

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 461**

51 Int. Cl.:

G02B 5/30 (2006.01)

G02B 1/10 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2007** **E 07300837 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019** **EP 1965234**

54 Título: **Artículos polarizantes de la luz y método de confección de los mismos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.07.2019

73 Titular/es:
CORNING INCORPORATED (100.0%)
1 Riverfront Plaza
Corning, NY 14831, US

72 Inventor/es:
HENRY, DAVID y
GESELL, ERIC

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 718 461 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

Artículos polarizantes de la luz y método de confección de los mismos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a artículos polarizantes de la luz y al método para hacer los mismos. En particular, la presente invención se refiere a productos ópticos de polarización que comprenden una capa polarizante de luz, una segunda capa funcional sobre la capa polarizante y una capa de acoplamiento entre ellas y un método para hacer la misma. La presente invención es útil para producir, por ejemplo, polarización de productos oftalmológicos, elementos ópticos y productos de visualización.

Antecedentes de la invención

15 Un filtro polarizante de luz lineal permite que la luz que tiene un campo eléctrico en un determinado plano transmita a una velocidad mayor que la luz que tiene un campo eléctrico ortogonal. Los filtros polarizantes han sido ampliamente utilizados en, por ejemplo, productos oftálmicos, dispositivos de visualización, dispositivos de imagen y dispositivos de comunicación óptica. Las lentes oftálmicas de polarización son interesantes porque tienen la capacidad única de eliminar de manera preferente el brillo que se refleja en las superficies horizontales lisas como el agua y el hielo.

20 Se han utilizado materiales dicroicos para la fabricación de artículos polarizantes de luz. Los materiales dicroicos, cuando están bien orientados, pueden transmitir, preferentemente, luz polarizada en una dirección particular. Dicho material dicroico puede polarizarse en un espectro relativamente amplio, tal como el espectro visible, o pueden tener la propiedad de polarización en un rango estrecho de longitud de onda. Un grupo de materiales dicroicos se llama colorantes pleocroicos. Una molécula de colorante pleocroico tiene una absorción variable según la orientación del campo eléctrico de la luz incidente. Algunos colorantes pleocroicos son autoorientantes cuando se colocan sobre un sustrato adecuado, otros deben combinarse con otros materiales para producir el efecto polarizante.

30 Según lo enseñado por la patente de Estados Unidos n. ° 2.400.877, se puede formar una capa de colorante dicroico orientado depositándolo sobre una superficie que se ha cepillado o frotado suavemente en una sola dirección. Esta referencia de patente también desvela que al estirar una película polimérica, tal como celulosa y derivados de la misma, se puede obtener una fuerza de orientación adecuada para los colorantes dicroicos depositados sobre los mismos.

35 Los artículos polarizantes de luz, tales como las lentes oftálmicas polarizantes, se han fabricado utilizando diversas tecnologías y materiales (véase, por ejemplo, la publicación de la publicación de solicitud de patente europea N.° 1394575). La mayoría de estos productos comprenden una capa polarizante de luz además de un sustrato no polarizante. La capa polarizante se forma principalmente a partir de un material dicroico mencionado anteriormente. Los productos polarizantes de luz producidos hasta ahora y los procesos para la fabricación de los mismos han sufrido varios inconvenientes.

45 Un problema del producto de la técnica anterior es la distorsión de la superficie óptica por la capa polarizante en el producto final. Algunos de los artículos polarizantes de luz en la técnica anterior se producen laminando una capa polarizante preformada a un sustrato. Es difícil, si no imposible, permitir que la capa polarizante preformada se curve hasta un ajuste perfecto con una superficie contorneada del sustrato, como en el caso de los productos oftalmológicos. El ajuste menos perfecto entre la capa polarizante y el sustrato puede llevar a una potencia cilíndrica no deseada en una lente oftálmica.

50 Un segundo problema del proceso y los productos de la técnica anterior es la deslaminación de la capa polarizante del sustrato durante el proceso de fabricación o durante la vida útil del producto. Esto es causado por, por ejemplo, (i) una adherencia menos suficiente entre el sustrato y la capa polarizante; y/o (ii) la tensión entre las capas que tienen propiedades diferentes, especialmente diferente coeficiente de expansión térmica.

55 Otro problema más del producto polarizante de la técnica anterior y los procedimientos para prepararlos implica la lixiviación del componente de sustrato en la capa polarizante. La lixiviación, o migración, puede causar el deterioro de la calidad mecánica y/u óptica de la capa polarizante con el tiempo.

60 Un cuarto problema del artículo y proceso de la técnica anterior es la turbidez del artículo. Varias causas contribuyen a este problema. Se cree que los principales culpables son la propagación y expansión de los defectos, ópticos y mecánicos, a una microescala originalmente.

65 Un quinto problema del artículo y proceso de la técnica anterior es la deslaminación entre la capa de colorante polarizante y cualquier recubrimiento adicional aplicado sobre ella, tales como recubrimientos resistentes a los arañazos, recubrimientos duros, recubrimientos repelentes al agua, y similares.

La patente de Estados Unidos 4.683.153 describe un proceso para la preparación de un vidrio polarizado laminado

transparente que consiste en un soporte de un vidrio orgánico o inorgánico, un recubrimiento polarizante dispuesto en una de las superficies del soporte y una capa transparente adherida al recubrimiento que lo protege de la humedad. Dicho proceso comprende primero la formación de microranuras paralelos directamente sobre una superficie del soporte de vidrio mediante cepillado, lavado y secado de la superficie, depositado de los colorantes orgánicos en fase nemática, reducción de la solubilidad en agua del recubrimiento polarizante resultante, tratamiento del producto resultante con aminopropilsilanos y, a continuación, con un epoxi silano, y aplicación de una capa protectora para formar una capa de barrera contra la humedad. La publicación de solicitud de patente europea nº 1674898 describe un proceso para fabricar artículos polarizantes, similar al descrito en el documento US 4.683.153. Depositando una capa inorgánica que promueve la adherencia entre el sustrato de la lente y la capa de colorante polarizante de luz, la invención desvelada en el presente documento resolvió el problema de una mala adherencia entre el sustrato y la capa de colorante polarizante de luz.

No obstante, el problema de la mala adherencia entre la capa de colorante polarizante y las capas superiores adicionales está pendiente de resolver. Se ha descubierto que la adherencia entre la capa de colorante polarizante y las capas funcionales adicionales, tal como la capa de recubrimiento duro, puede disminuir durante la vida útil del artículo polarizante en el tiempo debido a la exposición a factores ambientales, tales como agua, sudor, luz, calor y similares. Puede producirse una deslaminación prematura no deseada entre estas dos capas.

En consecuencia, existe una necesidad genuina de que un artículo polarizante supere uno o más inconvenientes de la técnica anterior y un proceso para fabricar tales artículos.

Sumario de la invención

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un artículo polarizante de luz según la reivindicación 1.

Según ciertas realizaciones del artículo polarizante de luz de la presente invención, al menos parte de las moléculas de colorante polarizante están situadas en la superficie de una capa de adherencia que consiste esencialmente en material inorgánico. Según ciertas realizaciones, la capa de adherencia consiste esencialmente en óxido de silicio, óxido metálico o mezclas compatibles o combinaciones de los mismos. Según ciertas realizaciones, la capa de adherencia consiste esencialmente en un material seleccionado del grupo que consiste en óxidos de Si, Al, Zr, Ti, Ge, Sn, In, Zn, Sb, Ta, Nb, V, Y, y mezclas y combinaciones de los mismos. Según ciertas realizaciones, la capa de adherencia consiste esencialmente en SiO y/o SiO₂.

Según ciertas realizaciones del artículo polarizante de luz de la presente invención, el sustrato comprende al menos una capa de recubrimiento duro sobre la cual se encuentra la capa de adherencia inorgánica.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para fabricar artículos polarizantes de luz de acuerdo con la reivindicación 17.

De acuerdo con determinadas realizaciones del proceso de la presente invención, en la etapa (DA), la segunda capa de acoplamiento comprende polisiloxano.

De acuerdo con determinadas realizaciones del proceso de la presente invención, en la etapa (DA), la segunda capa de acoplamiento comprende poliepoxisilano. En determinadas realizaciones, la segunda capa de acoplamiento comprende poliepoxisilano y la segunda capa funcional (ii) comprende poli(met)acrilato y/o polisiloxano.

De acuerdo con determinadas realizaciones del proceso de la presente invención, el polisiloxano se forma por polimerización del siloxano correspondiente en medio acuoso que recubre la superficie de la capa polarizante de luz.

Las realizaciones del artículo polarizante de luz de la presente invención tienen las ventajas de una fuerte adherencia entre la capa de colorante polarizante y cualquier capa funcional adicional, tales como capas protectoras, debido a la presencia de la primera capa de acoplamiento. Los artículos polarizantes de luz, por lo tanto, se podrían fabricar con una fuerte resistencia al agua, sudor, humedad elevada y otras condiciones de uso nocivas. Además, el proceso de fabricación de lentes se puede realizar en un laboratorio de pequeña escala, tal como un laboratorio oftalmológico típico, con los resultados deseados.

Las características y ventajas adicionales de la invención se expondrán en la descripción detallada que sigue y, en parte, serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia a partir de la descripción o reconocidas mediante la práctica de la invención, tal como se describe en la descripción y reivindicaciones escritas de la misma, así como en los dibujos adjuntos.

Se entiende que la descripción general anterior y la siguiente descripción detallada son meramente ejemplares de la invención, y pretenden proporcionar una visión de conjunto o un marco para entender la naturaleza y el carácter de la invención, tal como se reivindica.

Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y se incorporan y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva.

Breve descripción de los dibujos

5

En los dibujos adjuntos,

la **figura 1** es una ilustración esquemática de la estructura y el proceso de fabricación de la misma de una realización de un artículo polarizante de luz como se describe en la publicación de solicitud de patente europea nº 1674898.

10

La **figura 2** es una ilustración esquemática de la estructura y parte del proceso de fabricación de la misma para una realización del artículo polarizante de luz de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

15

Salvo que se indique lo contrario, todos los números tales como los que expresan porcentajes en peso de ingredientes, dimensiones y valores para ciertas propiedades físicas usadas en la memoria descriptiva y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". También debe entenderse que los valores numéricos precisos usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones forman realizaciones de la invención. Se han realizado esfuerzos para garantizar la exactitud de los valores numéricos desvelados en los Ejemplos. Cualquier valor numérico medido, sin embargo, puede contener de forma inherente ciertos errores que resultan de la desviación estándar encontrada en su técnica de medición respectiva.

20

Tal como se utiliza en el presente documento, "producto oftálmico" significa cualquier producto semiacabado y acabado, alimentado y no alimentado, teñido y no teñido, fotocromático y no fotocromático, basado en vidrio inorgánico y producto ocular basado en polímero, incluyendo productos de gafas de sol y productos oculares de prescripción, y blancos de los mismos; gafas de protección; visores; y similares.

25

Salvo que se especifique otra cosa, el término "óxido" como se usa en el presente documento en la presente solicitud incluye óxidos estequiométricos, óxidos deficientes en oxígeno y óxidos en exceso de oxígeno. Por ejemplo, el término óxido de silicio en la presente solicitud significa un material que tiene la fórmula exacta SiO_x , donde x puede ser mayor que 2 (exceso de oxígeno) o menor que 2 (déficit de oxígeno). Sin embargo, SiO_2 significa un óxido estequiométrico en el que la relación molar de átomos de Si y oxígeno es 1:2. Para el fin de la presente solicitud, la fórmula SiO significa óxido de silicio deficiente en oxígeno SiO_y , donde $0,5 \leq y \leq 1,8$, en ciertas realizaciones $0,5 \leq y \leq 1,5$. Para otro ejemplo, el óxido de aluminio en la presente solicitud significa un material que tiene la fórmula química exacta Al_2O_z , donde z puede ser mayor que 3 (exceso de oxígeno) o menor que 3 (déficit de oxígeno). Así, el silicio o el metal en los óxidos pueden estar en varias valencias, no solo las valencias habituales. La deposición química de vapor puede usarse para producir óxidos de silicio y/o metales deficientes en oxígeno o con exceso de oxígeno.

30

35

40

"Polisiloxano" como se usa en el presente documento en la presente solicitud son materiales poliméricos que tienen una estructura de esqueleto que comprende enlaces -O-Si-O-Si y grupos orgánicos, incluidos los polímeros lineales y reticulados de siloxanos. La patente de Estados Unidos Nº 4.981.530 describe diversos tipos de polisiloxano reticulado que se pueden usar en la presente invención. Los polisiloxanos y su preparación se describen con más detalle en, por ejemplo, "Silicones", Volumen 15, pág. 204-308 Encyclopedia of polymer science and engineering, Bruce Hardman, Arnold Torkelson de General Electric Company. Un experto en la técnica entiende que los polisiloxanos se pueden preparar a partir de, por ejemplo, diversos siloxanos y/o silanos mediante diversos métodos que incluyen, entre otros, hidrólisis y policondensación en medios acuosos, con o sin el uso de catalizadores básicos o ácidos. Un experto en la técnica también entiende que se puede formar una capa de polisiloxano recubriendo un sustrato con una dispersión de polisiloxano en medios líquidos (especialmente medios acuosos), con o sin tratamiento térmico adicional del material recubierto. El recubrimiento puede efectuarse por inmersión, impregnación, recubrimiento por centrifugación, y similares.

45

50

"Alquilo C1-C6" significa una cadena de hidrocarburo saturada lineal o ramificada que tiene de 1 a 6 átomos de carbono. Ejemplos de grupos alquilo C1-C6 incluyen metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, sec-butilo, *terc*-butilo, pentilo y hexilo.

55

"Cicloalquilo C3-C7" significa un anillo de hidrocarburo saturado cíclico que tiene de 3 a 7 átomos de carbono en el anillo. Ejemplos de grupos cicloalquilo C3-C7 incluyen ciclopentano, cicloheptano y ciclohexano.

60

"Alquilenos C1-C6" significa un radical divalente de cadena de hidrocarburo saturado lineal o ramificado que tiene de 1 a 6 átomos de carbono. Ejemplos de grupos alquilenos C1-C6 incluyen metileno, etileno, propileno y butileno.

65 Cuando los grupos o radicales relevantes en la presente solicitud son sustituidos, pueden ser sustituidos por, por ejemplo, pero sin limitación a, un grupo alquilo, un halógeno, un epoxi, un (met)acriloxi, alcoxi, un hidroxilo, y

similares, según sea apropiado.

Con el término "(met) acrilato" se pretende decir acrilato, metacrilato y combinación o mezcla de los mismos.

- 5 La publicación de solicitud de patente Europea No. 1674898 describe un artículo polarizante de luz que comprende una capa de adherencia entre el sustrato del artículo y la capa polarizante de luz. Incluyendo dicha capa de adherencia, la durabilidad del artículo polarizante de luz se mejoró significativamente.

10 Normalmente, para obtener un artículo polarizante de luz para usos oftálmicos y para muchos otros usos, se necesita una segunda capa funcional sobre la capa polarizante de luz, para impartir las propiedades físicas y químicas deseadas al artículo final. Tales propiedades físicas y químicas deseadas incluyen: resistencia al rayado, propiedades repelentes al agua y/o a manchas, propiedades antiniebla, propiedades antirreflectantes, tinte especial o propiedades de filtrado de luz. La adherencia entre dicha segunda capa funcional y la capa polarizante, si dicha
15 segunda capa está directamente sobre y apoyada en la capa polarizante, se desea que sea alta a lo largo del ciclo de vida del artículo.

Sin embargo, los presentes inventores han descubierto que la adherencia de la capa de colorante polarizante y los materiales de recubrimiento anti-rayado tradicionales no es tan buena como se desea. Se ha descubierto que la
20 exposición prolongada a la luz, temperaturas altas, humedad alta, agua, solución salina, sudor, y combinaciones de los mismos, puede debilitar la unión entre la capa polarizante y la segunda capa funcional.

Sin la intención o la necesidad de estar sujetos a ninguna teoría particular, los presentes inventores creen que se debe a la naturaleza iónica de la estructura de la molécula de colorante polarizante y la naturaleza no iónica de las
25 segundas capas funcionales típicas o capas intermedias. Las moléculas de colorante polarizante, como se usan habitualmente comprenden iones en sus estructuras moleculares. Tales iones, sin estar apareados con contraiones inmovilizados, pueden atraer la humedad y el agua durante el ciclo de vida en condiciones húmedas o mojadas, causando la erosión de la interfaz entre la capa de colorante polarizante y la segunda capa funcional.

Por consiguiente, los presentes inventores han hecho la presente invención para resolver el problema de la
30 durabilidad inadecuada de la adherencia entre la capa de colorante polarizante y la segunda capa funcional introduciendo una capa de material que tiene iones inmovilizados que tienen cargas o es capaz de formar iones inmovilizados que tienen cargas opuestas a la de las moléculas de colorante polarizante en la capa polarizante de luz. Los contraiones inmovilizados se aparearán al menos parcialmente con los iones nacidos por las moléculas de
35 colorante polarizante. Por tanto, la penetración de agua en la interfaz entre la capa de colorante polarizante y la segunda capa funcional se reduciría, inhibiría o eliminaría, de este modo se mejora la durabilidad de la adherencia.

El artículo polarizante de luz de la presente invención, en términos generales, comprende: una primera capa funcional (i) (es decir, una capa polarizante de luz) que comprende una pluralidad de moléculas polarizantes de luz que contienen iones en la misma, y una segunda capa funcional (ii) sobre la capa polarizante, donde entre la primera
40 capa funcional y la segunda capa funcional (i) y apoyada en la primera capa funcional (ii), existe una primera capa de acoplamiento (iii) que comprende una estructura molecular que lleva grupos iónicos que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional, o grupos capaces de formar iones que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional; comprendiendo dicha
45 primera capa de acoplamiento polisiloxano lineal o reticulado. El artículo de la presente invención puede comprender un sustrato transmisor de luz sobre el que se forman las diversas capas funcionales y capas de acoplamiento. Entre el sustrato y la primera capa funcional, puede estar presente una capa de adherencia inorgánica opcional.

El sustrato transmisor de luz puede tomar varias formas antes de la formación de las diversas capas descritas anteriormente. El sustrato tiene al menos una superficie, que puede ser plana o contorneada. El sustrato puede ser
50 una lámina plana, una pieza cilíndrica que tiene varios grosores o, para productos oftálmicos, un espacio que tiene al menos una superficie contorneada, tal como una superficie cóncava, o una superficie convexa, o una superficie convexa y una superficie cóncava. La capa de adherencia inorgánica, la primera capa funcional, la primera capa de acoplamiento y la segunda capa funcional, se forman sobre al menos parte de la superficie. No se excluye que el sustrato tenga más de una superficie y las diversas capas, si están presentes, se forman sobre más de una de esas
55 superficies. Por ejemplo, el sustrato puede tener dos superficies sustancialmente paralelas entre sí, o sustancialmente opuestas entre sí, y la capa de adherencia inorgánica y la capa polarizante se depositan sobre ambas superficies. La dirección de polarización de las dos capas polarizantes así formadas sobre las dos superficies puede elegirse para ser paralelas u ortogonales entre sí, o formar un cierto ángulo entre ellas, dependiendo del uso del artículo polarizante de luz de la presente invención. De forma particular, para un blanco de lente oftálmica, se desea que el lado que no se procesará más hacia abajo se permita formar la capa polarizante en la misma. Para un espacio de lentes de prescripción, ese lado suele ser el lado cóncavo. Para productos terminados, tales como lentes oftálmicas de reserva y lentes de sol planas, la capa polarizante se puede formar en cualquier lado, ya que por lo
60 general no se requiere más esmerilado de la superficie de la lente.

65 El sustrato transmisor de luz puede tener un cuerpo principal hecho de vidrio inorgánico o polímero orgánico, por ejemplo. Como ejemplos de tales vidrios inorgánicos, se pueden mencionar los típicos vidrios de aluminosilicato

alcalinotérrico, vidrios de boroaluminosilicato (Pyrex®), vidrios de sílice fundidos dopados y sin dopar, materiales vitrocerámicos transparentes y materiales cristalinos, tales como CaF₂, MgF₂ y similares. De forma particular, para productos oftálmicos, los materiales de vidrio inorgánico de especial interés son aquellos descritos en, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos números 4.839.314; 4404290 y 4.540.672. Los materiales de vidrio inorgánico de alto índice de refracción desvelados en, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos números 4.742.028 y 6.121.176 son especialmente preferentes.

Se han usado muchos materiales poliméricos como material de sustrato para artículos ópticos, incluyendo productos oftalmológicos. Tales polímeros pueden ser poliamidas, poliésteres, poliimidas, polisulfonas, policarbonatos, poliuretanos, poliuretano-ureas, poliolefinas, resinas de fenol, resinas epoxi y similares. Como ejemplos no limitantes de polímero orgánico adecuado para el sustrato transmisor de luz, se pueden mencionar los homopolímeros y copolímeros de monómeros de polioli (carbonato de alilo), tal como el dietilenglicol bis(carbonato de alilo) vendido bajo la marca registrada CR-39® por PPG Optical Products, homopolímeros y copolímeros de (met)acrilato mono o polifuncional, acetato de celulosa, triacetato de celulosa, acetato butirato de celulosa, acetato de celulosa propionato, acetato de polivinilo, alcohol de polivinilo), poli(cloruro de vinilo), poliuretanos, poliuretano-urea, tal como TRIVEX™ o NXT® vendidos por PPG Optical Products e Intercast Europe Spa, respectivamente, poli(tiouretanos), poliamidas, policarbonatos como los derivados del bisfenol-A y el fosgeno comercializados bajo la marca comercial LEXAN®, poliésteres tales como poli(tereftalato de etileno), poliestireno, copolímeros de estireno y metacrilato de metilo o acrilonitrilo, copolímeros de poliolefina cíclica (COC), poliolefina amorfa tal como Zeonex® de ZEON Corp, y similares.

El cuerpo principal del sustrato transmisor de luz puede ser fotocromático o no fotocromático. Ejemplos no limitantes de materiales de vidrio inorgánicos fotocromáticos y su preparación se desvelan, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos números 5.426.077 y 5.023.209. Ejemplos no limitantes de materiales poliméricos fotocromáticos y su preparación se desvelan, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos nº 6.248.285 y 6.329.482.

El cuerpo principal del sustrato transmisor de luz puede estar coloreado o ser incoloro. Los materiales de vidrio inorgánico coloreado y el método para fabricarlos se describen ampliamente en la técnica. Los materiales poliméricos coloreados se pueden producir añadiendo, por ejemplo, diversos colorantes orgánicos en el monómero antes de la polimerización o impregnando la matriz polimérica utilizando colorantes orgánicos.

El sustrato transmisor de luz puede comprender, además del cuerpo principal, varias capas de diversos tipos de recubrimientos superficiales. Por ejemplo, el sustrato puede llevar un recubrimiento antirreflectante, una capa dura típica de los productos oftalmológicos, un recubrimiento fotocromático, un recubrimiento de color teñido, un recubrimiento de filtración UV, un recubrimiento absorbente de infrarrojos, y similares. Un experto en la materia está familiarizado con estos recubrimientos, especialmente en relación con los productos oftalmológicos. Las capas funcionales según la presente invención pueden formarse sobre estos recubrimientos superficiales, o pueden formarse sobre una superficie diferente u opuesta a la superficie sobre la cual se formaron estos recubrimientos.

La capa polarizante de luz (por ejemplo, la primera capa funcional) se forma típicamente sobre al menos parte de al menos una superficie del sustrato transmisor de luz. Confiere, al menos en parte, la propiedad de polarización de la luz del artículo polarizante de la presente invención. La capa polarizante puede comprender al menos un colorante dicroico como ingrediente activo. Las moléculas de colorante dicroico están orientadas de manera que imparten el efecto polarizante deseado al artículo de la presente invención. Sin embargo, además del colorante dicroico, la capa polarizante puede comprender además otros ingredientes, tales como agentes promotores de la adherencia, plastificantes, colorantes no polarizantes y agentes tensioactivos, para impartir un color o tono deseable al producto final, y similares, siempre que estos otros ingredientes (i) no afecten de forma significativamente negativa a la adherencia de la capa polarizante a las otras capas en la estructura del artículo, y (ii) no afecten de forma significativamente negativa al efecto polarizante de los colorantes dicroicos en la capa.

Se conocen muchos colorantes dicroicos diferentes y, de hecho, se utilizaron en la fabricación de productos polarizantes de la luz en la técnica anterior. Las referencias que mencionan tales colorantes dicroicos incluyen, por ejemplo, la patente de Estados Unidos No. 2.400.877 y el documento WO 00/22463. Se puede usar un solo colorante dicroico en la capa polarizante para impartir el efecto polarizante así como un color o tinte deseado, tal como gris, al producto polarizante final. Sin embargo, no se excluye que se pueda usar una combinación de varios colorantes dicroicos en la capa polarizante. De hecho, un experto en la materia sabe que varios colorantes dicroicos que tienen colores que van desde el rojo, amarillo al azul, se pueden usar en solitario en combinación en varias proporciones para conferir el efecto polarizante y el color deseados al producto final.

También se sabe en la técnica que las moléculas de colorante que absorben la luz en la longitud de onda deseada, pero incapaces de formar estructuras ordenadas o polarizadas en sí mismas pueden formar una estructura polarizante de luz cuando se usan junto con materiales hospedadores adecuados, tales como compuestos de cristal líquido. Tales fenómenos y estructuras polarizantes huésped-hospedador se describen en, por ejemplo, el documento WO 00/22463, y otras referencias. Este efecto se ha utilizado para la producción de pantallas de cristal líquido. Este tipo de capa polarizante puede usarse ciertamente para el artículo polarizante de luz de la presente invención. Uno de los usos contemplados del artículo polarizante de luz de la presente invención es en pantallas de

crystal líquido. Para el fin de la presente invención, el término "colorante polarizante de luz" incluye tanto colorantes que pueden orientarse ellos mismos para proporcionar un efecto polarizante como colorantes que no pueden orientarse ellos mismos para proporcionar un efecto polarizante, pero pueden proporcionar un efecto polarizante cuando se colocan en un hospedador adecuado o en combinación con otros materiales.

5 Al menos una parte de las moléculas de colorante polarizante utilizadas en la presente invención portan iones en la estructura de la molécula. Dichas moléculas de colorante son típicamente compuestos orgánicos que tienen grupos que imparten color. Si las cadenas de las moléculas se alinean en cierta dirección por varios medios, tal como por 10 medios mecánicos, eléctricos o magnéticos, la matriz de las moléculas puede permitir, preferentemente, que pase la luz que tiene un campo eléctrico en una dirección dada, de ahí el efecto polarizante. Los iones nacidos por las moléculas polarizantes pueden ser aniones o grupos catiónicos. En determinadas realizaciones preferentes, las moléculas de colorante polarizante llevan aniones. Dichas moléculas de colorante portadoras de aniones pueden ser solubles en agua cuando se combinan con un cierto catión para formar una sal soluble en agua y, una vez depositada en una superficie, se hace insoluble en agua por intercambio de iones en una sal insoluble en agua de otro ion. Por ejemplo, ciertas moléculas de colorante polarizante son solubles en agua cuando se combinan con 15 iones Na^+ o K^+ , pero cuando se intercambian en soluciones acuosas que contienen Al^{3+} , Ca^{2+} y/o Mg^{2+} , precipitan en forma de sal insoluble en agua. La capa de colorante polarizante de luz en el artículo polarizante de luz de la presente invención se puede formar de esta manera.

20 En ciertas realizaciones del artículo polarizante de luz de la presente invención, la primera capa funcional comprende, de manera deseable, un componente estabilizador que inmoviliza al menos parcialmente las moléculas de colorante polarizantes de luz. El componente estabilizante puede o no impartir propiedades de color o polarización al artículo. Por ejemplo, cuando se utilizan moléculas de colorante polarizante que llevan aniones, se puede incluir un polisiloxano en la capa polarizante de luz. El polisiloxano adecuadamente curado, tal como 25 poliaminosiloxano y/o polepoxisiloxano, tiene cadenas poliméricas largas y/o una red reticulada que puede inmovilizar parcialmente las moléculas de colorante polarizante. Los presentes inventores han descubierto que ciertos colorantes polarizantes portadores de aniones, cuando están en forma de sal de Al^{3+} , Mg^{2+} y Ca^{2+} , tienen una solubilidad muy baja en agua a baja temperatura (tal como a aproximadamente 0°C). Sin embargo, a mayor temperatura, tal como a aproximadamente 100°C , o incluso bajo el sol caliente, la exposición prolongada a la humedad y/o al agua líquida (tal como sudor) puede movilizar una porción significativa de las moléculas de colorante 30 polarizante si no están aseguradas por una cadena o molécula polimérica, causando la reducción de la eficiencia de polarización, turbidez o incluso deslaminación. Con aditivos adicionales de polímero de polisiloxano presentes en la primera capa funcional, el movimiento de las moléculas de colorante polarizante puede reducirse significativamente, mejorando así de forma significativa la resistencia al agua caliente y al sudor de la capa de colorante polarizante.

35 Se ha descubierto que, sorprendentemente, en ciertas realizaciones se desea que la primera capa funcional sea esencialmente una sola capa, incluso si comprende estabilizantes tales como polisiloxanos. Por "esencialmente una sola capa" se entiende que cuando se ve en la escala submicrométrica, las moléculas de colorante de polarización de luz se distribuyen esencialmente de manera uniforme en toda la capa. Para una alta eficiencia de la polarización, tal como una eficiencia de polarización superior al 95 %, en ciertas realizaciones superior a 98 %, se desea que las 40 moléculas de colorante polarizantes de luz estén alineadas esencialmente en la misma dirección.

Las capas polarizantes de luz prefabricadas que comprenden colorantes dicroicos se han desvelado y usado en la técnica anterior. Los ejemplos no limitantes de tales capas polarizantes incluyen alcohol polivinílico polarizante (PVA), películas de tereftalato de polietileno (PET) y similares. Muchas de estas películas son películas polarizantes 45 independientes producidas estirando la película de polímero que tiene una capa de colorante dicroico depositada sobre ella o embebida en ella. Las obleas polarizantes de múltiples capas se han desarrollado también en la técnica anterior para laminar a un sustrato para formar un artículo polarizante, tal como gafas de sol. Estas películas y obleas polarizantes se pueden usar en los artículos polarizantes de la presente invención como la capa polarizante de luz de acuerdo con los métodos disponibles en la técnica anterior.

50 Sin embargo, el uso de láminas y obleas polarizantes prefabricadas puede provocar efectos no deseados en el producto final. Por lo tanto, en el artículo polarizante de luz de la presente invención, se desea que la primera capa funcional se forme *in situ* sobre, por ejemplo, una capa de adherencia inorgánica descrita con detalle a continuación, o un sustrato transmisor de luz. En determinadas realizaciones, se desea que la capa de adherencia inorgánica o la superficie del sustrato comprenda una pluralidad de microranuras en el lado exterior (el lado más alejado del sustrato), y la primera capa funcional se deposite en y sobre las microranuras. En determinadas realizaciones, se desea que las microranuras sean sustancialmente paralelas entre sí. Se desea que las microranuras tengan un tamaño de submicrómetros en ciertas realizaciones. Es decir, el ancho y la profundidad de las ranuras se desea que sean menores a $1\ \mu\text{m}$. Las ranuras sirven para proporcionar orientación de las moléculas de colorante polarizante en la capa polarizante, de acuerdo con la enseñanza de la patente de Estados Unidos n.º 2.400.877. Preferentemente, 60 la capa polarizante comprende al menos un colorante dicroico capaz de orientarse en presencia de microranuras para proporcionar un efecto polarizante de luz. Dicha estructura de colorante polarizante en las microranuras se desveló en el documento FR 03 12686 y en la publicación de la solicitud de patente europea n.º 1674898 y es particularmente ventajosa para la presente invención. La estructura es simple, fácil de producir y capaz de proporcionar un efecto polarizante constante en toda la superficie sin distorsionar la potencia de manipulación de la luz del artículo final. En esta estructura, se desea que las moléculas de colorante polarizante estén confinadas de 65

manera estable en su posición local en condiciones normales de uso durante el ciclo de vida del artículo. En comparación con las películas y obleas polarizantes, es menos probable que pierdan su orientación debido al calor y otras condiciones. En otras palabras, en comparación con los artículos polarizantes que utilizan películas y/o obleas polarizantes, se puede hacer que ciertas realizaciones del artículo polarizante de luz de la presente invención tengan una estabilidad térmica superior.

El artículo polarizante de luz de la presente invención también comprende una segunda capa funcional. La segunda capa funcional puede ser, por ejemplo, una capa de recubrimiento duro (o capa antirayado), una capa resistente al agua (capa antivaho), una capa antirreflectante, una capa de absorción de rayos UV, una capa absorbente de infrarrojos, una capa de recubrimiento fotocromática, y similares, y combinaciones de las mismas. La segunda capa funcional puede estar basada en varios materiales, tales como polímeros orgánicos (por ejemplo, poli(met)acrilatos, poliamidas, poliimidas, poliésteres, polisulfonas, poliuretanos, poliuretano-urea, y similares), polisiloxanos (por ejemplo, polipoxisiloxanos, polietoxisilanos, polimetoxisilanos y similares), materiales inorgánicos (tales como capas múltiples de óxidos de varios metales para impartir la propiedad antirreflectante al artículo). La segunda capa funcional puede teñirse aún más. La segunda capa funcional difiere de la primera capa funcional en términos de, por ejemplo, estructura y/o composición.

Tal como se ha indicado anteriormente, la adherencia entre la primera capa funcional y la segunda capa funcional, sin una capa de acoplamiento (iii) del artículo polarizante de la presente invención, tiende a ser insuficiente, incluso si se incluye un estabilizante en la primera capa funcional para inmovilizar las moléculas de colorante polarizante. Los presentes inventores han descubierto que, en caso de exposición a altas temperaturas y alta humedad, o a sudor artificial o a sudor real en condiciones de uso real o simulado, los artículos polarizantes sin una capa de acoplamiento entre la primera capa funcional y la segunda capa funcional, especialmente cuando la segunda capa funcional se basa en materiales de polímeros orgánicos, tales como poli(met)acrilatos y/o polisiloxanos, la unión entre la primera capa funcional y la segunda capa funcional tendió a debilitarse.

De manera sorprendente, los presentes inventores han descubierto que, incluyendo una capa de acoplamiento entre las superficies de la primera capa funcional y la segunda capa funcional de la presente invención, la adherencia entre la primera y la segunda capa funcional y su durabilidad pueden mejorarse significativamente sin sacrificar otras propiedades deseadas del artículo, tal como la eficiencia de polarización y la función deseada de la segunda capa funcional. La primera capa de acoplamiento (iii) en el artículo polarizante de luz de la presente invención tiene una estructura que porta grupos iónicos que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional o grupos capaces de formar iones que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional en condiciones de uso. Sin desear quedar ligados a teoría concreta alguna, los autores de la presente invención creen que los contraiones portados por la estructura de la primera capa de acoplamiento pueden emparejarse con los iones portados por las moléculas de colorante polarizante en la primera capa funcional, formar enlaces iónicos fuertes, inmovilizar aún más las moléculas de colorante polarizante y mejorar la unión entre la primera capa funcional y la primera capa de acoplamiento (iii). Se desea que la primera capa de acoplamiento tenga ciertas unidades estructurales que tengan propiedades físicas similares a la de la segunda capa funcional para permitir una unión fuerte entre la primera capa de acoplamiento (iii) y la segunda capa funcional (ii). En determinadas realizaciones, Incluso se desea que: (a) la primera capa de acoplamiento tenga una estructura que porte grupos que puedan reaccionar con los materiales de la segunda capa funcional (ii) para formar enlaces químicos fuertes y duraderos; o (b) la primera capa de acoplamiento tenga una estructura portadora de grupos capaces de formar enlaces de hidrógeno con los materiales de la segunda capa funcional (ii), de tal manera que haya una adherencia fuerte y duradera entre la primera capa de acoplamiento (iii) y la segunda capa funcional.

Por lo tanto, por ejemplo, cuando las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional (i) del artículo polarizante de luz de la presente invención llevan aniones, tales como $-\text{SO}_3^-$, $-\text{COO}^-$, y similares, se desea que la primera capa de acoplamiento (iii) comprenda una estructura portadora de grupos catiónicos o grupos que sean capaces de formar grupos catiónicos en condiciones de uso, y viceversa. Se desea que la primera capa de acoplamiento (iii) sea una capa de polisiloxano. Cuando se desea que la primera capa de acoplamiento (iii) porte grupos catiónicos, puede comprender las unidades estructurales interconectadas y/o derivados protonados (a), (b), (c), (d), (e) y (f) descritos anteriormente.

Las unidades estructurales anteriores pueden estar presentes en una estructura global lineal o reticulada en varias localizaciones de varias maneras, por ejemplo, repetidamente y en serie (como unidades de repetición), o como unidades finales, o estructura independiente en el medio de la red. Los grupos amina en las estructuras anteriores son grupos catiónicos (en el caso de un grupo de amina cuaternaria) o parcialmente protonados en condiciones de uso (es decir, cuando se forman en una capa polarizante en un artículo polarizante de luz). Sin pretender estar sujetos a ninguna teoría en particular, los presentes inventores creen que los grupos OH presentes en la estructura de polisiloxano pueden reaccionar con los grupos de aminas primarias, grupos de aminas secundarias y grupos terciarios para formar grupos de aminas protonadas correspondientes.

En determinadas realizaciones, la primera capa de acoplamiento (iii) comprende polímeros de: γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltrimetoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltriethoxisilano y mezclas y combinaciones de los mismos.

La primera capa de acoplamiento en el artículo polarizante de luz de la presente invención tiene, deseablemente, un grosor inferior a 1 μm , en ciertas realizaciones de 5 nm a 500 nm, en ciertas otras realizaciones de 5 nm a 200 nm, en ciertas otras realizaciones de 5 nm a 100 nm, en ciertas otras realizaciones de 5 nm y 50 nm.

5 Con el fin de optimizar la adherencia entre la primera capa de acoplamiento (iii) y la segunda capa funcional en el artículo polarizante de luz de la presente invención, se desea, en determinadas realizaciones, que exista una segunda capa de acoplamiento entre la primera capa de acoplamiento y la segunda capa funcional. Dicha segunda capa de acoplamiento puede comprender, por ejemplo, polepoxisiloxano, poli(met)acriloxisiloxano, y similares.

10 En el artículo polarizante de luz de la presente invención, se desea que exista al menos una capa de adherencia inorgánica entre el sustrato de transmisión de luz y la primera capa funcional (la capa polarizante de luz). Como se describe en la publicación de solicitud de patente europea n.º 1674898, aunque los colorantes polarizantes de luz son de naturaleza orgánica, su unión a una capa de adherencia inorgánica, descrita con detalle a continuación y en la publicación de solicitud de patente europea n.º 1674898, tiende a ser mucho más fuerte que una capa intermedia de polímero como se describe en el documento FR 03 12686. Además, la capa de adherencia inorgánica, con la asistencia de una subcapa inorgánica opcional, tiende a tener una unión fuerte con la mayoría de los materiales de sustrato, incluyendo sustratos de vidrio inorgánico y sustratos de polímero orgánico (que pueden comprender capas superficiales adicionales sobre las cuales se forman la capa de adherencia inorgánica y la subcapa opcional, como se describe más adelante).

20 La capa de adherencia inorgánica se desea que sea un óxido de silicio, un óxido metálico o una mezcla compatible y/o una combinación de los mismos. Deseablemente, la capa de adherencia inorgánica está formada por un material seleccionado del grupo que consiste en SiO , SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , GeO_2 , y mezclas y combinaciones de los mismos. En determinadas realizaciones, la capa de adherencia inorgánica está formada por SiO_2 . Los inventores actuales han descubierto que se puede formar la capa de adherencia inorgánica, especialmente SiO_2 , con una unión fuerte con sustratos hechos de materiales de vidrio inorgánico y materiales poliméricos orgánicos, con o sin recubrimientos superficiales adicionales. En general, la capa de adherencia inorgánica debe tener las propiedades de transmisión de luz en el intervalo de longitud de onda en el que se utilizará el artículo polarizante. También se contempla que múltiples capas de materiales inorgánicos que tienen composiciones diferentes se pueden emplear como la capa de adherencia inorgánica. Dicha estructura de múltiples capas puede emplearse ventajosamente para reducir la reflexión en la interfaz entre la capa de adherencia inorgánica y el sustrato.

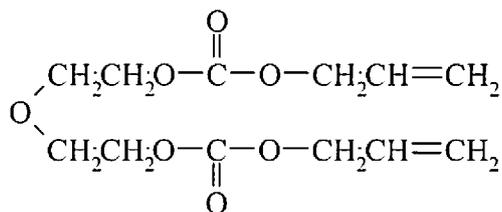
35 El grosor de la capa de adherencia inorgánica está en la escala microscópica. El grosor de la capa intermedia debe ser suficiente para permitir la formación de las microranuras sin revelar la superficie del sustrato. Normalmente, la capa de adherencia inorgánica tiene un grosor inferior a 10 μm , en ciertas realizaciones menos de 5 μm , en ciertas otras realizaciones menos de 1 μm . En general, para la deposición de plasma, cuanto más fino sea el recubrimiento, menos tiempo es necesario para su deposición.

40 Para ciertos sustratos, con el fin de obtener una fuerte adherencia entre la capa de adherencia inorgánica y el material del sustrato, se desea formar una subcapa inorgánica delgada entre la capa de adherencia inorgánica y el sustrato. La subcapa tiene una composición que difiere de la de la capa de adherencia inorgánica. La subcapa está formada típicamente por silicio, un metal elemental, un óxido metálico o un óxido de silicio. Como ejemplos no limitantes de metales elementales, se pueden mencionar cromo, molibdeno, níquel, titanio, hierro y combinaciones compatibles y/o mezclas de los mismos. Como ejemplos no limitantes de óxidos metálicos, se pueden mencionar Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , GeO_2 , y mezclas y combinaciones de los mismos. El óxido de silicio puede ser SiO y/o SiO_2 . En determinadas realizaciones, los materiales de subcapa deseados son cromo metálico y SiO , especialmente para una capa intermedia de SiO_2 .

50 La subcapa es generalmente mucho más delgada que la capa de adherencia inorgánica, normalmente en la nanoescala. Cuando la subcapa está formada por un metal elemental, tal como cromo, con el fin de garantizar una transmisión suficiente, es altamente deseado que su grosor sea muy bajo. Normalmente, la subcapa tiene un grosor de menos de 300 nm, en ciertas realizaciones menos de 100 nm, en ciertas otras realizaciones menos de 20 nm. La subcapa inorgánica puede ser una sola capa de átomos o moléculas.

55 Como ejemplos no limitantes de una combinación de la capa de adherencia inorgánica y la subcapa, se pueden mencionar: (i) una subcapa de SiO y una capa intermedia de SiO_2 ; y (ii) una subcapa de cromo metálico y una capa intermedia de SiO_2 . Se cree que la combinación de la subcapa de SiO y la capa intermedia de SiO_2 es particularmente efectiva para sustratos hechos de sustrato de CR 39 (una resina sintética termoestable de carbonato de dietilenglicol bisalilo). El monómero para este polímero tiene la siguiente estructura:

60



5 Se pueden producir diversos artículos polarizantes de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención para su uso en amplios espectros de longitud de onda, que van desde la luz UV a la luz visible, a la luz infrarroja. En determinadas realizaciones, especialmente para las aplicaciones oftalmológicas, el artículo polarizante de luz de la presente invención es para su uso en un intervalo de longitud de onda de luz visible.

10 El artículo polarizante de luz de la presente invención puede encontrar aplicación en muchos dispositivos. Los ejemplos no limitantes de aplicaciones incluyen: productos oftálmicos; productos para visualización, en particular pantallas de cristal líquido, incluyendo monitores LCD y proyectores LCD; ventanas polarizantes para vehículos, incluyendo vehículos terrestres, aeronáuticos y acuáticos; máscaras faciales; escudos; vidrio para construcción; y similares.

15 En términos generales, el proceso de la presente invención para la producción de un artículo polarizante de luz comprende las etapas siguientes:

(A) proporcionar un sustrato de transmisión de luz que tiene al menos una superficie;

20 (C) formar una capa polarizante de luz sobre al menos parte de la superficie del sustrato, comprendiendo dicha capa polarizante de luz una pluralidad de moléculas de colorante polarizantes portadoras de grupos iónicos sobre la misma;

(E) formar una capa protectora sobre la capa polarizante de luz;

que se caracteriza por que:

entre las etapas (C) y (E), hay una etapa adicional (D) como sigue:

25 (D) formar una primera capa de acoplamiento en la capa polarizante de luz, comprendiendo dicha primera capa de acoplamiento la estructura molecular portadora de grupos iónicos que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la capa polarizante de luz, o grupos capaces de formar iones que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la capa polarizante de luz; comprendiendo dicha primera capa de acoplamiento polisiloxano lineal o reticulado.

30 Como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente Europea n.º 1674898, para obtener una fuerte adherencia entre el sustrato de transmisión de luz y la capa polarizante de luz, se desea que entre las etapas (A) y (C), hay una etapa (D) como sigue:

35 (B) depositar una capa de adherencia intermedia inorgánica sobre la superficie del sustrato, dicha capa de adherencia intermedia inorgánica se apoya en la capa polarizante después de la etapa (C); y la etapa (C) comprende las etapas siguientes (C1) y (C2):

(C1) formar una pluralidad de microranuras sustancialmente paralelas en la superficie más alejada del sustrato de la capa de adherencia inorgánica depositada en la etapa (B); y

40 (C2) depositar una capa polarizante de luz que comprende moléculas de colorante polarizantes sobre y apoyada sobre las microranuras formadas en la etapa (C1).

45 Como se ha comentado anteriormente, para ciertos materiales de sustrato, es deseable añadir una subcapa inorgánica entre la capa de adherencia inorgánica y el sustrato para promover la adherencia entre la capa de adherencia inorgánica y el sustrato. Por consiguiente, las realizaciones del proceso de la presente invención para la producción de esos artículos comprenden además una etapa adicional (A1) después de la etapa (A) como sigue:

(A1) formar al menos una subcapa inorgánica promotora de la adherencia diferente de la capa de adherencia inorgánica entre el sustrato y la capa de adherencia inorgánica;

50 en el que la etapa (B), la capa de adherencia inorgánica se forma directamente sobre la subcapa inorgánica formada en la etapa (A1).

55 En la etapa (A), el sustrato puede tener la estructura y composición como se ha indicado anteriormente en relación con el artículo polarizante de luz de la presente invención. En términos generales, la superficie e dichos sustratos se puede pulir, limpiar y secas antes de la etapa (A1), si está presente, y la etapa (B). Se pueden utilizar varias técnicas de limpieza de superficies. Algunas veces, para activar la superficie para una mejor adherencia entre la superficie y las capas respectivas a depositar, es conveniente utilizar limpieza por plasma.

Además, como parte de la etapa (A), el recubrimiento de la superficie se puede aplicar al cuerpo del sustrato. Dicho recubrimiento de superficie puede incluir, por ejemplo, recubrimientos antirreflectantes, recubrimientos duros, y

similares. Sin embargo, dado que la presente invención tiene la ventaja de ser aplicable a diversos tipos de materiales de sustrato, la deposición de dichos recubrimientos no es obligatoria. De hecho, muchas veces es preferible no formar dichos recubrimientos base para minimizar las etapas del proceso de producción. Dicho esto, la aplicación de tales recubrimientos de superficie de adición al cuerpo del sustrato puede ser deseable para ciertos materiales de sustrato, especialmente los fabricados con materiales poliméricos orgánicos. De forma totalmente no limitante, el recubrimiento de la superficie puede estar basado notablemente en silanos, por ejemplo, alcoxisilanos y/o clorosilanos o composiciones con grupos reactivos de los siguientes tipos: vinilo, epoxi, isocianato, hidroxilo, amina, tiol, ácido y/o anhídrido carboxílico. Dichas composiciones pueden incluir grupos reactivos de un solo tipo (por ejemplo, isocianato) o grupos reactivos de al menos dos de los tipos anteriores, que no son reactivos entre sí (por ejemplo, isocianato y vinilo). Los ejemplos particulares de dicho recubrimiento de superficie incluyen recubrimientos basados en γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano y epoxialquiltrialcoxisilano. Respecto a las etapas (A1) y (B), la capa de adherencia inorgánica y la subcapa inorgánica pueden obtenerse usando una técnica tal como, por ejemplo, procesos de deposición química de vapor (CVD), tal como deposición de vapor químico mejorados por plasma (PECVD), deposición química de vapor a baja presión (LPCVD), deposición química de vapores subatmosféricos (SACVD); procesos de deposición de vapor de plasma (PVD), tal como la evaporación de haz de electrones asistida por iones, evaporación de haz de electrones no asistida por iones y por pulverización catódica; así como procesos de sol-gel, y similares, se pueden usar.

Una tecnología de procesamiento de materiales ampliamente usada es la deposición química de vapor (CVD). Un bien libro de referencia sobre la CVD es Chemical Vapor Deposition (Eds. J-H Park et al.), Surface Engineering Series, Volumen 2 (ASM International®, Julio 2001). La mayoría de sus aplicaciones incluyen la aplicación de recubrimientos sólidos de película delgada en las superficies. Dicho simplemente, la CVD implica hacer fluir un gas o gases precursores a una cámara que contiene uno o más objetos calentados que se van a recubrir. Las reacciones químicas se producen sobre y cerca de las superficies calientes, lo que da como resultado la deposición de una película delgada sobre la superficie. Los subproductos junto con los gases precursores sin reaccionar se agotan fuera de la cámara. PECVD, LPCVD y SACVD son solo unas pocas variantes de las técnicas de CVD. La CVD se puede llevar a cabo en un amplio intervalo de temperatura y presión, con o sin gases portadores. La mayoría de los elementos en la tabla periódica han sido depositados mediante técnicas de CVD, algunos en la forma del elemento puro, pero más a menudo se combinan para formar compuestos.

Entre estos procesos de CVD, la PECVD es un proceso preferente para depositar la capa de adherencia inorgánica y la subcapa, si están presentes, en el proceso de la presente invención. En un sistema de PECVD, una fuente de RF excita electrones en un campo electromagnético establecido entre un electrodo superior y un sustrato conectado a tierra. Los electrones excitados chocan con moléculas de gas para formar iones/neutros reactivos o plasma. La PECVD tiene varias ventajas sobre las técnicas térmicas de CVD. En primer lugar, la PECVD permite una temperatura y presión de deposición mucho más bajas. Por ejemplo, la temperatura para la deposición de SiO_2 por PECVD utilizando SiH_4 y O_2 o N_2O es típicamente de 200 a 400 °C, en contraste con la temperatura de 350-550 °C requerida para la CVD térmica. En segundo lugar, mediante el uso de un plasma, el bombardeo de iones ayuda a hacer películas más densas, aumenta la tasa de deposición y promueve la buena adherencia de la película. Además, se puede lograr la uniformidad de la película en términos de microestructura y grosor. Otra gran ventaja de la PECVD es su capacidad para controlar la tensión residual de la película. Al variar los parámetros del proceso, el usuario puede crear películas con tensión de compresión o tracción o sin tensión.

Las técnicas de deposición de vapor de plasma no implican una reacción química entre la superficie del sustrato y el material que se deposita sobre ella. En los métodos de evaporación, el material que se va a depositar se calienta en vacío hasta que hierve o sublima para convertirse en gas. El gas se transporta al sustrato, donde se enfría y se condensa sobre la superficie del sustrato para formar la capa depositada. En la pulverización, el material que se va a depositar se lanza literalmente al sustrato a alta velocidad. Se han desarrollado una amplia variedad de técnicas de pulverización. Las películas delgadas de muchos materiales, incluyendo dióxido de silicio, se han depositado mediante técnicas de evaporación o pulverización.

El proceso de sol-gel para la formación de película delgada implica el recubrimiento de un sol-gel del material que se deposita sobre la superficie del sustrato, seguido de secado y tratamiento térmico para formar una película densa interconectada del material depositado. En el caso de la sílice, por ejemplo, se puede crear un material de sol-gel mediante hidrólisis (ácida o alcalina o en pH neutro) de alcoxisilanos. El sol-gel coloidal formado de este modo se aplica sobre la superficie del sustrato, se seca y se trata por calor a una temperatura inferior a 300 °C para formar un recubrimiento denso. Se puede usar un tratamiento térmico a temperatura más alta para sintetizar la película para una mayor densificación, si se puede, por ejemplo, cuando el sustrato se basa en vidrio inorgánico.

La pirólisis por pulverización es otra opción para depositar la capa de adherencia inorgánica y la subcapa opcional.

Cualquiera que sea el proceso de deposición de recubrimiento que se utilice, se desea que el proceso de deposición del recubrimiento no afecte de forma adversa a la composición y la propiedad del sustrato. Por ejemplo, si el sustrato comprende material polimérico orgánico que se deforma o degrada a temperatura alta, la deposición de la capa de adherencia inorgánica y la subcapa opcional debe realizarse por debajo de una temperatura umbral. Es deseable que el recubrimiento depositado tenga una adherencia fuerte al sustrato y otros recubrimientos.

Por lo tanto, las técnicas particularmente preferentes son aquellas basadas en deposición asistida por iones (IAD), pulverización con haz de iones (IBS), deposición asistida por iones plasmáticos (PIAD), dado que funcionan casi a temperatura ambiente. El proceso IAD, por ejemplo, produce un recubrimiento con buenas propiedades físicas, pero también se puede aplicar a sustratos sensibles al calor, tales como plásticos debido a la baja temperatura implicada. Este proceso da como resultado la deposición directa de vapor ionizado y la adición de energía de activación por el bombardeo de iones altamente efectivo durante el crecimiento de la película. En la PIAD, varios materiales se evaporan utilizando cañones de electrones en combinación con una fuente de plasma.

Otro ejemplo de deposición al vacío se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 4.130.672. De hecho, esta patente se refiere a un método capaz de aplicar una película de óxido de silicio SiO y dióxido de silicio SiO₂ sobre la superficie de material óptico transparente de vidrio o resina sintética a baja temperatura (inferior a 120 °). Este método utiliza el hecho de que el óxido de silicio se deposita fácilmente al vacío incluso a baja temperatura (100 °C). Usando la condición apropiada de deposición al vacío, se puede obtener fácilmente un recubrimiento duradero que comprende una capa de SiO y una de SiO₂. Además, el recubrimiento obtenido muestra una dureza de lápiz de 6-7 H que es dos veces más grande que la de un sustrato sintético como el CR39® y, por lo tanto, es muy adecuado para ser ranurado mediante un cepillado abrasivo.

Aunque el SiO tiene una buena adherencia sobre sustratos plásticos, incluso cuando se deposita directamente sobre el sustrato con un grosor elevado, sufre una absorción ópticamente indeseable. Por lo tanto, el SiO se usa principalmente con el propósito de asegurar la adherencia de una capa más gruesa de SiO₂.

La Patente de Estados Unidos N.º 5.597.622 mencionó que si se aplica directamente una capa de SiO₂, se adhiere mal a los sustratos sintéticos. Dicho recubrimiento aplicado directamente se desprende muy rápidamente en pruebas de agua en ebullición, por ejemplo, después de 5 a 10 minutos. Por el contrario, si se usa SiO como capa de adherencia entre el sustrato y la capa de SiO₂, el artículo pasa las pruebas de ebullición.

Cuando se usan juntos SiO más SiO₂, es posible que sea necesario ajustar los grosores relativos para evitar el efecto de reflexión perjudicial.

A pesar de su absorción indeseable, se puede usar SiO como la capa de adherencia inorgánica, siempre que se elija el grosor para que la absorción se mantenga dentro de un límite razonable. Generalmente, la capa de SiO tiene grosores desde una molécula hasta 100 nm. Preferiblemente, el grosor es de hasta 50 nm.

Se puede usar SiO₂ a grosores más altos, por ejemplo, hasta 500 nm. Hemos descubierto que un grosor apropiado para el artículo de la invención es de 100 nm, por ejemplo.

Como se ha mencionado anteriormente, el cuerpo del sustrato puede tratarse superficialmente antes de la aplicación de la capa de adherencia inorgánica y la subcapa inorgánica opcional. Por ejemplo, para ciertos materiales de sustrato de plástico, para obtener una buena adherencia, también es posible formar una capa dura curable del tipo de resina de silicona sobre la superficie antes de la deposición de la capa de adherencia inorgánica y la subcapa inorgánica opcional. Estas resinas duras de silicona se pueden usar como recubrimientos antirayado también como capas duras. El ejemplo de tal deposición de la capa de resina de silicona antes de la deposición de vapor de SiO₂ se describe en el documento JP 58042001. Los inventores han descubierto que la resina de silicona vendida bajo la marca registrada HI-GARD® 1080 de PPG Industries, Inc. es particularmente adecuada y proporciona una adherencia aceptable y una buena transmitancia.

Tal capa de resina de silicona también puede ser necesaria para asegurar una buena resistencia del sustrato a las condiciones altamente energéticas que están involucradas cuando se usan técnicas asistidas por iones o plasma. Una regla general es que las lentes sin recubrimiento duro pueden recubrirse con una capa de óxido metálico sin asistencia iónica, pero los sustratos con recubrimientos duros generalmente pueden tener recubrimientos duros con ayuda de iones o plasma. Esto es particularmente útil con sustratos sintéticos que tienen poca estabilidad térmica.

Se puede utilizar una capa metálica muy delgada (tal como cromo) para obtener una mayor adherencia de la capa de óxido sobre el sustrato. De hecho, normalmente los óxidos normalmente no se adhieren fuertemente a los plásticos. Siendo un metal, esta capa debe ser extremadamente delgada para evitar un color gris. Los grosores típicos de la subcapa metálica de adherencia son solo unos pocos nanómetros.

Los métodos y equipos para formar microranuras y la deposición de la capa polarizante sobre la misma se han descrito en el documento FR 03 12686, las patentes de Estados Unidos números 4.683.153 y 2.400.877.

La formación de microranuras en la superficie de la capa de adherencia inorgánica se logra ventajosamente cepillando la superficie. Como ejemplo no limitante, una rueda giratoria hecha de material de espuma, tal como espuma de poliuretano, empapada con una suspensión de partículas abrasivas, se puede utilizar para cepillar la superficie. La suspensión de las partículas abrasivas puede ser una suspensión típica de pulido utilizada en la técnica conocida por un experto en la materia. Las partículas abrasivas suelen estar a escala microscópica y

submicrométrica. Las partículas pueden ser de, por ejemplo, Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , CeO_2 y similares, siempre y cuando tengan una mayor dureza que la capa de adherencia inorgánica. Los aditivos, tales como agentes modificadores de la viscosidad, también se puede añadir a la suspensión. Un experto en la técnica puede ajustar la velocidad de rotación de la rueda de cepillado, la presión aplicada y otros parámetros del proceso, cuando se cepilla para obtener un cepillado óptimo, se obtiene un tiempo de cepillado óptimo.

Al cepillar la capa intermedia, antes de la deposición de la capa polarizante, el sustrato generalmente se limpia y se seca a fondo.

La formación de la capa polarizante en la etapa (B) implica el recubrimiento de una solución o una suspensión de colorantes polarizantes sobre la superficie de la capa de adherencia inorgánica, en la que ya se han formado microranuras. La solución o suspensión es, ventajosamente, a base de agua. Como se ha mencionado anteriormente, para obtener el color y el tono deseados del artículo polarizante, a veces se usan múltiples colorantes polarizantes que tienen colores diferentes en varias proporciones en la solución de colorante polarizante. Adicionalmente, la solución de colorante polarizante puede comprender, además de los colorantes *per se*, aditivos. Dichos aditivos pueden incluir: (i) modificadores reológicos; (ii) promotores de la adherencia; (iii) plastificantes; (iv) colorantes no polarizantes, y similares. La deposición de la solución de colorante polarizante se puede realizar utilizando varias técnicas de recubrimiento disponibles en la materia, tales como, por ejemplo, recubrimiento por inmersión, recubrimiento por flujo, recubrimiento por rotación, recubrimiento por pulverización, y similares, utilizando equipos convencionales.

Después de la deposición de la solución de colorante sobre las microranuras, a menudo es deseable insolubilizar e inmovilizar los colorantes polarizantes en las microranuras. Una forma preferida de hacerlo es someter el sustrato recubierto a una solución acuosa de una sal metálica. La Patente de Estados Unidos N.º 2.400.877 describe métodos y agentes usados para la insolubilización. Como ejemplos no limitantes de tales sales metálicas se pueden mencionar AlCl_3 , BaCl_2 , CdCl_2 , ZnCl_2 , SnCl_2 y similares. Son preferentes AlCl_3 y ZnCl_2 por su baja toxicidad. Se pueden usar otras sales distintas a los cloruros. En general, se pueden usar sales metálicas usadas en la industria textil para insolubilizar colorantes en agua. Por ejemplo, se pueden usar sales metálicas de Al, Fe, Cr, Ca, Mg y similares. Además, el material para la insolubilización de las moléculas de colorante puede ser una solución o dispersión tamponada que contenga múltiples ácidos, sales y/o bases de diversos metales. Por ejemplo, una combinación utilizada para la insolubilización de ciertas moléculas polarizantes portadoras de grupos sulfónicos es una dispersión acuosa que incluye: (i) AlCl_3 , (ii) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ y (iii) $\text{Ca}(\text{OH})_2$, a un pH de aproximadamente 4. El resultado de dicha insolubilización por sales metálicas es la precipitación de las moléculas de colorante polarizante en forma de sales que tienen baja solubilidad en agua a temperatura ambiente.

Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, dichas sales precipitadas aún pueden tener una solubilidad inaceptable en agua a una temperatura relativamente alta, o pueden movilizarse después de una exposición prolongada al sudor y/u otra fuente de agua. Por lo tanto, en determinadas realizaciones, se desea que las moléculas de colorante polarizante sean aún más inmovilizadas por, por ejemplo, moléculas poliméricas distribuidas en la capa polarizante de luz. Una categoría de polímeros que puede usarse para este propósito es el polisiloxano. Según ciertas realizaciones, después de la insolubilización inicial de las moléculas de colorante polarizante, la capa de moléculas de colorante polarizante está impregnada con una dispersión de un siloxano o prepolímero de al menos un siloxano. Generalmente, se desea que el siloxano o prepolímero de siloxano penetre y se distribuya por toda la capa polarizante de luz. En ciertas realizaciones, se desea que la impregnación sea de al menos 5 minutos, en ciertas realizaciones de al menos 10 minutos, en ciertas realizaciones de al menos 15 minutos. Tras la impregnación, en ciertas realizaciones se desea que la capa polarizante de luz se aclare para evitar la formación de una capa separada del siloxano y/o prepolímeros del mismo en la superficie. Sin pretender estar sujetos a ninguna teoría en particular, se cree que esto podría evitar la desorientación de las moléculas de colorante polarizante causada por la polimerización adicional de cualquier capa separada de siloxano. Tras la impregnación y aclarado, se desea, en ciertas realizaciones, someter la capa polarizante de luz a un tratamiento térmico suave por el cual se permite que el siloxano y/o el prepolímero del mismo distribuidos dentro de la capa polarizante de luz polimericen y/o se retículen, formando una matriz polimérica que atrapa las moléculas de colorante polarizantes de luz.

Para obtener una alta eficiencia de polarización del artículo, se desea que los colorantes polarizantes, con o sin la ayuda de aditivos, tales como polímeros de cristal líquido, se alineen en una materia paralela, tal como en la dirección de las microranuras. Se desea que, en determinadas realizaciones, la capa polarizante de luz sea esencialmente una sola capa. Esto permitiría una alineación precisa de las moléculas de colorante polarizante y, por lo tanto, una alta eficiencia de polarización.

Tal como se ha tratado anteriormente, para mejorar la adherencia y la durabilidad de la misma en condiciones de uso entre la capa polarizante de luz y la capa funcional adicional sobre ella, tales como recubrimientos protectores, el proceso de la presente invención incluye una etapa de formación de una capa de acoplamiento entre la capa polarizante de luz y la capa funcional adicional. Se descubrió que la primera capa de acoplamiento era esencial para mejorar la adherencia entre la capa polarizante de luz que comprende moléculas de colorante polarizantes portadoras de aniones y recubrimientos protectores que comprenden polisiloxano y/o poli(met)acrilatos.

Tal como se ha tratado anteriormente, la primera capa de acoplamiento tiene una estructura portadora de grupos iónicos que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizantes de la capa polarizante de luz, o grupos capaces de formar iones que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizantes de la capa polarizante de luz en condiciones de uso. Los enlaces de las moléculas de colorante polarizantes de luz y la primera capa de acoplamiento forman enlaces fuertes, mejorando la adherencia entre la capa polarizante de luz y la primera capa de acoplamiento. Además, cuando la capa polarizante de luz comprende polímeros insolubilizantes, tal como polisiloxano, se desea que la primera capa de acoplamiento reaccione con los polímeros insolubilizantes para formar enlaces covalentes, construyendo de este modo una red de estructura molecular en la interfaz entre la capa polarizante de luz y la primera capa de acoplamiento, mejorando aún más la adherencia entre las dos capas, e inmovilizando las moléculas de colorante polarizante, especialmente los localizados en o cerca de la interfaz.

Por lo tanto, para las moléculas de colorante polarizantes de luz portadoras de grupos aniónicos, tal como grupos sulfónicos, la primera capa de acoplamiento tiene una estructura portadora de grupos catiónicos o grupos capaces de formar grupos catiónicos en condiciones de uso. La primera capa intermedia puede basarse ventajosamente en estructuras que comprenden polisiloxano (a), (b), (c), (d), (e) y (f) descritas anteriormente en relación con el artículo polarizante de luz de la presente invención.

Dichas capas de polisiloxano pueden formarse mediante procesos conocidos por un experto en la técnica. En general, en dichos procesos, los siloxanos o silanos que tienen la estructura molecular deseada se dejan hidrolizar en un medio acuoso, con o sin varios catalizadores básicos o ácidos, sin o sin precondensación, se aplican después a la superficie de destino por, por ejemplo, inmersión, pulverización, recubrimiento por rotación, recubrimiento de flujo y similares. El recubrimiento se deja secar y, a veces, se calienta a una temperatura elevada en la que se someten a polimerización (por condensación, por ejemplo), para obtener una capa de recubrimiento robusta.

El artículo polarizante de luz de la presente invención se puede hacer lo suficientemente robusto como para soportar el desgaste del típico uso previsto del artículo polarizante de luz final, tal como una lente oftálmica, que podría someterse a una temperatura muy fluctuante, humedad alta, luz solar directa y, posiblemente, lluvia y sudor. En muchas situaciones, normalmente se desea un recubrimiento protector adicional sobre el recubrimiento polarizante de luz. Por lo tanto, en la etapa d) del proceso de la presente invención, una capa protectora adicional se forma sobre la capa polarizante de luz. Tal como se ha tratado anteriormente, para optimizar la adherencia entre la primera capa de acoplamiento y la capa protectora, en ciertas realizaciones, se desea que se forme una segunda capa de acoplamiento por encima de la primera capa de acoplamiento antes de la formación de la capa protectora. La segunda capa de acoplamiento se diferencia de la primera capa de acoplamiento en términos de estructura y/o composición. Normalmente, se desea que la segunda capa de acoplamiento tenga una estructura esencialmente libre de iones. Además, se desea que la segunda capa de acoplamiento pueda reaccionar con la primera capa de acoplamiento en la interfaz para formar enlaces covalentes y/o enlaces de hidrógeno para lograr una alta resistencia a la unión entre ellos. Por ejemplo, cuando la primera capa de acoplamiento comprende polisiloxano, la segunda capa de acoplamiento puede basarse en un polisiloxano diferente. Durante la etapa de curado, se desea que los grupos de superficie de ambas capas (tales como los grupos -OH) experimenten reacciones (tal como condensación) para formar enlaces covalentes (tales como los enlaces -Si-O-Si), por lo que se forma una red fuerte en la interfaz. Una categoría de material particularmente útil para la segunda capa de acoplamiento se basa en el poliepoxisiloxano, especialmente si la primera capa de acoplamiento se basa en polisiloxano portador de cationes.

Similar al recubrimiento superficial sobre el sustrato, descrito anteriormente, el recubrimiento protector formado en la etapa (D) puede ser notablemente polisiloxanos a base de silanos, por ejemplo, alcoxisilanos y/o clorosilanos, o composiciones con grupos reactivos de los siguientes tipos: vinilo, epoxi, isocianato, hidroxilo, amina, tiol, ácido y/o anhídrido carboxílico. Dichas composiciones pueden incluir grupos reactivos de un solo tipo (por ejemplo, isocianato) o grupos reactivos de al menos dos de los tipos anteriores, que no son reactivos entre sí (por ejemplo, isocianato y vinilo). Los ejemplos particulares de dicho recubrimiento de superficie incluyen recubrimientos basados en γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano y epoxialquiltrialcoxisilano. Estas capas protectoras pueden ser teñibles (teñidas o no teñidas) o no teñibles, dependiendo de la aplicación del artículo polarizante final. Los ejemplos no limitantes de composiciones de recubrimiento disponibles comercialmente para dicha capa protectora incluyen: recubrimientos curados por UV obtenidos de resina curable por UV tal como C4000-60, C5050-60 que no son teñibles, C5051-60 que es teñible y CRC-12 de LESCO, SCH 180, SHC 3100 y SHC Armor 500 de Lens Technology, LLC; recubrimientos curados térmicamente, como los que se obtienen a partir de la solución de recubrimiento duro de dos componentes que se vende con el nombre TS56 H o TS56 T de Tokuyama Corp. que no son teñibles y son teñibles, respectivamente, o de la solución de recubrimiento HI-GARD® 1080 o HI-GARD® 1035 de un solo componente de PPG industries, Inc.

Sobre la capa protectora, se pueden formar recubrimientos opcionales adicionales. Estos recubrimientos incluyen, pero no se limitan a, recubrimientos hidrofóbicos (repelentes de agua o antivaho); recubrimientos absorbentes de infrarrojos; recubrimientos absorbentes de rayos UV; recubrimientos antirreflectantes; recubrimientos fotocromáticos; recubrimientos amortiguadores (recubrimientos flexibles que absorben los golpes); y similares. Estos recubrimientos también pueden formarse en el lado del sustrato opuesto a la capa de adherencia inorgánica, la subcapa opcional y la capa polarizante.

La figura 1 ilustra esquemáticamente una realización del proceso como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente Europea N.º 1674898. Este proceso comparte una pluralidad de etapas de una realización del proceso de la presente invención. Sin embargo, como una distinción de la presente invención, este proceso no desvela una etapa para formar la primera capa de acoplamiento (iii) de la presente invención. Por lo tanto, el artículo polarizante de luz final como se ilustra en esta figura no tiene la primera capa de acoplamiento (iii) que sirve para mejorar la adherencia entre la capa polarizante de luz y la capa protectora. En la etapa (1), se proporciona un cuerpo principal de sustrato 101. En la etapa (2), se forma un recubrimiento de superficie de recubrimiento duro **103** sobre una superficie del cuerpo **101** de sustrato. La combinación de **101** y **103** forma así el sustrato **100** como se describe en la Publicación de Patente Europea N.º 1674898 y en el significado de la presente solicitud. Las etapas (1) y (2), combinadas, corresponden a la etapa (A) en el proceso de la Publicación de Patente Europea N.º 1674898 y en el proceso de la presente invención. En la etapa (3), se forma una subcapa inorgánica **105** en la parte superior de la capa superficial **103**. La etapa (3) corresponde a la etapa (A1) discutida en la Publicación de Patente Europea N.º 1674898 y en la presente invención descrita anteriormente. En la etapa (4), se forma una capa de adherencia inorgánica **107** en la parte superior de la subcapa **105**. En la etapa (5), la capa de adherencia inorgánica **107** se cepilla para formar una pluralidad de microranuras **109** sustancialmente paralelas en su superficie superior. La etapa (5) corresponde a la etapa (C1) descrita en la publicación de patente europea n.º 1674898 y en la presente invención anterior. En la etapa (6), una capa polarizante 111 se deposita en la parte superior de las microranuras 109. La etapa (6) corresponde a la etapa (C2) descrita en la publicación de patente europea No. 1674898 y la presente invención anteriormente. En la etapa (7), se forma una capa protectora **113** en la parte superior de la capa polarizante **109**.

La **figura 2** ilustra parte de una realización del proceso de la presente invención. Esta realización comparte las etapas (1)-(5) del proceso como se ilustra en la **figura 1**. Por lo tanto, las etapas (1)-(5) no se muestran en la **figura 2**. La distinción principal entre la realización de la **figura 2** del proceso de la **figura 1** es la inclusión de la etapa (6a) entre las etapas (6) y (7), en las que se forma la primera capa de acoplamiento **112**. Como queda claro a partir de la descripción anterior de la presente invención, La **figura 2** es simplemente una ilustración de una realización de la presente invención. Algunas de las etapas ilustradas en la **figura 2** puede no ser necesario en la producción de ciertos artículos polarizantes de la presente invención. Por ejemplo, las etapas (2) y (3) se pueden omitir para ciertos materiales de sustrato.

Como se ha mencionado anteriormente, el proceso de la presente invención puede aplicarse a muchos tipos diferentes de materiales de sustrato orgánico e inorgánico. La misma capa de adherencia inorgánica, tal como SiO₂, puede depositarse sobre los diferentes materiales de sustrato para obtener buenos resultados similares. Por lo tanto, para diferentes materiales de sustrato, las etapas del proceso aguas abajo (C) y (D) y (E) se pueden realizar utilizando los mismos parámetros y equipos del proceso. Esto se traduce en la consistencia de la calidad del producto, mayor rendimiento de producción y menor coste de producción. La durabilidad del artículo producido es particularmente alta, especialmente en pruebas de alta humedad o de ebullición. Además, el proceso de la presente invención permite que los artículos de la presente invención se produzcan en laboratorios de prescripción oftálmica individuales a pequeña escala con un coste relativamente bajo.

Los siguientes ejemplos no limitantes ilustran adicionalmente la presente invención.

Ejemplos

En todos los ejemplos, las lentes preparadas se sometieron a las pruebas A-C siguientes:

A. Rendimientos ópticos

La eficiencia de polarización (P_{eff}) se determinó midiendo la transmitancia paralela ($T_{//}$) y la transmitancia perpendicular (T_{\perp}) utilizando un espectrofotómetro visible y un polarizador. La eficiencia de polarización se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$P_{eff}\% = \frac{T - T_{\perp}}{T + T_{\perp}} \times 100\%$$

La turbidez (%) se determinó utilizando un medidor de turbidez (Haze-Gard plus de BYK Gardner).

La turbidez en la "luz rasante" (GL) se determinó observando el aspecto lechoso cuando la lente se ilumina en un ángulo de luz rasante, siendo este aspecto lechoso o turbio se debe a la dispersión de la luz. Cuando la lente parece lechosa, la lente se clasificó como "fallida" y cuando la lente no muestra dispersión de luz, la lente se clasificó como "aprobada".

B. Resistencia al agua caliente

La resistencia a la humedad se evaluó empapando las lentes polarizantes durante 30 minutos en agua caliente a 90 °C. Luego, se verificaron las propiedades ópticas y se evaluó la adherencia también con la prueba de cinta adhesiva, pero sin marcar la superficie.

La prueba se llevó a cabo hasta 3 horas en agua caliente y, a continuación, se inspeccionó visualmente la lente para ver si se había producido una deslaminación completa o parcial.

- 5 Después de secar y enfriar a TEMPERATURA AMBIENTE, la adherencia se evaluó utilizando una prueba de cinta adhesiva sin marcar la superficie.

C. Adherencia

- 10 La adherencia de la capa protectora se evaluó antes y después de la prueba de agua caliente usando una prueba de adherencia ASTM D3359 con sombreado modificado: la superficie del recubrimiento antirayado se marcó con una cuchilla de afeitar. El espacio entre los cortes fue de 1 mm y el patrón de ranurado consiste en 10x10 cortes. La adherencia se evaluó aplicando una cinta adhesiva sensible a presión sobre los cortes realizados en el recubrimiento y la cinta se desprendió rápidamente. Después de que quitar la tapa, el área de corte se inspeccionó y clasificó.

15

Ejemplo 1 (la presente invención):

1.1 Preparación de la dispersión de amino polisiloxano

- 20 En este ejemplo, se preparó una dispersión de polisiloxano para usar como material precursor para la primera capa de acoplamiento de la siguiente manera: gota a gota se añadieron 19,5 g de agua desionizada en 80 g de aminopropiltrióxido de silano a aproximadamente 0 °C con agitación enérgica. La mezcla se agitó durante 20 horas a temperatura ambiente para obtener una solución clara y homogénea. Después, esta solución se diluyó con agua desionizada para obtener una solución al 1 % en peso.

25

1.2 Preparación del artículo de lente polarizante

Un artículo de lente polarizante basado en un sustrato plástico se fabricó de la siguiente manera:

30 Etapa I:

- Una lente de plástico de poliuretano-urea vendida con el nombre comercial NXT® de Intercast Europe SPA se recubrió con un recubrimiento HI-GARD® 1080 según las pautas recomendadas por el proveedor de resinas. El recubrimiento duro final tenía un grosor de 2-3 µm. Después de la limpieza de la superficie, un recubrimiento de SiO₂ de 100 nanómetros de espesor se depositó al vacío utilizando una capa delgada de cromo como capa de adherencia depositada en la parte superior del recubrimiento duro antes de la deposición de SiO₂.

35

Etapa II:

- 40 El sustrato recubierto de este modo se cepilló después con una rueda hecha de espuma de poliuretano que tenía la forma apropiada. La rueda se embebió con una suspensión abrasiva con el fin de obtener microranuras paralelas en la superficie de la lente recubierta. La suspensión abrasiva utilizada fue una mezcla de agua y partículas de alúmina de tamaño micrométrico para proporcionar un suave cepillado abrasivo. La velocidad de la rueda fue de 340 rpm y la presión, 40 g/cm², se aplicó durante unos 5 segundos. Luego, la lente ranurada se aclaró con agua desionizada y se secó bajo una lámpara de infrarrojos a 51 °C. La lente seca se recubrió mediante recubrimiento por centrifugación con 2-3 gramos de una solución acuosa que contenía aproximadamente el 5 % en peso de solución de colorantes polarizantes (solución de Varilight 2S) suministrada por Sterling Optics Inc. (Kentucky, EE. UU.). La solución de colorante se aplicó a 300 rpm durante 8 segundos, luego aumentó a 400 rpm durante 45 segundos y luego a 1000 rpm durante 12 segundos.

45

50

Etapa III:

- Posteriormente, el recubrimiento polarizante se estabilizó sumergiendo la lente en una solución acuosa que contiene cloruro de aluminio, hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio a pH 4 durante 30 segundos. Esta etapa convierte las moléculas de colorante solubles en agua en su forma insoluble en agua. Para completar la etapa de la insolubilización, después de aclarar con agua desionizada, la lente se trató por inmersión durante 15 minutos en una solución acuosa de aminopropiltrióxido de silano al 10 % en peso, seguido de aclarado con agua destilada y secado a 60 C durante 1 hora.

55

- 60 Después, se trató la lente con una segunda inmersión durante 30 minutos en una solución acuosa de glicidoxipropiltrimetoxisilano al 2 % en peso, después aclarando con agua destilada y secado bajo un suave flujo de nitrógeno.

60

Etapa IV:

- 65 Tras enfriar, la dispersión de amino polisiloxano preparada como se ha descrito anteriormente se recubrió por

centrifugación a 2000 rpm durante 45 segundos en la parte superior de dicha capa de colorante polarizante estabilizada. Esta capa de aminopropilsiloxano se curó calentando el artículo a 60 °C durante 1 hora.

Etapa V:

5 A continuación, se protegió la lente mediante la aplicación de un recubrimiento antirayado de base acrílica de aproximadamente 2 µm de grosor. La resina de recubrimiento antirayado utilizada se vendió bajo la referencia SHC 180 de Lens Technology International (CA) modificada añadiendo 4 % en peso de 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano (98 %). La resina se aplicó mediante recubrimiento por centrifugación con una velocidad de centrifugado de 1000 rpm
10 durante 45 segundos y se curó mediante exposición a la luz UV de una lámpara H de bombilla de fusión a una velocidad de banda de 2 pies por minuto (2 pases).

Etapa VI:

15 La lente se calentó posteriormente a 60 °C durante 1 hora, luego se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Ejemplo 2 (Ejemplo comparativo):

20 Se preparó una lente polarizante como se describe en el Ejemplo 1, excepto que se omitió la etapa 3. Por lo tanto, no se depositó aminosiloxano o silsequioxano antes de aplicar el recubrimiento antirayado.

Ejemplo 3 (la presente invención):

Una lente polarizante basada en sustrato de vidrio inorgánico se fabricó de la siguiente manera:

25 Etapa (I):

Una lente plana de 2 mm de grosor hecha de un material de vidrio inorgánico se cepilló con una rueda hecha de espuma de poliuretano que tenía la forma apropiada. La rueda se embebió con una suspensión abrasiva para obtener microranuras paralelas en la superficie de la lente recubierta.

30 La suspensión abrasiva utilizada fue una mezcla de agua y partículas de alúmina de tamaño micrométrico para proporcionar un suave cepillado abrasivo. La velocidad de la rueda fue de 340 rpm y la presión, de aproximadamente 40 g/cm², se aplicó durante unos 5 segundos. Luego, la lente ranurada se aclaró con agua desionizada y se secó bajo una lámpara de infrarrojos a 51 °C. La lente seca se recubrió mediante recubrimiento por centrifugación con aproximadamente 2 gramos de una solución acuosa que contenía aproximadamente el 5 % en peso de solución de colorante polarizante (solución de Varilight 2S) suministrada por Sterling Optics Inc (Kentucky, EE. UU.). La solución de colorante se aplicó mediante recubrimiento por centrifugación a 300 rpm durante 8 segundos.

40 Etapa (II):

La solución de colorante polarizante se estabilizó sumergiendo la lente en una solución acuosa que contenía cloruro de aluminio, hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio a pH 4 durante 30 segundos. Esta etapa convierte el colorante soluble en agua en su forma insoluble en agua. Para completar la etapa de la insolubilización, después de aclarar con agua desionizada, la lente se trató por inmersión durante 15 minutos en una solución acuosa de aminopropiltriethoxisilano al 10 % en peso, seguido de aclarado con agua destilada y secado bajo un suave flujo de nitrógeno y curado térmico a 125 °C durante 30 minutos.

50 Etapa (III):

A continuación, se trató la lente con una segunda inmersión durante 30 minutos en una solución acuosa de glicidoxipropiltrimetoxisilano al 2 % en peso, seguido de aclarado con agua destilada y secado bajo un suave flujo de nitrógeno laminar.

55 Etapa (IV):

Después de secar, una solución acuosa de amino polisiloxano preparada como se describe en la sección 1.1 del Ejemplo 1 anterior se recubrió por centrifugación a 2000 rpm durante 25 segundos en la parte superior de dicha capa de colorante estabilizada.

60

Etapa (V):

Finalmente, después de enfriar, la lente se protegió mediante la aplicación de un recubrimiento antirayado de acrílico de aproximadamente 2 µm de grosor. La resina de recubrimiento antirayado utilizada se vende bajo la referencia SHC 180 de Lens Technology International (CA) modificada añadiendo 4 % en peso de glicidoxipropiltrimetoxisilano. La resina se aplicó mediante recubrimiento por centrifugación con una velocidad de centrifugado de 1000 rpm

65

durante 45 segundos y se curó mediante la exposición a la luz UV de una lámpara H de bombilla de fusión a una velocidad de la banda de 2 pies por minuto (2 pases) con una potencia del 80 %.

Etapa (VI):

- 5 Finalmente, la lente polarizante obtenida se cura térmicamente a 100 °C durante 1 hora.

Ejemplo 4 (Ejemplo Comparativo):

- 10 Se preparó una lente basada en material de vidrio inorgánico de acuerdo con el mismo protocolo que se describe en el Ejemplo 3, excepto que se omitió la deposición del amino polisiloxano (Etapa (IV)).

Los resultados de las pruebas de las lentes de los Ejemplos 1-4 se presentan en la TABLA I a continuación.

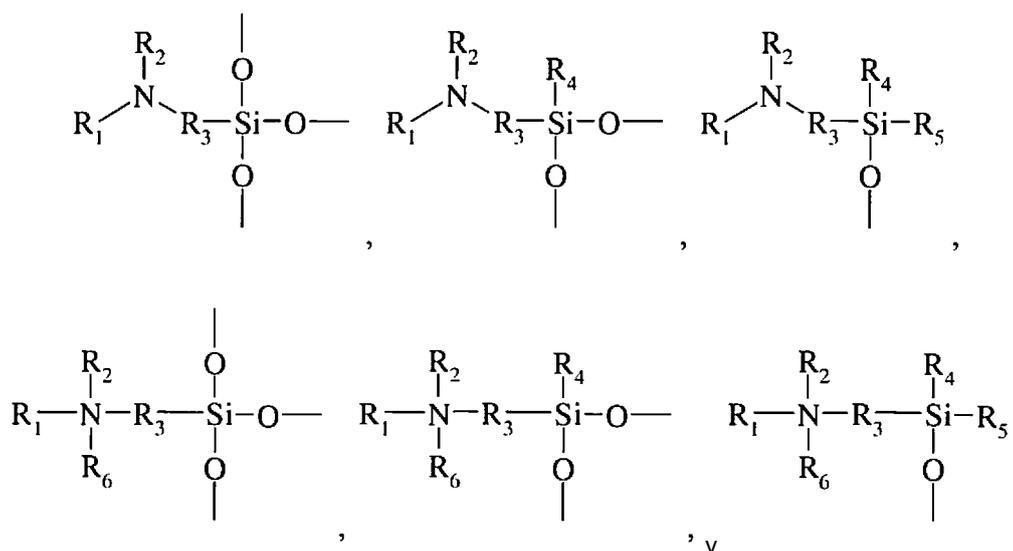
15 **TABLA I**

		<u>Ejemplo 1</u>	<u>Ejemplo 2 (Comparativo)</u>	<u>Ejemplo 3</u>	<u>Ejemplo 4 (Comparativo)</u>
Antes del tratamiento con agua caliente	P_{eff} (%)	98,17	96,61	97,5	97,7
	Transmitancia (%)	28,20	29,30	13	16
	Turbidez (%)	0,35	0,38	0,25	0,25
	GL	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
	Adherencia	Pasa	No pasa	Pasa	No pasa
Después del tratamiento con agua caliente	P_{eff} (%)	97,8	96,52	97,2	ND*
	Transmitancia (%)	26,6	27,9	12,8	NH
	Turbidez (%)	0,54	0,52	0,33	NH
	GL	Pasa	Pasa	Pasa	No pasa
	Adherencia a los 30 minutos	Pasa	No pasa	Pasa	No pasa
	Adherencia después de 3 horas	Pasa	No pasa	Pasa	No pasa
* En esta TABLA I, "ND" significa no determinado debido a la deslaminación completa del recubrimiento.					

20 Será evidente para los expertos en la materia que pueden hacerse diversas modificaciones y alteraciones a la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, se pretende que la presente invención cubra las modificaciones y variaciones de la presente invención siempre que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

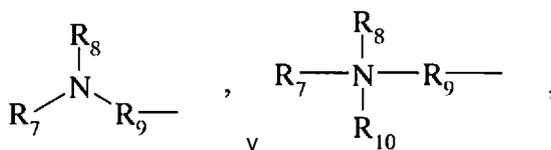
REIVINDICACIONES

1. Un artículo polarizante de luz que comprende un sustrato de transmisión de luz (100), una primera capa funcional (111) que comprende una pluralidad de moléculas de colorante polarizantes portadoras de grupos iónicos sobre ella y una segunda capa funcional (113) que difiere de la primera capa funcional (111), **caracterizado por que**, entre la primera capa funcional (111) y la segunda capa funcional (113) y que se apoya en la primera capa funcional (111), existe una primera capa de acoplamiento (112) que comprende una estructura molecular portadora de grupos iónicos que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional (111), o grupos capaces de formar iones que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional (111); comprendiendo dicha primera capa de acoplamiento (112) polisiloxano lineal o reticulado.
2. El artículo polarizante de luz según la reivindicación 1, donde la segunda capa funcional (113) tiene una estructura que está esencialmente libre de grupos iónicos.
3. El artículo polarizante de luz según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional (111) llevan grupos aniónicos, y la primera capa de acoplamiento (112) comprende una estructura molecular portadora de grupos catiónicos.
4. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional (111) llevan grupos aniónicos, y la primera capa de acoplamiento (112) comprende grupos portadores de estructura molecular seleccionados entre: grupos de aminas primarias, secundarias y terciarias protonados o no protonados, y grupos de aminas cuaternarias.
5. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde al menos parte de las moléculas de colorante polarizante de la primera capa funcional (111) tienen grupos sulfónicos.
6. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el polisiloxano en la primera capa de acoplamiento (112) comprende una o más de las siguientes unidades estructurales interconectadas y/o sus derivados protonados:



donde:

R₁, idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente entre hidrógeno, alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C3-C7 sustituido y no sustituido, fenilo sustituido y no sustituido,



donde R₇, R₈ y R₁₀, idénticos o diferentes en cada aparición, se seleccionan independientemente entre alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C3-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido, y R₉, idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona entre alquilenos C1-C6 sustituido y no sustituido,

fenileno sustituido y no sustituido, y oxialquileo sustituido y no sustituido,

R₂, idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente entre hidrógeno, alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C3-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido,

R₃, idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente entre alquileo C1-C6 sustituido y no sustituido,

R₄ y R₅, idénticos o diferentes en cada aparición, se seleccionan independientemente entre alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C1-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido, y

R₆, idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente de alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C1-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido.

7. El artículo polarizante de luz según la reivindicación 6, en el que el polisiloxano en la primera capa de acoplamiento (112) está al menos parcialmente reticulado.

8. El artículo polarizante de luz según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde el polisiloxano en la primera capa de acoplamiento (112) se selecciona de polímeros de: γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltrimetoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltriethoxisilano y mezclas y combinaciones de los mismos.

9. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la segunda capa funcional (113) comprende una capa resistente al rayado que comprende poli(met)acrilatos y/o polisiloxano.

10. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde la primera capa funcional (111) comprende además un polímero estabilizante.

11. El artículo polarizante de luz según la reivindicación 10, donde el polímero estabilizador en la primera capa funcional (111) es polisiloxano lineal o reticulado.

12. El artículo polarizante de luz según la reivindicación 10, donde el polímero estabilizador en la primera capa funcional (111) es un polímero lineal o reticulado seleccionado de poliaminosiloxano, poliepoxisiloxano y mezclas y combinaciones de los mismos.

13. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, donde la primera capa funcional (111) es esencialmente una sola capa.

14. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, donde entre la primera capa de acoplamiento (112) y la segunda capa funcional (113) y que se apoya en la primera capa de acoplamiento (112), existe una segunda capa de acoplamiento que comprende poliepoxisilano.

15. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, donde la primera capa funcional (111) y la primera capa de acoplamiento (112) están conectadas, al menos en parte, a través de enlaces covalentes.

16. El artículo polarizante de luz según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, donde las moléculas de colorante polarizante están alineadas sustancialmente en paralelo entre sí.

17. Un proceso para fabricar un artículo polarizante de luz, que comprende las siguientes etapas:

(A) proporcionar un sustrato de transmisión de luz (100) que tiene al menos una superficie;

(C) formar una capa polarizante de luz (111) sobre al menos parte de la superficie del sustrato (100), comprendiendo dicha capa polarizante de luz (111) una pluralidad de moléculas de colorante polarizantes que llevan grupos iónicos sobre la misma;

(E) formar una capa protectora sobre la capa polarizante de luz (111);

que se caracteriza por que:

entre las etapas (C) y (E), hay una etapa adicional (D) como sigue:

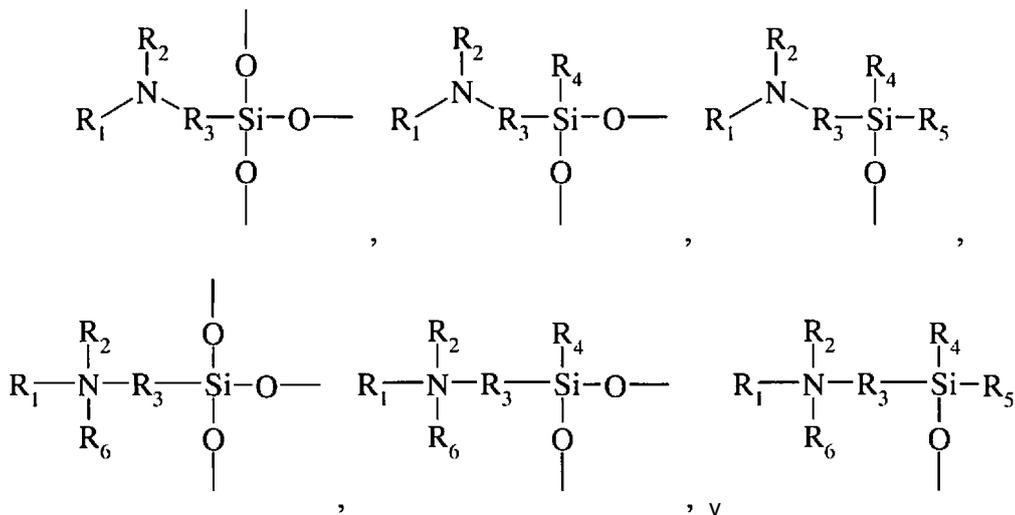
(D) formar una primera capa de acoplamiento (112) sobre la capa polarizante de luz (111), comprendiendo dicha primera capa de acoplamiento (112) una estructura molecular portadora de grupos iónicos que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizante de la capa polarizante de luz (111), o grupos capaces de formar iones que tienen cargas opuestas a las moléculas de colorante polarizantes de la capa polarizante de luz (111); comprendiendo dicha primera capa de acoplamiento (112) polisiloxano lineal o reticulado.

18. El proceso de acuerdo con la reivindicación 17, donde las moléculas de colorante polarizantes de la capa polarizante de luz (111) llevan grupos aniónicos, y la primera capa de acoplamiento (112) comprende una estructura molecular que lleva grupos catiónicos y/o grupos capaces de formar grupos catiónicos.

19. El proceso según la reivindicación 17 o la reivindicación 18, donde las moléculas de colorante polarizante de la capa polarizante de luz (111) llevan grupos aniónicos, y la primera capa de acoplamiento (112) comprende una estructura molecular que lleva grupos de aminas primarias, secundarias o terciarias protonados o sin protonar o grupos de aminas cuaternarias.

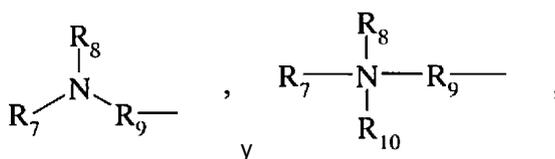
5 20. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, donde al menos parte de las moléculas de colorante polarizante de la capa polarizante de luz (111) tienen grupos sulfónicos.

10 21. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, donde el polisiloxano comprendido en la primera capa de acoplamiento (112) comprende una o más de las siguientes estructuras interconectadas y/o sus derivados protonados:



donde:

15 20 R_1 , idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente entre hidrógeno, alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C3-C7 sustituido y no sustituido, fenilo sustituido y no sustituido,



25 donde R_7 , R_8 y R_{10} , idénticos o diferentes en cada aparición, se seleccionan independientemente entre alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C3-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido, y R_9 , idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona entre alquileno C1-C6 sustituido y no sustituido, fenileno sustituido y no sustituido, y oxialquileno sustituido y no sustituido,

30 R_2 , idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente entre hidrógeno, alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C3-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido, R_3 , idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente entre alquileno C1-C6 sustituido y no sustituido,

35 R_4 y R_5 , idénticos o diferentes en cada aparición, se seleccionan independientemente entre alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C1-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido, y R_6 , idénticos o diferentes en cada aparición, se selecciona independientemente de alquilo C1-C6 sustituido y no sustituido, cicloalquilo C1-C7 sustituido y no sustituido y fenilo sustituido y no sustituido.

40 22. El proceso de acuerdo con la reivindicación 21, donde el polisiloxano se selecciona de polímeros de: γ -aminopropiltrimetoxisilano, γ -aminopropiltriethoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltrimetoxisilano, N- β -(aminoetil)- γ -aminopropiltriethoxisilano y mezclas y combinaciones de los mismos.

45 23. El proceso según la reivindicación 21 o 22, donde el polisiloxano en la primera capa de acoplamiento (112) forma una estructura al menos parcialmente reticulada.

24. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, donde entre las etapas (A) y (C), hay una etapa (D) como sigue: (B) depositar una capa de adherencia intermedia inorgánica (107) sobre la superficie del sustrato (100), estando dicha capa de adherencia intermedia inorgánica (107) apoyada en la capa polarizante (111) después de la etapa (C);
- 5 y la etapa (C) comprende las etapas siguientes (C1) y (C2):
- (C1) formar una pluralidad de microranuras sustancialmente paralelas (109) sobre la superficie de la capa de adherencia inorgánica (107) depositada en la etapa (B) que está más alejada del sustrato (100); y
- 10 (C2) depositar una capa polarizante de luz (111) que comprende moléculas de colorante polarizantes sobre y apoyada sobre las microranuras (109) formadas en la etapa (C1).
25. El proceso de acuerdo con la reivindicación 24, donde la etapa (C2) comprende las etapas siguientes:
- 15 (C2.1) depositar una capa de moléculas de colorante polarizantes sobre y apoyada sobre las microranuras (109) formadas en la etapa (C1); y
- (C2.2) estabilizar la capa de moléculas de colorante polarizante (111).
26. El proceso de acuerdo con la reivindicación 25, donde la etapa (C2.2) comprende las etapas siguientes:
- 20 (C2.2.1) impregnar la capa de moléculas de colorante polarizante (111) depositadas en la etapa (C2.1) con una dispersión de siloxano y/o polisiloxano; y opcionalmente
- (C2.2.2) curar, al menos parcialmente, el siloxano y/o polisiloxano de impregnación.
27. El proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 26, donde la capa polarizante de luz (111) y la primera capa de acoplamiento (112) pueden sufrir reacciones químicas que forman enlaces covalentes entre ellas en la etapa (D) y/o etapas posteriores.
- 25
28. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17 a 27, donde entre las etapas (D) y (E), hay una etapa adicional (DA) como sigue:
- 30 (DA) formar una segunda capa de acoplamiento sobre la primera capa de acoplamiento (112) que comprende una estructura esencialmente libre de iones.

FIG. 1

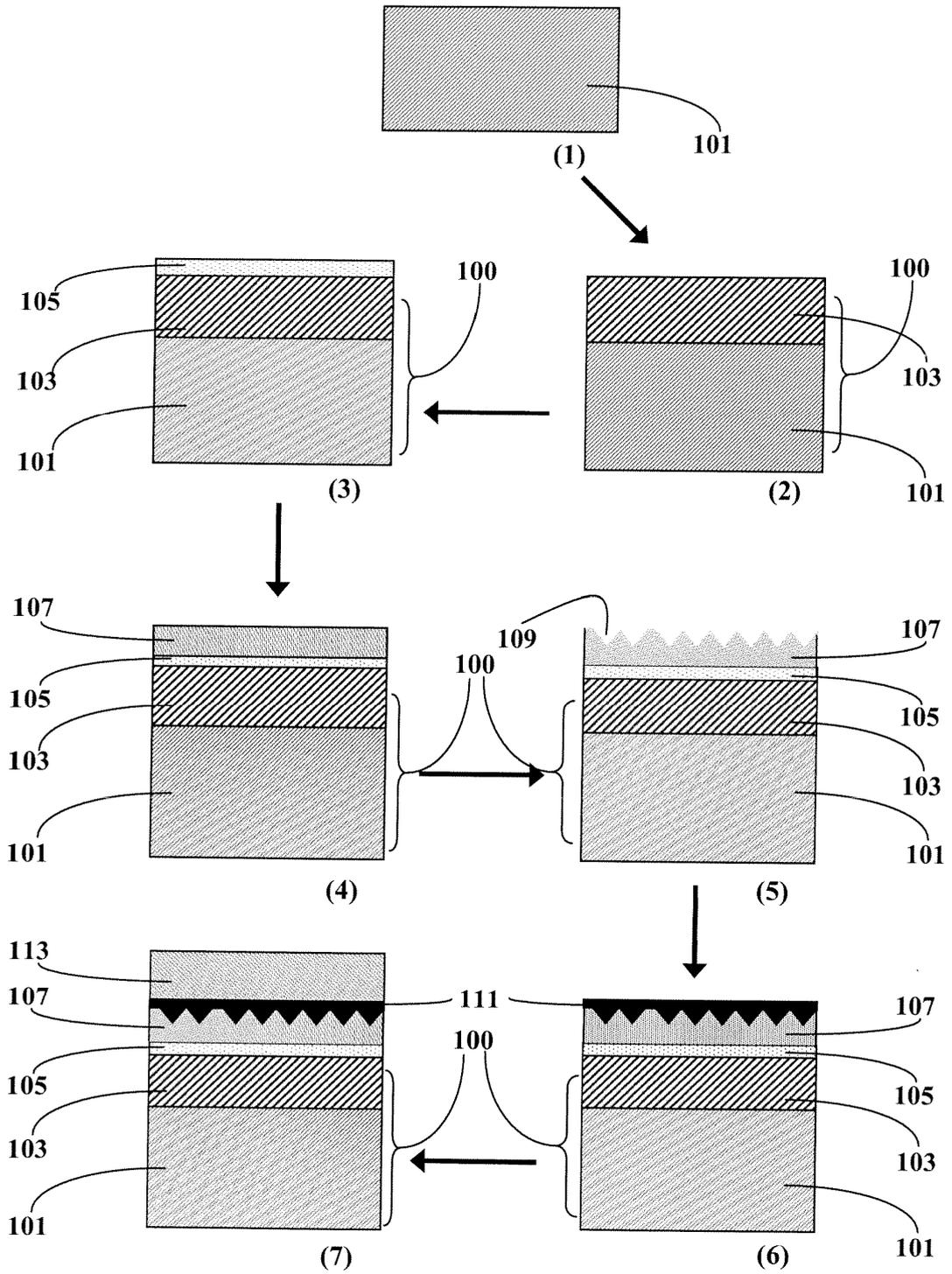


FIG. 2

