los que el (los) tinte(s) o pigmento(s) se usan para ajustar el artículo final a colores específicos, particularmente colores neutros.

- 25 Según la invención, la composición de recubrimiento comprende al menos un tinte que inhibe al menos parcialmente la transmisión de luz dentro del intervalo de luz azul visible (400-500 nm) y tiene un cromóforo conjugado, es decir, un cromóforo que comprende un sistema conjugado. Como se usa en el presente documento, un cromóforo se refiere a la parte de una molécula de tinte, en general, un grupo de átomos, que es responsable del color del tinte, y un tinte puede referirse tanto a un pigmento como a un colorante, es decir, puede ser insoluble o soluble en su vehículo.

- 30 En la presente divulgación, el tinte se denominará un tinte de bloqueo de luz azul y es normalmente un tinte amarillo. La naturaleza química de este tinte no está particularmente limitada, a condición de que tenga un pico de absorción, idealmente un pico máximo de absorción, dentro del intervalo de longitud de onda de 380-780 nm. La FWHM (anchura a media altura) es preferentemente inferior a 80 nm, más preferentemente inferior a 60 nm, incluso más preferentemente inferior a 60 nm. Los tintes se seleccionan y procesan de forma que sean compatibles con los monómeros de epoxi según la invención, y se distribuyen o dispersan bien y establemente en la matriz del recubrimiento, proporcionando recubrimientos de baja turbidez.

- 35 El artículo óptico inhibe la transmisión de luz incidente a través de al menos una superficie geoméricamente definida del sustrato del artículo óptico, preferentemente una superficie principal completa. En la presente descripción, a menos que se especifique de otro modo, el bloqueo de luz se define con referencia a un ángulo de incidencia que varía desde 0° hasta 15°, preferentemente 0°.

- 40 El tinte inhibe preferentemente al menos parcialmente la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 415-455 nm, por absorción más preferentemente dentro del intervalo de 420-450 nm, proporcionando un alto nivel de protección de las células retinianas contra la apoptosis celular retiniana o degeneración macular senil.

- 45 Puede ser particularmente deseable en algunos casos filtrar selectivamente una porción relativamente pequeña del espectro azul, es decir, la región de 420 nm - 450 nm. De hecho, bloquear demasiado el espectro azul puede interferir con la visión escotópica y los mecanismos para regular biorritmos, denominados "ciclos circadianos". Por lo tanto, en una realización, el tinte preferido bloquea menos del 10 %, preferentemente menos del 5 % de la luz que tiene una longitud de onda que varía desde 465 hasta 495 nm, preferentemente desde 450 hasta 550 nm. En esta realización, el tinte inhibe selectivamente la luz azul fototóxica y transmite la luz azul implicada en los ritmos circadianos. Preferentemente, el artículo óptico transmite al menos el 95 % de la luz que tiene una longitud de onda que varía desde 465 hasta 495 nm. Esta transmitancia es un promedio de luz transmitida dentro del intervalo de 465-495 nm que no es ponderada según la sensibilidad del ojo a cada longitud de onda del intervalo. En otra realización, el tinte no absorbe luz en el intervalo de 465-495 nm, preferentemente el intervalo de 450-550 nm. En la presente descripción, a menos que se especifique de otro modo, las transmitancias/transmisiones se miden en el centro del artículo óptico

para un espesor que varía desde 0,5 hasta 2,5 mm, preferentemente 0,7 a 2 mm, más preferentemente 0,8 a 1,5 mm, a un ángulo de incidencia que varía desde 0° hasta 15°, preferentemente 0°.

Cuando el tinte es un tinte que absorbe dentro del intervalo de longitud de onda de 400-500 nm, el tinte no absorbe preferentemente, o muy poco, en las regiones del espectro visible fuera del intervalo de longitud de onda de 400-500 nm para minimizar la aparición de una pluralidad de colores. En este caso, el tinte inhibe selectivamente la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 400-500 nm, preferentemente en los intervalos de 415-455 nm y 420-450 nm. Como se usa en el presente documento, un tinte "inhibe selectivamente" un intervalo de longitud de onda si inhibe al menos cierta transmisión dentro del intervalo especificado, mientras que tiene poco o ningún efecto sobre la transmisión de longitudes de onda fuera del intervalo de longitud de onda seleccionado, a menos que se configure específicamente para hacerlo así.

En ciertas realizaciones, el tinte comprende una o más porfirinas, complejos de porfirina, otros heterociclos relacionados con porfirinas, que incluyen corrinas, clorinas y corfinas, derivados de los mismos, o las familias de perileno, coumarina, acridina, indolenina (también conocida como 3H-indol), antraquinona, azobenceno, ftalocianina, cianinas, quinolina, benzotriazol, nitrobenzoceno, isoquinolina, isoindolina, diarilmetano e indol-2-ilideno. Los derivados son sustancias emanadas, en general, de una adición o sustitución. Los tintes preferidos son tintes de diarilmetano, tales como tintes de auramina O y porfirina.

Las porfirinas son compuestos macrocíclicos bien conocidos compuestos de cuatro subunidades de pirrol modificadas interconectadas en sus átomos de carbono por puentes de metino. La porfirina parental es porfina y las porfinas sustituidas se denominan porfirinas. Las porfirinas son los ácidos conjugados de ligandos que unen metales para formar complejos (de coordinación).

Ciertas porfirinas o complejos o derivados de porfirina son interesantes en que proporcionan filtros de absorción selectiva que tienen un ancho de banda en algunos casos de, por ejemplo, 20 nm en el intervalo de longitudes de onda de azul seleccionado. La propiedad de selectividad se proporciona en parte por la simetría de las moléculas. Dicha selectividad ayuda a limitar la distorsión de la percepción visual del color, limitar los efectos perjudiciales de la filtración de luz a la visión escotópica y limitar el impacto sobre el ritmo circadiano.

Por ejemplo, la una o más porfirinas o complejos o derivados de porfirina se seleccionan del grupo que consiste en clorofila a; clorofila b; complejo de sal de sodio de 5,10,15,20-tetraquis(4-sulfonatofenil)porfirina; complejo de 5,10,15,20-tetraquis(N-alquil-4-piridil)porfirina; complejo de 5,10,15,20-tetraquis(N-alquil-3-piridil)porfirina y complejo de 5,10,15,20-tetraquis(N-alquil-2-piridil)porfirina, siendo el alquilo preferentemente una cadena de alquilo, lineal o ramificada, que comprende 1 a 4 átomos de carbono por cadena. Por ejemplo, el alquilo se puede seleccionar del grupo que consiste en metilo, etilo, butilo y propilo.

El complejo es normalmente un complejo metálico, siendo el metal seleccionado del grupo que consiste en Cr(III), Ag(II), In(III), Mn(III), Sn(IV), Fe (III), Co (II), Mg(II) y Zn(II). El Cr(III), Ag(II), In(III), Mn(III), Sn(IV), Fe (III), Co (II) y Zn(II) demuestran absorción en agua en el intervalo de 425 nm a 448 nm con picos de absorción afilados. Además, los complejos que proporcionan son estables y no sensibles al ácido. El Cr(III), Ag(II), In(III), Sn(IV), Fe (III), en particular, no presentan fluorescencia a temperatura ambiente, que es una propiedad útil en las lentes ópticas, tales como las lentes oftálmicas.

En algunas realizaciones, la una o más porfirinas o complejos o derivados de porfirina se seleccionan del grupo que consiste en la sal tetrasódica de meso-tetra(4-sulfonatofenil)porfina de magnesio, octaetilporfirina de magnesio, tetramesitilporfirina de magnesio, octaetilporfirina, tetraquis(2,6-diclorofenil)porfirina, tetraquis(o-aminofenil)porfirina, tetramesitilporfirina, tetrafenilporfirina, octaetilporfirina de cinc, tetramesitilporfirina de cinc, tetrafenilporfirina de cinc y tetrafenilporfirina diprotonada.

El tinte también puede incluir uno o más tintes del grupo que consiste en: coumarina 343; coumarina 314; nitrobenzoxadiazol; CH de amarillo lucifer; 9,10-bis(feniletinil)antraceno; proflavina; 4-(dicianometileno)-2-metil-6-(4-dimetilaminoestiril)-4H-pirano; yoduro de 2-[4-(dimetilamino)estiril]-1-metilpiridinio, luteína, zeaxantina y tintes amarillos que tienen un estrecho pico de absorción disponibles de Exciton Inc., tales como ABS-419®, ABS-420® o ABS-430®.

La cantidad de tinte usado en la presente invención es una cantidad suficiente para proporcionar una inhibición satisfactoria de la luz dentro del intervalo de longitud de onda de 400-500 nm. Por ejemplo, el tinte se puede usar a un nivel del 0,005 al 0,50 % o 0,01 al 0,2 % basado en el peso de la composición de recubrimiento, dependiendo de la concentración del tinte y la cantidad de inhibición/protección deseada. Se debe entender que la invención no se limita a estos intervalos, que solo se dan a modo de ejemplo.

El tinte está presente normalmente en una cantidad que varía desde el 0,005 hasta el 1,25 % con respecto al peso de extracto seco de la composición, preferentemente desde el 0,01 hasta el 1 %, más preferentemente desde el 0,02 hasta el 0,5 %.

La composición de recubrimiento de la invención proporciona un recubrimiento que limita o evita la fotodegradación de tintes que, en general, son sensibles a la luz, en particular la luz UV, sin la necesidad de incluir absorbentes de UV

y/o secuestrantes de radicales libres en la composición de recubrimiento, en otra capa o en el sustrato, y sin la necesidad de usar otro recubrimiento que proteja el tinte de la fotodegradación, tal como un filtro interferencial que absorba o refleje luz UV o que actúe de protección de la barrera al oxígeno.

- 5 En una realización de la invención, la composición de recubrimiento/el recubrimiento comprende menos del 0,5 % en peso de compuestos seleccionados de absorbentes de UV y secuestrantes de radicales libres con respecto a la composición de recubrimiento/peso total del recubrimiento, preferentemente menos del 0,2 % en peso, más preferentemente menos del 0,1 % en peso. En algunos casos, la composición ni comprende un absorbente de UV ni un secuestrante de radicales libres.

- 10 Sin embargo, la composición de recubrimiento también puede comprender al menos un absorbente de UV y/o al menos un secuestrante de radicales libres para limitar aún más o incluso eliminar la fotodegradación del tinte contenido en su interior. Estas especies también se pueden incorporar en otro recubrimiento presente en la superficie del artículo óptico recubierto con el recubrimiento de epoxi inventivo.

- 15 Los absorbentes de UV se incorporan frecuentemente en artículos ópticos para reducir o prevenir que la luz UV llegue a la retina (en particular en materiales de lente oftálmica), pero también para proteger el material de sustrato en sí, previniéndose así la alteración a la intemperie y que llegue a ser frágil y/o amarillo.

El espectro de UV tiene muchas bandas, especialmente bandas de UVA, UVB y UVC. Entre las bandas de UV que llegan a la superficie de la tierra, la banda de UVA —que varía desde 315 nm hasta 380 nm— y la banda de UVB —que varía desde 280 nm a 315 nm— son particularmente perjudiciales para la retina.

- 20 El absorbente de UV que se puede usar en la presente invención tiene preferentemente la capacidad de bloquear al menos parcialmente la luz que tiene una longitud de onda más corta de 400 nm, preferentemente longitudes de onda de UV inferiores a 385 o 390 nm.

- 25 Los absorbentes de ultravioleta más preferidos tienen un pico de absorción máximo en un intervalo de 350 nm a 370 nm y/o no absorben luz en el intervalo de 465-495 nm, preferentemente el intervalo de 450-550 nm, y/o tienen un espectro de absorción que se prolonga hasta un intervalo de longitud de onda seleccionado dentro de la región de 400-500 nm del espectro electromagnético. En una realización, el absorbente de UV no absorbe ninguna cantidad sustancial de luz visible.

- 30 Los absorbentes de UV adecuados incluyen sin limitación benzofenonas sustituidas, tales como 2-hidroxibenzofenona, las 2-hidroxibenzofenonas sustituidas desveladas en la patente de EE. UU. N.º 4.304.895, 2-hidroxi-4-octiloxibenzofenona (Seesorb 102®), 2,7-bis(5-metilbenzoxazol-2-il)-9,9-dipropil-3-hidroxifluoreno, 1,4-bis(9,9-dipropil-9H-fluoreno[3,2-d]oxazol-2-il)-2-hidroxifenilo, 2-hidroxifenil-s-triazinas y compuestos de benzotriazoles.

- 35 El absorbente de UV es preferentemente un compuesto de benzotriazol. Los absorbentes de UV adecuados de esta familia incluyen, sin limitación, 2-(2-hidroxifenil)-benzotriazoles, tales como 2-(2-hidroxi-3-t-butil-5-metilfenil)clorobenzotriazol, 2-(2'-hidroxi-5'-t-octilfenil)benzotriazol, 2-(3'-metilil-2'-hidroxi-5'-metilfenil)benzotriazol y otros alilhidroximetilfenilbenzotriazoles, 2-(2-hidroxi-5-metilfenil)-2H-benzotriazol (Seesorb® 701), 2-(3,5-di-t-amil-2-hidroxifenil)benzotriazol, y los 2-hidroxi-5-acriloxifenil-2H-benzotriazoles desvelados en la patente de EE. UU. N.º 4.528.311. Los absorbentes preferidos son de la familia de los benzotriazoles. Los productos comercialmente disponibles incluyen los compuestos Tinuvin® y Chimassorb® de BASF, tales como Tinuvin® 326, Seesorb® 701 y 703 de Shipro Kasei Kaisha, Viosorb 550® de Kyodo Chemicals, y Kemisorb 73® de Chemipro y TCP Tinuvin Carbo Protect de BASF.

- 40 El absorbente de UV se usa preferentemente en una cantidad que representa desde el 0,3 hasta el 2 % del peso del recubrimiento.

- 45 En algunas realizaciones, la composición de recubrimiento comprende al menos un secuestrante de radicales libres. Los secuestrantes de radicales libres inhiben la formación de o secuestran la presencia de radicales libres, e incluyen fotoestabilizadores de amina impedida (HALS), que protegen contra la fotodegradación, y antioxidantes, que protegen contra la oxidación térmica.

Preferentemente, la composición de recubrimiento comprende al menos un fotoestabilizador de amina impedida, y/o al menos un antioxidante, más preferentemente al menos un fotoestabilizador de amina impedida y al menos un antioxidante. Esta combinación de secuestrantes de radicales libres ofrece la mejor protección de la degradación térmica y fotodegradación a los tintes.

- 50 En una realización, el secuestrante de radicales libres es un fenol o amina estéricamente impedido.

Los fotoestabilizadores de amina impedida preferidos son derivados de piperidina, tales como derivados de 2,2,6,6-tetrametilpiperidina. Están comercialmente disponibles de BASF con los nombres comerciales Tinuvin® y Chimassorb®.

Los antioxidantes preferidos son fenoles, tioéteres o fosfitos estéricamente impedidos. Están comercialmente disponibles de BASF con los nombres comerciales Irganox® e Irgafos®.

La cantidad de secuestrante de radicales libres que se usa es una cantidad que es eficaz para estabilizar la composición, que dependerá de los compuestos específicos elegidos y puede ser fácilmente adaptada por los expertos en la técnica.

La protección de tintes de la fotodegradación también puede ser reforzada por la presencia en el artículo óptico de al menos una capa mineral/ dieléctrica, preferentemente al menos una capa mineral de un recubrimiento antirreflectante.

A este respecto, la principal superficie del sustrato puede ser recubierta adicionalmente con varios recubrimiento(s) funcional(es) para mejorar sus propiedades ópticas y/o mecánicas. El término "recubrimiento" se entiende que significa cualquier capa, pila de capas o película que pueda estar en contacto con el sustrato y/o con otro recubrimiento, por ejemplo, un recubrimiento sol-gel o un recubrimiento hecho de una resina orgánica. Un recubrimiento se puede depositar o formar a través de diversos métodos, que incluyen procesamiento en húmedo, procesamiento gaseoso y transferencia de películas. Los recubrimientos funcionales usados en el presente documento se pueden seleccionar de, sin limitación a estos recubrimientos, un recubrimiento resistente al impacto, un recubrimiento resistente a la abrasión y/o resistente a los arañazos, un recubrimiento antirreflectante, un recubrimiento polarizado, un recubrimiento fotocrómico, un recubrimiento antiestático, un recubrimiento antiincrustante (recubrimiento hidrófobo y/u oleófobo), un recubrimiento antiniebla, un precursor de un recubrimiento antiniebla o una pila hecha de uno o más de dichos recubrimientos.

Los recubrimientos de imprimación que mejoran la resistencia al impacto y/o la adherencia de las capas adicionales en el producto final son preferentemente látex de poliuretano o látex acrílicos. Los recubrimientos de imprimación y recubrimientos resistentes a la abrasión y/o resistente a los arañazos se pueden seleccionar de los descritos en la solicitud WO 2007/088312.

Los recubrimientos resistentes a la abrasión y/o resistentes a los arañazos (recubrimientos duros) son preferentemente recubrimientos duros basados en poli(met)acrilatos o silanos. Los recubrimientos duros resistentes a la abrasión y/o a los arañazos recomendados en la presente invención incluyen recubrimientos obtenidos de composiciones basadas en hidrolizados de silano (proceso sol-gel), en particular composiciones basadas en hidrolizado de epoxisilano, tales como los descritos en la solicitud de patente de EE. UU. US 2003/0165698 y en los documentos de patente US 4.211.823 y EP614957.

El recubrimiento antirreflectante puede ser cualquier recubrimiento antirreflectante tradicionalmente usado en el campo de la óptica, particularmente óptica oftálmica. Un recubrimiento antirreflectante se define como un recubrimiento, depositado sobre la superficie de un artículo óptico, que mejora las propiedades antirreflectantes del artículo óptico final. Hace posible reducir la reflexión de la luz en la interfase artículo-aire sobre una porción relativamente grande del espectro visible.

Como también se conoce bien, los recubrimientos antirreflectantes comprenden tradicionalmente una pila en monocapa o multicapa compuesta de materiales eléctricos (generalmente uno o más óxidos metálicos) y/o materiales sol-gel y/o fases orgánicas/inorgánicas, tal como se desvela en el documento de patente WO 2013/098531. Éstos son preferentemente recubrimientos multicapa, que comprenden capas con un alto índice de refracción (HI) y capas con un bajo índice de refracción (LI).

En algunos aspectos, la presente invención proporciona un artículo óptico que comprende además una subcapa, depositada antes del recubrimiento antirreflectante, teniendo dicha subcapa preferentemente un índice de refracción inferior o igual a 1,55. A menos que se especifique de otro modo, los índices de refracción denominados en la presente invención se expresan a 25 °C a una longitud de onda de 550 nm. La subcapa tiene, en general, menos de 0,5 micrómetros de espesor y más de 100 nm de espesor, preferentemente más de 150 nm de espesor, más preferentemente el espesor de la subcapa oscila de 150 nm a 450 nm. En otra realización, la subcapa comprende, más preferentemente consiste en, óxido de silicio, incluso mejor sílice. Los ejemplos de subcapas utilizables (mono o multicapas) se describen en el documento de patente WO 2012/076174.

En algunas realizaciones, el recubrimiento antirreflectante de la invención incluye al menos una capa eléctricamente conductora. En una realización particular, la al menos una capa eléctricamente conductora tiene un índice de refracción superior a 1,55. La al menos una capa eléctricamente conductora sirve de agente antiestático. Sin desear quedar ligado a teoría, la al menos una capa eléctricamente conductora previene que la pila de recubrimiento antirreflectante multicapa se desarrolle y retenga una carga eléctrica estática. La capa eléctricamente conductora se fabrica preferentemente de un material eléctricamente conductor y altamente transparente. En este caso, el espesor de la misma varía preferentemente desde 1 hasta 15 nm, más preferentemente desde 1 hasta 10 nm. Preferentemente, la capa eléctricamente conductora comprende un óxido metálico opcionalmente dopado, seleccionado de óxidos de indio, estaño, cinc y mezclas de los mismos. En otra realización, la capa eléctricamente conductora y ópticamente transparente preferida es una capa de óxido de estaño-indio (ITO) o una capa de óxido de estaño.

Más detalles referentes a la constitución y localización de la capa antiestática se pueden encontrar en las solicitudes WO 2012/076714 y WO 2010/109154.

La estructura y preparación de recubrimientos antirreflectantes se describe con más detalle en las solicitudes de patente WO 2010/109154, WO 2011/080472 y WO 2012/153072.

La cubierta superior antiincrustante se deposita preferentemente sobre la capa externa del recubrimiento antirreflectante. Como regla general, su espesor es inferior o igual a 10 nm, oscila preferentemente desde 1 hasta 10 nm, más preferentemente desde 1 hasta 5 nm. Las cubiertas superiores antiincrustantes son, en general, recubrimientos del tipo fluorosilano o fluorosilazano. Se pueden obtener depositando un precursor de fluorosilano o fluorosilazano, que comprende preferentemente al menos dos grupos hidrolizables por molécula. Los precursores de fluorosilano comprenden preferentemente restos de fluoropolíeter y más preferentemente restos de fluoropolíeter.

Optool DSX™, KY130™, OF210™, Aulon™ son ejemplos de recubrimientos hidrófobos y/u oleófobos. Más información detallada sobre estos recubrimientos se desvela en el documento de patente WO 2012076714.

Recubrimientos, tales como imprimaciones, cubiertas duras, recubrimientos antirreflectantes y recubrimientos antiincrustantes, se pueden depositar usando métodos conocidos en la técnica, que incluyen recubrimiento por centrifugación, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por pulverización, evaporación a vacío, pulverización catódica, deposición química de vapor y laminación.

En una realización, el artículo óptico de la invención está configurado preferentemente para reducir la reflexión en el intervalo de radiación UVA y UVB, además de reducir la transmisión de luz en el intervalo de 400-500 nm, para permitir la mejor protección para la salud contra la luz azul UV y perjudicial.

La radiación UV resultante de fuentes de luz localizadas detrás del usuario puede reflejarse sobre la cara posterior de la lente y llegar al ojo del usuario si la lente no se provee de un recubrimiento antirreflectante que sea eficiente en la región ultravioleta, afectando así posiblemente la salud del usuario. A este respecto, el artículo óptico comprende preferentemente en su cara principal trasera, y opcionalmente en su cara principal delantera, un recubrimiento antirreflectante anti-UV que posee muy buenos rendimientos antirreflectantes en la región visible, y que es al mismo tiempo capaz de reducir significativamente la reflexión de UV de la radiación, especialmente rayos ultravioleta A y ultravioleta B, en comparación con un sustrato desnudo o con un sustrato que comprende un recubrimiento antirreflectante tradicional. Los recubrimientos antirreflectantes anti-UV adecuados se desvelan en el documento de patente WO 2012/076714.

El artículo óptico según la invención tiene preferentemente un factor de transmisión de luz relativo en el espectro visible Tv superior o igual al 85 o 87 %, preferentemente superior o igual al 90 %, más preferentemente superior o igual al 92 %, y mejor superior o igual al 95 %. Dicho factor Tv varía preferentemente desde el 87 % hasta el 98,5 %, más preferentemente desde el 88 % hasta el 97 %, incluso mejor desde el 90 % hasta el 96 %. El factor Tv, también denominado "transmisión luminosa" del sistema, es tal como se define en la norma NF EN 1836 y se refiere a un promedio en el intervalo de longitud de onda de 380-780 nm que se pondera según la sensibilidad del ojo a cada longitud de onda del intervalo y se mide en condiciones de iluminación D65 (luz del día).

La invención también se refiere a un proceso de fabricación de un artículo óptico, tal como se describe en el presente documento, que comprende proporcionar un sustrato, depositar sobre al menos una superficie principal de dicho sustrato una composición según la invención que incluye al menos un tinte que bloquea al menos parcialmente la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 400-500 nm y curar dicha composición.

El recubrimiento epoxi de la invención se deposita sobre el sustrato del artículo óptico y preferentemente está en contacto directo con dicho sustrato. La deposición se lleva a cabo preferentemente por recubrimiento por centrifugación o recubrimiento por inmersión, y más preferentemente por recubrimiento por inmersión en un baño que contiene la composición curable.

La composición según la invención es, en general, una composición curable por calor. El curado de la composición se puede realizar en dos etapas, una primera etapa de precurado hasta una temperatura de al menos 75 °C, preferentemente de 80 °C a 100 °C, durante al menos 5 minutos, en general, desde 10 hasta 25 minutos, para formar un recubrimiento libre de adherencia, y una segunda etapa de calentamiento del artículo óptico recubierto con el recubrimiento sin adherencia hasta una temperatura de al menos 95 °C, preferentemente de 98 a 115 °C, durante al menos dos horas, preferentemente durante 2,5 a 3,5 horas, para obtener un recubrimiento insoluble completamente curado. La temperatura de la primera etapa de curado depende del catalizador bloqueado usado. En caso de que la temperatura de activación del catalizador sea superior a 80 °C, el artículo óptico se debe calentar hasta una temperatura más alta. La temperatura de calentamiento de la segunda etapa de curado no supera preferentemente 115 °C, o 110 °C. Las temperaturas más altas podrían ser perjudiciales para el tinte.

El espesor del recubrimiento curado se puede adaptar a la aplicación específica requerida y, en general, varía desde 0,5 hasta 50 µm, preferentemente desde 1 hasta 20 µm, más preferentemente desde 2 hasta 10 µm. El espesor de recubrimiento puede ser fácilmente ajustado modificando la velocidad de retirada en caso de deposición por recubrimiento por inmersión. Cuanto más largo sea el tiempo de retirada, más delgado será el recubrimiento seco final.

En una realización, el proceso comprende formar sobre el sustrato el recubrimiento epoxi según la invención, un recubrimiento resistente al impacto, un recubrimiento resistente a la abrasión y/o resistente a los arañazos, un recubrimiento antirreflectante y un recubrimiento antiincrustante.

Los recubrimientos se depositan preferentemente directamente uno encima del otro. Estos recubrimientos se pueden depositar uno por uno, o se puede formar una pila de uno o más recubrimientos sobre el sustrato, por ejemplo, por laminación.

En una realización, el presente artículo óptico se prepara formando sobre el sustrato el recubrimiento de epoxi en una primera planta de fabricación, mientras que los otros recubrimientos se forman en una segunda planta de fabricación.

Los siguientes ejemplos ilustran la presente invención en un modo más detallado, pero no limitante. A menos que se establezca de otro modo, todos los espesores desvelados en la presente solicitud se refieren a espesores físicos. Los porcentajes dados en las tablas son porcentajes en peso.

EJEMPLOS

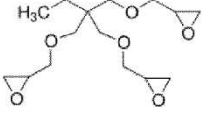
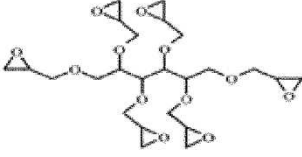
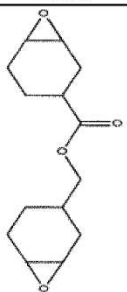
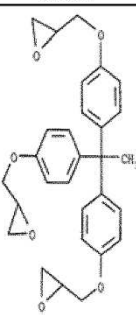
Los artículos ópticos usados en los ejemplos comprenden un sustrato de lente ORMA® de ESSILOR, que tiene un diámetro de 65 mm, un índice de refracción de 1,50, una potencia de -2,00 dioptrías y un espesor de 1,2 mm.

Se prepararon diversas composiciones de recubrimiento de epoxi y se muestran en las tablas que siguen. Algunas de ellas fueron composiciones de homopolímeros de epoxi (Ejemplos 1, 2 y Ejemplos comparativos C1-C2), mientras que las otras fueron composiciones de copolímeros de epoxi. Las composiciones comprenden al menos un compuesto de epoxi que no es un compuesto de silicio que tiene al menos un grupo hidrolizable directamente unido al átomo de silicio, un catalizador de polimerización de ácido de Lewis para los grupos epoxi (Nacure® Super A218, sal metálica de ácido triflico en n-butanol, 25 % en peso, de King Industries), un tensioactivo (EFKA® 3034, que es un fluorocarburo que contiene polisiloxano orgánicamente modificado, 50 % en peso en metoxipropanol comercializado por CIBA), metil éter de propilenglicol como un disolvente (Dowanol® PM de Dow Chemical Company) y un tinte. Los compuestos opcionales se incluyeron en algunas composiciones, tales como sílice coloidal (MA-ST-HV® de Nissan Chemical, dispersión al 30 % en peso en metanol) y epoxisilanos hidrolizados.

Los siguientes compuestos de epoxi según la invención se usaron en los ejemplos: UVACure® 1500 (3',4'-epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexanocarboxilato, de Allnex USA Inc.) y EPALLOY® 9000 (1,1,1-tris-(p-hidroxifenil)etano triglicidil éter).

Se investigaron los siguientes compuestos de epoxi comparativos: EGDGE (diglicidil éter de etilenglicol), Erisys™ GE-30 (triglicidil éter de trimetilolpropano, abreviado GE-30, de CVC Thermoset Specialties), Erisys™ GE-60 (hexaglicidil éter de sorbitol, abreviado GE-60, de CVC Thermoset Specialties), Glymo (3-glicidoxipropil-trimetoxisilano, de Evonik Industries) y KBE-402 (3-glicidoxipropilmetildietoxisilano). Estos compuestos de epoxi son monómeros relativamente ricos en electrones y los dos últimos son epoxisilanos, que generan copolímeros de epoxi híbridos cuando se usan junto con compuestos de epoxi que carecen de un átomo de silicio reactivo.

Las estructuras de los diversos compuestos de epoxi que carecen de un átomo de silicio se recuerdan a continuación:

Compuesto de epoxi	EGDGE (comparativo)	Erisys™ GE-30 (comparativo)	Erisys™ GE-60 (comparativo)	UVACure® 1500	EPALLOY® 9000
Estructura					
Relación C/O	2	2,5	2	3,5	4,8

Se usaron los siguiente tintes en las diversas composiciones:

Tinte A: ABS-420® (λ máx = ~421 nm), de Exciton Inc. (tinte que bloquea luz azul)

Tinte B: Solvent Yellow 114 (λ máx = ~446 nm, tinte de quinolina), de American Dyestuff Corp.

Tinte C: Solvent Blue 45 (λ máx = ~624 nm, tinte de antraceno comparativo, también llamado Savinyl Blue RS), de Clariant International Ltd.

Las formulaciones preparadas contuvieron aproximadamente 39-44 % en peso de sólidos (peso de extracto seco con respecto al peso de la composición). El tinte fue el último componente añadido a las composiciones. Cada una de las disoluciones de recubrimiento se depositó por recubrimiento por centrifugación sobre una cara limpia de una lente Orma® previamente limpiada con NaOH diluido (500 rpm durante 5 s, luego 1000 rpm durante 10 s, Ejemplos 1-2, C1-C2), o por recubrimiento por inmersión sobre ambas caras de dicha lente (a una velocidad de 2,0 mm/s, todos los ejemplos excepto los Ejemplos 1-2, C1-C2). Entonces se realizó un precurado a 80 °C durante 15 minutos y un curado a 110 °C durante 3 horas. Los espesores de recubrimiento fueron 5 μ m.

10 Evaluación de los rendimientos de recubrimiento

a) Se midió la fotodegradación de tinte en recubrimientos de epoxi sometiendo las lentes preparadas a la prueba de Q-sun. Esta prueba usa una cámara de xenón Q-SUN® Xe-3, comprada de Q-LAB, a una humedad relativa del 20 % (± 5 %) y a una temperatura de 23 °C (± 5 °C), que reproduce la luz del sol del espectro completo.

Una lente de muestra recubierta con un recubrimiento de epoxi que contenía al menos un tinte se midió por un espectrofotómetro Cary® 50 para conseguir un espectro de transmisión (% de T). Entonces, la lente se introdujo en la cámara de xenón y su cara convexa se expuso a la luz durante 40 h en el interior de la cámara Q-sun. La lente se midió por el espectrofotómetro Cary® 50 nuevamente para conseguir un espectro de % de T. Se usó una lente Orma® sin recubrir como lente de referencia, también se probó antes y después de la prueba de exposición al sol de 40 h. Debido a que hubo muy poco cambio del espectro de lentes Orma® antes y después de la prueba de exposición al sol, su cambio se rechazó durante el cálculo.

La fórmula usada para calcular el nivel de fotodegradación del tinte en un recubrimiento epoxi recubierto sobre la lente Orma® se describe a continuación, usando el % de transmitancia a λ máx:

$$\text{Fotodegradación del tinte} = (\% \text{ de } T_{\lambda \text{tinte máx } 40 \text{ h}} - \% \text{ de } T_{\lambda \text{tinte máx } 0 \text{ h}}) / (\% \text{ de } T_{\lambda \text{Orma máx } 40 \text{ h}} - \% \text{ de } T_{\lambda \text{tinte máx } 0 \text{ h}})$$

Por ejemplo, una lente Orma® recubierta con un recubrimiento de tinte azul (λ máx del tinte: 580 nm) mostró 80 % de transmitancia inicialmente, que cambió hasta el 86 % después de 40 h de la prueba de exposición a Q-sun. La lente de referencia Orma® mostró 92 % de transmitancia inicial a 580 nm, que solo cambió hasta el 91,8 % después de 40 h de exposición a Q-sun, que indica casi ningún cambio de la lente Orma® a esta longitud de onda. En este caso, la fotodegradación del tinte azul = $(86-80) / (92-80) \times 100 = 50$ %.

b) Se midió la turbidez como se desvela en el documento de patente WO 2012/173596, en un aparato Hazeguard XL 211 Plus de BYK-Gardner según la norma ASTM D1003-00. Como la turbidez es una medición del porcentaje de luz transmitida dispersada superior a 2,5° desde el eje de la luz incidente, cuanto más pequeño sea el valor de turbidez, menor será el grado de opacidad. En general, para los artículos ópticos descritos en el presente documento, un valor de turbidez inferior o igual al 0,3 % es aceptable, más preferentemente inferior o igual al 0,2 %.

c) Se midió la tasa de transmisión de oxígeno según ASTM F1307-02 usando un MOCON OX-TRAN® Modelo 2/21. La lente recubierta o las muestras de película de BOPP (polipropileno biaxialmente orientado) se pegaron sobre máscaras de metal usando pegamento de epoxi, se dejó secar al aire durante la noche en las condiciones ambiente, próximas a 23 °C, 50 % de humedad relativa. Las condiciones de prueba fueron a 35 °C, 70 % de humedad relativa. Se realizó un mínimo de siete ciclos de mediciones. Una cara de las muestras de prueba se expuso a un gas portador seco (nitrógeno con <2 % de hidrógeno) y la otra cara se expuso a 100 % de gas oxígeno seco. Se calculó una tasa de permeación a partir del caudal y la concentración del gas del tanque certificado.

Composiciones y resultados

Los diversos componentes usados para preparar las composiciones 1-8 según la invención y las composiciones comparativas C1-C2, así como los resultados de las pruebas realizadas, se muestran en las tablas a continuación.

Ejemplo	C1	C2
Compuesto de epoxi (%)	EGDGE 37,7	GE-30 37,7
Nacure® Super A218 (%)	5,7	5,7
EFKA® 3034 (%)	0,1	0,1
Dowanol® PM (%)	56,5	56,5

Ejemplo	C1			C2		
Tinte	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3
	Tinte A 0,04%	Tinte B 0,04%	Tinte C 0,15%	Tinte A 0,04%	Tinte B 0,04%	Tinte C 0,15%
% en peso de compuestos de epoxi según la invención (*)	0			0		
Turbidez (%)	0,4	2,0	0,9	0,6	1,0	0,8
Fotodegradación (%)	94	41	87	89	39	75

Ejemplo	1		
Compuesto de epoxi (%)	EPALLOY® 9000 37,7		
Nacure® Super A218 (%)	5,7		
EFKA® 3034 (%)	0,1		
Dowanol® PM (%)	56,5		
Tinte	1-1	1-2	1-3
	Tinte A 0,04%	Tinte B 0,04 %	Tinte C 0,15 %
% en peso de compuestos de epoxi según la invención (*)	100		
Turbidez (%)	0,1	0,1	0,1
Fotodegradación (%)	16	7	13

ES 2 941 899 T3

Ejemplo		2		3		4	
Compuesto de epoxi	GE-60 (%)	3,4		10,3		3,4	
	GE-30 (%)	6,9		0		0	
	UVACure® 1500 (%)	28,1		0		28,1	
	EPALLOY® 9000 (%)	0		28,1		6,9	
Nacure® Super A218 (%)		5,5		5,8		5,5	
EFKA® 3034 (%)		0,1		0,1		0,1	
Dowanol® PM (%)		56,0		55,7		56,0	
Tinte		2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2
		Tinte A 0,04%	Tinte B 0,04%	Tinte A 0,04%	Tinte B 0,04%	Tinte A 0,04%	Tinte B 0,04%
% en peso de compuestos de epoxi según la invención (*)		73		73		91	
Turbidez (%)		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Fotodegradación (%)		12	14	5	0	4	1
Tasa de transmisión de oxígeno (cm³.mil/(100 in².día.atm)) (**)		12,4		n.a.		n.a.	

(*) Con respecto al peso total de los compuestos de epoxi en la composición.

(**) Medido en ausencia de tinte, para un recubrimiento de 10 µm de espesor.

Ejemplo		5	6	7
Compuesto de epoxi	GE-60 (%)	1,7	2,3	2,77
	GE-30 (%)	3,45	4,66	5,63
	UVACure® 1500 (%)	14,05	18,97	22,93
	Glymo (%)	9,8	18,3	11,7
	KBE-402® (%)	5,1	0	0
Nacure® Super A218 (%)		2,75	3,71	4,49
EFKA® 3034 (%)		0,05	0,068	0,082
HCl 0,1 N (%)		3,3	4,2	2,7
Sílice coloidal (30 % en peso en MeOH) (%)		31,6	0	0
Dowanol® PM (%)		28	47,8	49,7
Tinte A (%)		0,04	0,04	0,04
% en peso de compuestos de epoxi según la invención (*)		41	43	53
% en peso del extracto seco de compuestos de epoxi según la invención (**)		35	48	56
Turbidez (%)		0,1	0,1	0,1
Fotodegradación (%)		16	13	11

(*) Con respecto al peso total de los compuestos de epoxi en la composición.

(**) Con respecto al peso de extracto seco de la composición.

En las lentes que tienen recubrimientos de epoxi según la invención, la degradación de los diversos tintes se redujo a menos del 30 %, en general, menos del 20 % en las condiciones de la prueba Q-sun, mientras que las lentes que tenían recubrimientos de epoxi comparativos (sin compuestos de epoxi que comprenden un grupo cicloalifático o arilo, tal como en los Ejemplos comparativos C1-C2, o con dichos compuestos de epoxi tienden a fotodegradar los mismos tintes hasta el 94 % en las mismas condiciones.

Como también se puede observar, todos los recubrimientos de epoxi según la invención mostraron baja turbidez (0,1 %) con todos los tintes, mientras que los recubrimientos comparativos tuvieron, en general, mayores niveles de turbidez, hasta el 2 % (Ejemplo comparativo C1). Estos resultados de baja turbidez demuestran que existe una buena compatibilidad entre los compuestos de epoxi según la invención y las moléculas de tinte.

La fotodegradación de los tintes puede ser además reducida incorporando en la composición de recubrimiento al menos un absorbente de UV. Por ejemplo, cuando el 3 % en peso de Tinuvin® 1130 se incorporó en las composiciones de los Ejemplos 5-7, la fotodegradación del tinte ABS-420® durante la prueba Q-sun se redujo desde el 11-16 % hasta el 5-8 %.

Otro medio para reducir la fotodegradación del tinte es depositar sobre el recubrimiento de epoxi según la invención un recubrimiento antirreflectante que actúe de barrera al oxígeno o una protección UV. Dos de dichos recubrimientos antirreflectantes se han usado en los Ejemplos 3-1B y 3-1C mostrados en la tabla que sigue y redujeron la fotodegradación del tinte ABS-420® durante la prueba Q-sun desde el 12 % hasta el 0 %:

Ejemplo	3-1	3-1A	3-1B	3-1C
Recubrimiento de epoxi que contiene 0,04 % de tinte A	Sí	Sí	Sí	Sí
Imprimación	No	Sí	Sí	Sí
Cubierta dura	No	Sí	Sí	Sí
Recubrimiento antirreflectante 1	No	No	Sí	No
Recubrimiento antirreflectante 2	No	No	No	Sí
Turbidez (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Fotodegradación (%)	12	15	0	0

La lente del Ejemplo 3-1A es la lente del Ejemplo 3-1, recubierta además en este orden con una imprimación resistente al impacto basada en poliuretano con un espesor de 1 micrómetro (látex Witcobond W-234®) y un recubrimiento resistente a la abrasión con un espesor de 3 micrómetros obtenido depositando y curando la composición del Ejemplo 3 de la patente EP 0614957 (que comprende γ -glicidoxipropiltrimetoxisilano, dimetildietoxisilano, sílice coloidal y acetilacetato de aluminio). Se puede observar que dichos recubrimientos alteran difícilmente la resistencia a la fotodegradación del tinte presente en el recubrimiento de epoxi.

La lente del Ejemplo 3-1B es la lente del Ejemplo 3-1A, recubierta además con el recubrimiento antirreflectante del Ejemplo 6 de la solicitud de patente WO 2008/107325. Dicho recubrimiento se depositó por evaporación a vacío sobre el recubrimiento resistente a la abrasión de la lente del Ejemplo 3-1A. Dicho recubrimiento antirreflectante comprende una subcapa de SiO₂ de 150 nm de espesor y la pila ZrO₂/SiO₂/ZrO₂/ITO/SiO₂ (espesores respectivos de las capas: 29, 23, 68, 7 y 85 nm). Una capa de ITO es una capa eléctricamente conductora de óxido de indio dopada con estaño (In₂O₃:Sn).

La lente del Ejemplo 3-1C es la lente del Ejemplo 3-1A, recubierta además con el recubrimiento antirreflectante de la cara delantera del Ejemplo 1 del documento de patente WO 2013/171435, con una capa de óxido de indio y estaño de 6,5 nm de espesor intercalada entre la capa de ZrO₂ de 73 nm de espesor y la capa de SiO₂ de 110 nm de espesor.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de recubrimiento de filtración óptica, que comprende:
 - al menos un tinte absorbente que se selecciona de una porfirina y una quinolina, tiene un cromóforo conjugado e inhibe selectivamente y al menos parcialmente la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 400-500 nm,
 - uno o más compuestos de epoxi que comprenden al menos un grupo cicloalifático o arilo, la relación: número de átomos de carbono / número de átomos de oxígeno en dicho al menos un compuesto de epoxi es superior o igual a 3, y el peso del extracto seco de dichos compuestos de epoxi representa más del 33 % del peso del extracto seco de la composición.
2. La composición según la reivindicación 1, en donde la relación: número de átomos de carbono / número de átomos de oxígeno es superior o igual a 3,3, preferentemente superior o igual a 3,5.
3. La composición según la reivindicación 1 o 2, en donde la relación: número de átomos de carbono / número de átomos de oxígeno es superior o igual a 4, preferentemente superior o igual a 4,5.
4. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el tinte absorbente está presente en una cantidad que varía desde el 0,01 hasta el 1,25 % con respecto al peso del extracto seco de la composición.
5. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el tinte absorbente inhibe al menos parcialmente la transmisión de luz dentro del intervalo de longitud de onda de 415-455 nm.
6. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, definida además como que ni comprende un absorbente de UV ni un secuestrante de radicales libres.
7. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, definida además como que comprende al menos un absorbente de UV y/o al menos un secuestrante de radicales libres.
8. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el grupo cicloalifático es un grupo cicloalquilo.
9. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el compuesto de epoxi que comprende al menos un grupo cicloalifático o arilo comprende al menos un grupo aril glicidil éter o grupo β -(3,4-epoxiciclohexil)alquilo.
10. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el compuesto de epoxi que comprende al menos un grupo cicloalifático o arilo comprende al menos dos grupos epoxi, preferentemente desde 2 hasta 4 grupos epoxi.
11. Un artículo óptico que tiene al menos una superficie principal que comprende un recubrimiento obtenido depositando sobre un sustrato y curando una composición según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
12. Un artículo óptico según la reivindicación 11, que comprende además al menos una capa mineral, preferentemente al menos una capa mineral de un recubrimiento antirreflectante.
13. Un artículo óptico según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, definida además como una lente óptica, preferentemente una lente oftálmica.
14. Un artículo óptico según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el recubrimiento tiene un espesor que varía desde 2 hasta 10 μm .