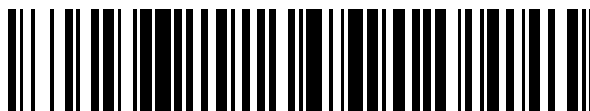


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 831**

51 Int. Cl.:

**C08F 220/30** (2006.01)

**C08F 220/62** (2006.01)

**C08G 65/331** (2006.01)

**C09K 9/02** (2006.01)

**G02B 1/04** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2010 E 10793096 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2510023**

54 Título: **Materiales de fotoalineamiento que tienen una adhesión mejorada**

30 Prioridad:

**08.12.2009 US 267604 P**

**03.12.2010 US 959467**

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

**28.11.2013**

73 Titular/es:

**TRANSITIONS OPTICAL, INC. (100.0%)**

**9251 Belcher Road**

**Pinellas Park, FL 33782, US**

72 Inventor/es:

**SAHA, GOBINDA y**

**KUMAR, ANIL**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 431 831 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

Materiales de fotoalineamiento que tienen una adhesión mejorada

## 5 Antecedentes

La presente divulgación se refiere a nuevos materiales (co)poliméricos adecuados para su uso como capas de fotoalineamiento. Los nuevos materiales de fotoalineamiento comprenden una red de polímero anisotrópico estructuralmente foto-orientable que presenta una adhesión mejorada a las superficies del sustrato y que puede

10 alinear capas de cristal líquido monoméricas y poliméricas más gruesas. También se desvelan los métodos de fabricación y aplicación de los nuevos materiales de fotoalineamiento.

Los materiales de cristal líquido se usan en diversas aplicaciones donde el material de cristal líquido se deposita como una capa sobre la superficie de un sustrato. El funcionamiento exitoso de un dispositivo de cristal líquido depende, al menos en parte, de la capacidad de las moléculas de cristal líquido dentro de la capa de adoptar y mantener un alineamiento u orientación particular. Estas capas de cristal líquido pueden alinearse u orientarse usando diversos métodos. Un enfoque es recubrir la superficie del sustrato con una capa de orientación antes de la aplicación de una capa de cristal líquido. La capa de orientación puede usarse después para orientar el material de cristal líquido sobre el sustrato, por ejemplo, por frotado o irradiación con una radiación electromagnética polarizada.

20 La capa de orientación define la dirección de orientación de las moléculas de cristal líquido de la capa con el resultado de que los ejes longitudinales de las moléculas quedan alineados con la dirección de orientación definida por la capa de orientación. Además del alineamiento direccional, la capa de orientación puede conferir también un ángulo de inclinación a las moléculas de cristal líquido, de manera que las moléculas se alinean a sí mismas en un ángulo respecto a la superficie de la capa de orientación en lugar de estar situadas en paralelo a la superficie.

25 Se conoce la orientación de las capas de polímero por irradiación con radiación electromagnética polarizada. La irradiación basada en orientación supera ciertos inconvenientes asociados con la orientación por frotado uniaxial tales como, por ejemplo, generación de polvo, generación de calor, destrucción de películas finas y ausencia de capacidad de estructuración. Adicionalmente, la orientación por irradiación permite también la posibilidad de proporcionar distintas áreas que tienen diferente orientación relativa respecto a las áreas vecinas. Ejemplos de materiales de alineamiento foto-orientables incluyen derivados de ácido dinámico fotoactivos unidos por polímero, derivados de cumarina, derivados azo cis/trans isomerizables y derivados de poliimida que pueden descomponerse fotoquímicamente.

35 La Patente de Estados Unidos Nº 6.107.427 se refiere a materiales poliméricos fotoactivos reticulables compuestos por ésteres y amidas del ácido 3-aryl-acrílico así como también a su uso como capas de orientación para capas de cristal líquido. Tales materiales encuentran uso en la producción de elementos ópticos y sistemas multicapa tales como pantallas de cristal líquido.

40 La Publicación Internacional Nº WO 2004/060861 A2 desvela copolímeros foto-reticulables de (a) al menos un monómero del grupo de los acrilatos, metacrilatos, acrilamidas y metacrilamidas a cada uno de los cuales está unido covalentemente, directamente mediante un grupo de enlace, una molécula isomerizable o dimerizable fotoquímicamente, (b) al menos un polioxialquil éster o una polioxialquilamida de un monómero etilénicamente insaturado o ácido dicarboxílico, o un polioxialquil éter de un alcohol etilénicamente insaturado y (c) opcionalmente,

45 otros comonómeros etilénicamente insaturados. Los copolímeros tienen una temperatura de transición vítrea no mayor de 70 °C y preferentemente menor. Tales materiales son adecuados como capas de alineamiento para cristales líquidos usados en la producción de elementos electro-ópticos, por ejemplo, pantallas de cristal líquido, películas de compensación óptica para filtros de retardo, filtros colestéricos, filtros anti-reflexión y similares.

50 La Publicación Internacional Nº WO 2005/015298 A1 proporciona una capa de alineamiento que tiene adhesión mejorada a las películas de cristal líquido, a un material precursor usado para la preparación de tal capa, a un laminado comprendido por tal capa y al menos una película polimérica de cristal líquido y al uso de la capa de alineamiento y el laminado para usos y dispositivos ópticos, electro-ópticos, decorativos o de seguridad. La capa de alineamiento y el material precursor comprenden al menos un mesógeno reactivo en forma monomérica, oligomérica

55 o polimérica. El mesógeno reactivo preferentemente se incorpora en la composición solvatada usada para formar una película de alineamiento. Como alternativa, el mesógeno reactivo puede usarse como un componente en una composición usada para formar capas de control que generalmente no son capas de polímero, sino monocapas o multicapas auto-ensambladas. La promoción del alineamiento de cristal líquido por la capa de control generalmente no tiene un efecto voluminoso, sino en lugar de ello un efecto superficial, donde las moléculas de la capa de control están conectadas a la superficie y su espesor es normalmente el de solo una monocapa.

Aunque los copolímeros de fotoalineamiento mencionados anteriormente y las capas de alineamiento resultantes presentan una adhesión algo mejorada (a los sustratos a los que se aplican y a las capas de cristal líquido aplicadas posteriormente), no obstante no proporcionan una adhesión suficiente a cualquiera de las capas para algunas aplicaciones, por ejemplo para su uso en la producción de dispositivos oftálmicos tales como lentes. Estos

65 materiales de la capa de alineamiento de la técnica anterior usados en dispositivos de cristal líquido aún demuestran

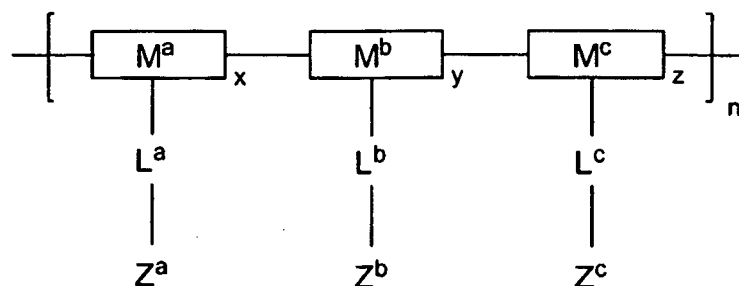
generalmente una mala adhesión para tales aplicaciones, y a menudo se producen usando altas temperaturas de procesamiento (de 200 °C a 250 °C) que no son compatibles para ciertos sustratos, por ejemplo, sustratos ópticos de plástico. Como se ha mencionado previamente, también es necesaria la adhesión entre las capas en aplicaciones donde una capa de cristal líquido u otra capa se deposita sobre la superficie de la capa de fotoalineamiento. En aplicaciones donde los niveles de adhesión no son suficientes, puede observarse el desprendimiento de la capa de fotoalineamiento de la superficie del sustrato y/o el desprendimiento de las capas posteriores de la superficie de la capa de fotoalineamiento.

Además, ciertas aplicaciones tales como aplicaciones oftálmicas, utilizan capas de cristal líquido de más de 20 micrómetros de espesor. En estas aplicaciones, se desean capas de fotoalineamiento que sean capaces de alinear capas de cristal líquido adherentes de hasta 1.000 micrómetros de espesor. De esta manera, se desean materiales de fotoalineamiento que pueden usarse para formar capas que tienen propiedades de adhesión mejorada y capas de cristal líquido alineadas más gruesas, respecto a los materiales de fotoalineamiento conocidos. Los materiales de fotoalineamiento de la presente invención superan los inconvenientes de los copolímeros de fotoalineamiento conocidos previamente y las capas de alineamiento que los comprenden, y proporcionan propiedades de adhesión mejorada deseadas.

### Breve resumen de la divulgación

La presente divulgación se refiere a un (co)polímero que comprende:

una estructura representada por la fórmula:



donde:

cada  $M^a$ ,  $M^b$  y  $M^c$  son cada uno independientemente restos de unidades monoméricas seleccionadas entre unidades acrililo sustituidas o no sustituidas, en la que dichos sustituyentes acrililo se eligen entre alquilo  $C_1$ - $C_4$ , fenilo, -O- y combinaciones de los mismos, unidades estireno sustituidas o no sustituidas, unidades epoxi sustituidas o no sustituidas, unidades uretano sustituidas o no sustituidas, ácido policarboxílico sustituido o no sustituido, unidades poliol sustituidas o no sustituidas, unidades poliamina sustituidas o no sustituidas o unidades ácido hidroxialcanoico sustituidas o no sustituidas; en la que dichos sustituyentes están seleccionados entre alquilo  $C_1$ - $C_{20}$ , alcoxi  $C_1$ - $C_{20}$ , cicloalquilo  $C_3$ - $C_{10}$ , alquil ( $C_1$ - $C_{20}$ ) alcoxi  $C_1$ - $C_{20}$ , halo alquilo ( $C_1$ - $C_{20}$ ) heterociclo alquilo ( $C_3$ - $C_{10}$ ) haloarilo, haloalquil ( $C_1$ - $C_{20}$ ) arilo, alquil  $C_1$ - $C_{20}$  arilo, alcoxi  $C_1$ - $C_{20}$  arilo, heteroarilo, aril alquilo ( $C_1$ - $C_{20}$ ), heteroaril alquilo ( $C_1$ - $C_{20}$ );

$L^a$ ,  $L^b$  y  $L^c$  son grupos espaciadores que están seleccionados cada uno independientemente entre un enlace sencillo,  $-(CH_2)_g$ -,  $-(CF_2)_h$ -,  $-\text{Si}(Z')_2(CH_2)_g$ -, o  $-(\text{Si}(CH_3)_2O)_h$ -,  $-\text{N}(\text{R})$ -,  $-\text{C}(\text{R})=\text{C}(\text{R})$ -,  $-\text{C}(\text{R})=\text{N}$ -,  $-\text{C}(\text{R}')_2-\text{C}(\text{R}')_2$ -,  $-\text{O}$ -,  $-\text{C}(\text{O})$ -,  $-\text{C}=\text{C}$ -,  $-\text{N}=\text{N}$ -,  $-\text{S}$ -,  $-\text{S}(\text{O})$ -,  $-\text{S}(\text{O})(\text{O})$ -,  $-(\text{O})\text{S}(\text{O})\text{O}$ -,  $-\text{S}(\text{O})\text{S}(\text{O})\text{O}$ -, un resto alquilenos  $C_1$ - $C_{24}$  de cadena lineal o ramificado, arileno, cicloalquilenos  $C_3$ - $C_{10}$  o diversas combinaciones de los mismos, en la que  $Z'$  se elige independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1$ - $C_{18}$  cicloalquilo  $C_3$ - $C_{10}$  o arilo;  $\text{R}$  se elige independientemente para cada aparición entre  $Z^b$ , hidrógeno, alquilo  $C_1$ - $C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3$ - $C_{10}$  o arilo;  $\text{R}'$  se elige independientemente para cada aparición entre  $Z^b$ , alquilo  $C_1$ - $C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3$ - $C_{10}$  o arilo; el resto alquilenos  $C_1$ - $C_{24}$  está mono-sustituido con  $Z^b$ , ciano o halo, o poli-sustituido con  $Z^b$  o halo; "g" se elige independientemente para cada aparición entre 1 a 20, y "h" es un número entero de 1 a 16 inclusive;

cada  $Z^a$  es independientemente un cromóforo fotoquímicamente activo seleccionado entre un cinamato sustituido o no sustituido o cumarina sustituida o no sustituida dimerizables, un azo sustituido o no sustituido isomerizable cis/trans, una poliimida sustituida o no sustituida que puede descomponerse fotoquímicamente o un éster aromático sustituido o no sustituido capaz de experimentar una redistribución de Photo-Fries;

cada  $Z^b$  es un grupo promotor de la adhesión seleccionado independientemente entre hidroxilo, ácido carboxílico, anhídrido, isocianato, isocianato bloqueado, tioisocianato, tioisocianato bloqueado, amino, tio, silano organofuncional, titanato organofuncional, zirconato organofuncional o epoxi, en la que cada grupo organofuncional se selecciona independientemente entre vinilo, alilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad vinilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad epoxi, radicales hidrocarburo con funcionalidad alilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad acrililo, radicales hidrocarburo con funcionalidad metacrililo, radicales hidrocarburo con funcionalidad estirilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad mercapto o combinaciones de

tales grupos organofuncionales, estando seleccionados dichos radicales hidrocarburo entre alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>, alqueno C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>, alquino C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>, alcoxi C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>, alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> alcoxi (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>), alcoxi C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>), arilo, heteroarilo y combinaciones de tales radicales de hidrocarburo;

con la condición de que cuando Z<sup>b</sup> es hidróxido o ácido carboxílico, el (co)polímero comprende adicionalmente al menos otro grupo promotor de la adhesión;

Z<sup>c</sup> es una estructura mesógena seleccionada entre un grupo de cristal líquido de tipo barra recta rígida, un grupo de cristal líquido de tipo barra doblada rígida o un grupo de cristal líquido de tipo disco rígido; y

"x" tiene un valor de  $0 < x \leq 1$ , "y" tiene un valor de  $0 \leq y < 1$ , y "z" tiene un valor de  $0 \leq z < 1$  donde  $x + y + z = 1$  y "n" tiene un valor que varía de 10 a 10.000,

en la que cuando  $x = 1$  entonces al menos uno de L<sup>a</sup> y Z<sup>a</sup> está sustituido adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup> y cuando  $y = 0$ , entonces al menos uno de L<sup>a</sup>, Z<sup>a</sup>, L<sup>c</sup> y Z<sup>c</sup> está sustituido adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup>.

De acuerdo con una realización, la presente divulgación proporciona un (co)polímero en el que  $z$  es 0.

En otra realización, la presente divulgación proporciona un (co)polímero en el que  $z$  es mayor que 0.

Las realizaciones adicionales de la presente divulgación proporcionan artículos de fabricación. Los artículos de fabricación comprenden al menos una parte fotoalineable que comprende un (co)polímero que tiene una estructura representada por la Fórmula anterior, en la que las variables M<sup>a</sup>, M<sup>b</sup>, M<sup>c</sup>, L<sup>a</sup>, L<sup>b</sup>, L<sup>c</sup>, Z<sup>a</sup>, Z<sup>b</sup>, Z<sup>c</sup>, x, y, z y n son como se han descrito en este documento.

Otras realizaciones más de la presente divulgación proporcionan elementos ópticos, tales como elementos oftálmicos, elementos de visualización, ventanas, espejos, elementos de cristal líquido activo o elementos de cristal líquido pasivo. Los elementos ópticos comprenden un sustrato y al menos una primera capa parcial sobre al menos una parte de una superficie del sustrato. La capa al menos parcial comprende un material (co)polimérico que tiene una estructura representada por la Fórmula anterior, en la que las variables M<sup>a</sup>, M<sup>b</sup>, M<sup>c</sup>, L<sup>a</sup>, L<sup>b</sup>, L<sup>c</sup>, Z<sup>a</sup>, Z<sup>b</sup>, Z<sup>c</sup>, x, y, z, y n son como se ha expuesto en detalle en este documento. En las realizaciones específicas, los elementos ópticos pueden comprender adicionalmente una o más capas al menos parciales adicionales sobre al menos una parte de la superficie del sustrato.

Otras realizaciones adicionales de la presente divulgación proporcionan una célula de cristal líquido. La célula de cristal líquido comprende una primera superficie, una segunda superficie opuesta a la primera superficie, una primera capa al menos parcial sobre al menos una parte de la primera superficie orientada hacia la segunda superficie, una segunda capa al menos parcial sobre al menos una parte de la segunda superficie orientada hacia la primera superficie, donde la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial definen un espacio, y hay un material de cristal líquido en el espacio entre la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial. La primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial son capas de alineamiento y al menos una de la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial comprende un (co)polímero que tiene una estructura representada por la Fórmula anterior, en la que las variables M<sup>a</sup>, M<sup>b</sup>, M<sup>c</sup>, L<sup>a</sup>, L<sup>b</sup>, L<sup>c</sup>, Z<sup>a</sup>, Z<sup>b</sup>, Z<sup>c</sup>, x, y, z y n son como se ha expuesto en detalle en este documento. En las realizaciones específicas, el material de cristal líquido comprende al menos uno de un material dicróico o un material fotocrómico-dicróico.

Otras realizaciones más de la presente divulgación proporcionan métodos para aplicar un material de fotoalineamiento a un elemento óptico. El método comprende aplicar una capa al menos parcial de un material (co)polimérico de fotoalineamiento sobre al menos una parte de una superficie de un sustrato, formando un enlace atractivo entre uno o más grupos promotores de la adhesión sobre el material (co)polimérico de fotoalineamiento y un grupo compatible sobre la superficie del sustrato, y al menos alinear parcialmente al menos una primera parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento por exposición de al menos la capa parcial a radiación UV polarizada. El material (co)polimérico de fotoalineamiento tiene una estructura representada por la Fórmula anterior, en la que las variables M<sup>a</sup>, M<sup>b</sup>, M<sup>c</sup>, L<sup>a</sup>, L<sup>b</sup>, L<sup>c</sup>, Z<sup>a</sup>, Z<sup>b</sup>, Z<sup>c</sup>, x, y, z y n son como se exponen en detalle en este documento.

#### Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

Las diversas realizaciones desveladas en este documento se entenderán mejor cuando se lean junto con los dibujos, en los que:

La Figura 1 ilustra una realización de un elemento óptico de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 2 ilustra una segunda realización de un elemento óptico de acuerdo con la presente divulgación.

La Figura 3 ilustra una realización de una célula de cristal líquido de acuerdo con la presente divulgación.

#### Descripción detallada

La presente divulgación se refiere a estructuras y métodos para producir nuevas redes de polímero anisotrópico estructuralmente foto-orientadas adecuadas para la deposición en forma de capas sobre sustratos y que pueden alinear capas de cristal líquido monoméricas y poliméricas más gruesas y presentar una adherencia mejorada a los

sustratos usados habitualmente así como a las capas posteriores depositadas sobre la superficie de la capa de polímero.

Los materiales de cristal líquido se utilizan en diversas aplicaciones. Las moléculas de un cristal líquido ("CL") tienden a alinearse entre sí en una dirección preferida, produciendo un material fluido con propiedades ópticas anisotrópicas, electromagnéticas y/o mecánicas. El mesógeno es la unidad fundamental de un CL, que induce el orden estructural en el material de cristal líquido. El resto mesogénico del CL normalmente comprende un resto rígido que se alinea con otros componentes mesogénicos en la composición CL, alineando de esta manera las moléculas de CL en una dirección específica. La parte rígida del mesógeno puede consistir en una estructura molecular rígida, tal como estructuras de anillo mono- o policíclico incluyendo, por ejemplo, una estructura de anillo aromático mono- o policíclico. Los mesógenos de cristal líquido que son adecuados para su uso junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen mesógenos de cristal líquido termotrópico y mesógenos de cristal líquido liotrópico. Ejemplos de mesógenos de cristal líquido termotrópico que son adecuados para su uso junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen mesógenos de cristal líquido columnático (o de tipo barra), mesógenos de cristal líquido discóticos (o de tipo disco) y mesógenos de cristal líquido colestéricos. Los ejemplos de mesógenos potenciales se exponen con mayor detalle, por ejemplo, en la Solicitud de Estados Unidos con N° de Serie 12/163, 116, en los párrafos [0024]-[0047]; e incluyen aquellos descritos en Demus, et al., "Flüssige Kristalle in Tabellen," WEB Deutscher Verlag Für Grundstoffindustrie, Leipzig, Alemania, 1974 y "Flüssige Kristalle in Tabellen II", VEB Deutscher Verlag Für Grundstoffindustrie, Leipzig, Alemania, 1984.

Los CL pueden existir en un estado no ordenado o en un estado ordenado (alineado). Las moléculas de CL en el estado no ordenado adoptarán una orientación básicamente aleatoria, es decir, no habrá una orientación general respecto a las moléculas de CL. Las moléculas de CL en un estado ordenado o alineado generalmente adoptarán una orientación donde las partes mesógenas de las moléculas de CL están alineadas al menos parcialmente por la parte alineada del material de CL. Como se usa en este documento, los términos "alinearse" o "alineado" significan llevar a una disposición o posición adecuada por interacción con otro material, compuesto o estructura. En ciertos casos, las partes mesógenas de las moléculas de CL estarán alineadas al menos parcialmente en una orientación paralela. En otros casos, las partes mesógenas de las moléculas de CL pueden estar alineadas al menos parcialmente en una orientación helicoidal.

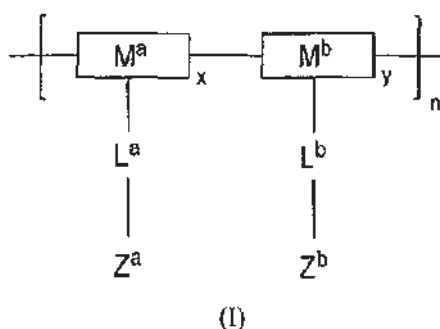
Los polímeros de cristal líquido ("PCL") son polímeros capaces de formar regiones de una estructura altamente ordenada mientras están en una fase líquida. Los PCL pueden fabricarse a partir de compuestos de monómero de cristal líquido ("MCL") que después se polimerizan para formar el PCL. Como alternativa, los PCL pueden formarse polimerizando un material polimerizable en presencia de un material de cristal líquido tal como el material de cristal líquido atrapado en el polímero. Los CL, MCL y PCL tiene un amplio intervalo de usos, que varían desde su uso como plásticos ingenieriles fuertes hasta delicados geles para pantallas de CL. Estos materiales pueden usarse también, por ejemplo, en elementos ópticos tales como elementos oftálmicos, elementos de visualización, ventanas y espejos. Los materiales de cristal líquido pueden usarse, por ejemplo, como capas al menos parciales, recubrimientos o películas sobre al menos una parte de un sustrato y pueden conferir ciertas características deseadas al sustrato tales como para su uso en aplicaciones de almacenamiento de datos ópticos como fotomáscaras o pigmentos decorativos; en cosméticos y para aplicaciones de seguridad (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 6.217.948); como resinas curables para aplicaciones médicas, dentales, adhesivas y estereolitográficas (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 7.238.831); como artículos de fabricación, tales como, artículos ensamblados moldeados o de colada para su uso en las aplicaciones mencionadas anteriormente y diversos dispositivos relacionados. En ciertos casos, los materiales de CL pueden incorporarse en elementos ópticos, tales como por ejemplo elementos oftálmicos, elementos de visualización, pantallas, espejos, células de cristal líquido activo y pasivo y dispositivos y otros artículos que contienen CL o PCL que contienen artículos de interés, tales como, polarizadores, compensadores ópticos (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 7.169.448), retardadores ópticos (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° RE39, 605E), filtros de color y placas de ondas para circuitos de ondas luminosas (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 7.058.249). Ciertos compuestos mesógenos pueden encontrar un uso particular como MCL y PCL para la formación de elementos oftálmicos que comprenden adicionalmente un material o compuesto dicróico o fotocromático-dicróico. Los compuestos dicróicos son capaces de absorber preferentemente uno de dos componentes ortogonales del plano de la luz polarizada.

Generalmente es necesario colocar o disponer adecuadamente las moléculas mesogénicas o CL, incluyendo, por ejemplo, los compuestos dicróicos para conseguir el efecto deseado. Es decir, para mesógenos lineales o de tipo barra, generalmente es necesario alinear al menos parcialmente las moléculas del compuesto de manera que los ejes largos de las moléculas alineadas al menos parcialmente del compuesto mesógeno generalmente sean paralelos entre sí. El alineamiento al menos parcial de los materiales de CL u otros materiales anisotrópicos puede efectuarse mediante al menos uno de exponer al menos una parte del material a un campo magnético, exponer al menos una parte del material a una fuerza de cizalla, exponer al menos una parte del material a un campo eléctrico, exponer al menos una parte del material a una radiación ultravioleta polarizada en el plano (UV), exponer al menos una parte del material a radiación infrarroja, secar al menos una parte del material, atacar químicamente al menos una parte del material, frotar al menos una parte del material y alinear al menos una parte del material con otra estructura o material, tal como un material de alineamiento al menos parcialmente ordenado. También es posible

alinear los materiales de CL u otro material anisotrópico con una superficie orientada, tal como una superficie recubierta con al menos un material de alineamiento parcialmente ordenado. Es decir, las moléculas de cristal líquido pueden aplicarse como un recubrimiento, capa o película a una superficie que tiene que orientarse, por ejemplo por frotado, ranurado o métodos de fotoalineamiento y posteriormente alinearlo de manera que el eje largo de cada una de las moléculas de cristal líquido tome una orientación que generalmente es paralela a la dirección general de orientación de la superficie.

Los materiales de alineamiento, tales como el material de fotoalineamiento, pueden usarse como un recubrimiento sobre una superficie de un sustrato o una parte de la superficie donde el material de alineamiento puede estar al menos parcialmente alineado y después puede usarse para alinear uno o más materiales de cristal líquido en una capa posterior que se aplica sobre una parte de la capa de material de alineamiento. Sin embargo, los materiales de fotoalineamiento convencionales pueden presentar una adhesión insatisfactoria a la superficie y/o las capas posteriores que pueden estar recubiertas sobre la superficie de los materiales de fotoalineamiento. Esto puede conducir al desprendido o separación de la capa de fotoalineamiento desde la superficie y/o las capas posteriores y una pérdida global en la utilidad y vida útil del producto. Las diversas realizaciones de la presente divulgación proporcionan nuevos materiales de fotoalineamiento (co)poliméricos. Los materiales de fotoalineamiento (co)poliméricos presentan una adhesión mejorada a una superficie de un sustrato sobre el cual se recubren los materiales y una adhesión mejorada entre los materiales y una capa posterior que se deposita sobre la superficie de la capa de materiales de fotoalineamiento. Las características de adhesión mejorada se ven afectadas por la incorporación de un grupo promotor de la adhesión dentro de la estructura (co)polimérica del material de fotoalineamiento.

De acuerdo con una realización, la presente divulgación proporciona un (co)polímero que comprende una estructura representada por la Fórmula I.



Haciendo referencia a la Fórmula I,  $M^a$  y  $M^b$  representan restos de unidades monoméricas. Cada uno de  $M^a$  y  $M^b$  se selecciona entre unidades acrilóilo sustituidas o no sustituidas, en las que dichos sustituyentes acrilóilo se eligen entre alquilo  $C_1$ - $C_4$ , fenilo, -O- y combinaciones de los mismos. Ejemplos de tales unidades acrilóilo incluyen acrilóilo, metacrilóilo y cinamato. Cada uno de  $M^a$  y  $M^b$  se selecciona también entre unidades estireno sustituidas o no sustituidas, unidades epoxi sustituidas o no sustituidas, unidades uretano sustituidas o no sustituidas, ácido policarboxílico sustituido o no sustituido, unidades poliol sustituidas o no sustituidas, unidades poliamina sustituidas o no sustituidas o unidades ácido hidroxialcanoico sustituidas o no sustituidas en las que dichos sustituyentes se eligen entre alquilo  $C_1$ - $C_{20}$ , alcoxi  $C_1$ - $C_{20}$ , cicloalquilo  $C_3$ - $C_{10}$ , alquil  $C_1$ - $C_{20}$ , alcoxi ( $C_1$ - $C_{20}$ ), halo alquilo ( $C_1$ - $C_{20}$ ), heterociclo alquilo ( $C_3$ - $C_{10}$ ), heteroarilo halo alquil ( $C_1$ - $C_{20}$ ) arilo, alquil  $C_1$ - $C_{20}$  arilo, alcoxi  $C_1$ - $C_{20}$  arilo, heteroarilo, aril alquilo ( $C_1$ - $C_{20}$ ) y heteroarilo alquilo ( $C_1$ - $C_{20}$ ). Como se usa en este documento, el término "restos" cuando se usa en referencia a un monómero o unidad monomérica se refiere a lo que queda de la unidad monomérica después de que se haya incorporado en una cadena de polímero. Como se usa en este documento, el término "derivado" cuando se usa en referencia a un ácido carboxílico o ácido policarboxílico incluye amidas, ésteres, haluros de acilo, anhídridos de acilo y derivados de ciano. Los grupos  $M^a$  y  $M^b$  en la Fórmula I pueden constituir la cadena principal del polímero del (co)polímero. De acuerdo con realizaciones específicas, los grupos  $M^a$  y  $M^b$  pueden ser cada uno independientemente restos de unidades acrilóilo sustituidas o no sustituidas o unidades metacrilóilo sustituidas o no sustituidas.

Como se representa mediante la Fórmula I, el (co)polímero tiene grupos colgantes de  $-L^a-Z^a$  y  $-L^b-Z^b$ , donde los grupos L representan grupos espaciadores entre el resto monomérico (es decir,  $M^a$  y  $M^b$ ) y los grupos  $Z^a$  y  $Z^b$ . De acuerdo con diversas realizaciones, los grupos  $L^a$  y  $L^b$  son grupos espaciadores que pueden seleccionarse cada uno independientemente entre un solo enlace,  $-(CH_2)_g$ ,  $-(CF_2)_h$ ,  $-(Si(Z')_2(CH_2)_g)$ , o  $-(Si(CH_3)_2O)_h$ , -N(R)-, -C(R)=C(R)-, -C(R)=N-, -C(R')<sub>2</sub>-C(R')<sub>2</sub>-, -O-, -C(O)-, -C≡C-, -N=N-, -S-, -S(O)-, -S(O)(O)-, -(O)S(O)O-, -S(O)S(O)O-, un resto alquilenos  $C_1$ - $C_{24}$  de cadena lineal o ramificado, arileno, cicloalquilenos  $C_3$ - $C_{10}$  o diversas combinaciones de los mismos. De acuerdo con estas estructuras,  $Z'$  puede elegirse independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1$ - $C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3$ - $C_{10}$  o arilo; R puede elegirse independientemente para cada aparición entre

Z<sup>b</sup>, hidrógeno, alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>, cicloalquilo C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub> o arilo; R' puede elegirse independientemente para cada aparición entre Z<sup>b</sup>, alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>, cicloalquilo C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub> o arilo; el resto alquilenos C<sub>1</sub>-C<sub>24</sub> puede estar mono-sustituido con Z<sup>b</sup>, ciano o halo o poli-sustituido con Z<sup>b</sup> o halo. Adicionalmente, de acuerdo con los grupos espaciadores L<sup>a</sup> y L<sup>b</sup>, "g" puede elegirse independientemente para cada aparición entre 1 a 20, por ejemplo, de 2 a 15 o de 5 a 10; y "h" puede estar representado por un número entero de 1 a 16 inclusive, por ejemplo, de 2 a 12 o de 4 a 10.

Cada grupo Z<sup>a</sup> representa un cromóforo fotoquímicamente activo. Como se usa en este documento, la expresión "cromóforo fotoquímicamente activo" incluye estructuras o partes de la molécula o polímero que reaccionan químicamente (tal como consigo mismas o con otro resto activo, por ejemplo, otro cromóforo fotoquímicamente activo) tras la absorción de la radiación actínica. Como se usa en este documento, la expresión "radiación actínica" significa radiación electromagnética que es capaz de provocar una respuesta. La radiación actínica incluye, por ejemplo, radiación visible y ultravioleta. El cromóforo fotoquímicamente activo puede experimentar una isomerización cis/trans fotoquímica, una cicloadición [2+2] fotoquímica (que conduce a una reticulación del polímero u oligómero), una descomposición fotoquímica o una redistribución fotoquímica. De acuerdo con las diversas realizaciones, el cromóforo fotoquímicamente activo adecuado incluyen cinamato sustituido o no sustituido dimerizable o derivados de cumarina sustituidos o no sustituidos dimerizables, azo sustituido o no sustituido isomerizable cis/trans, políimidas sustituidas o no sustituidas que pueden descomponerse fotoquímicamente y ésteres aromáticos sustituidos o no sustituidos que pueden redistribuirse fotoquímicamente, tales como aquellos que pueden experimentar una redistribución de Photo-Fries. En las realizaciones específicas, el cromóforo fotoquímicamente activo puede ser un cinamato sustituido o no sustituido dimerizable o una cumarina sustituida o no sustituida dimerizable. Los cinamatos y cumarinas pueden reaccionar tras la exposición a la radiación actínica para experimentar una dimerización [2+2] como se describe en "Alignment Technologies and Applications of Liquid Crystal Devices", Kohki Takotah et al., Taylor y Francis, Nueva York, 2005, páginas 61-63. Los ejemplos de cinamatos adecuados pueden encontrarse en las Patentes de Estados Unidos N° 5.637.739 en la columna 6, líneas 19 a 32 y 7.173.114 en la columna 3, línea 13 a columna 5, línea 2 y de cumarinas pueden encontrarse en las Patentes de Estados Unidos N° 5.231.194 en la columna 1, línea 37 a columna 3, línea 50; 5.247.099 en la columna 1, línea 66 a columna 4 línea de 2.8; 5.300.656 en la columna 1, línea 13 a la columna 10, línea 15; y 5.342.970 en la columna 1, línea 6 a la columna 7 línea 34.

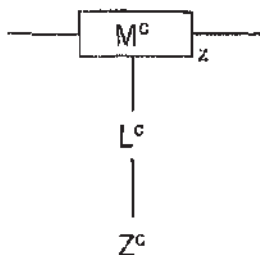
Ejemplos adicionales de cromóforos fotoquímicamente activos pueden incluir: un compuesto azo fotoisomerizable tal como poli((n-butil metacrilato-co-(E)-4-(fenildiazenil)metacrilato)-b-estireno) descrito en Macromol. Chem. Phys. 2009, 210, páginas 1484-1492; políimidas fotodegradables tales como poli(2-metil-6-(4-(p-toliloxi)fenil)pirrolo[3,4-f]isindol-1,3,5,7(2H, 6H)-tetraona), poli(5-(2-(1,3-dioxo-2-(4-(p-toliloxi)fenil)isindolin-5-il)-1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan-2-il)-2-metilisindolin-1,3-diona), poli(5-(2-(1,3-dioxo-2-(4-(2-(p-tolil)propan-2-il)fenil)isindalin-5-il)-1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan-2-il)-2-metilisindolin-1,3-diona); y poli(5-(1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-(2-(4-(1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-(p-tolil)propan-2-il)fenil)-1,3-dioxoisindolin-5-il)propan-2-il)-2-metilisindolina-1,3-diona) descrito en Macromolecules 1994, 27, páginas 832-837; una políimida fotoreactiva tal como (2E,2E;-4-(5-(1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-(2-metil-1,3-dioxoisindolin-5-il)propan-2-il)-1,3-dioxoisindolin-2-il)-4'-metil-[1,1'-bifenil]-3,3'-diil bis(3-fenilacrilato) descrita en Macromolecules 2003, 36, páginas 6527-6536; una políimida fotodescomponible tal como 7-metil-2-(4-(4-metilbencil)fenil)tetrahidro-1H-5,9-metanopirido[3,4-d]azepin-1,3,6,8(2H,4H,7H)-tetraona y 2-metil-5-(4-(4-(2-(4-(p-toliloxi)fenil)propan-2-il)fenoxi)fenil)hexahidrociclobuta[1,2-c:3,4-c']dipirrol-1,3(2H,3aH)-diona descritas en The Liquid Crystal Book Series: Alignment Technologies and Application of Liquid Crystal Devices, de K. Takotah et al., 2005, Taylor y Francis, página 63; y ésteres aromáticos capaces de experimentar una redistribución de Photo-Fries que incluyen: poli(S-metacrilamidonaftalen-1-il metacrilato); poli(4-metacrilamidonaftalen-1-il metacrilato); poli(4-metacrilamidofenil metacrilato); poli(4-metacrilamidofenil metacrilato); y poli(4-(2-metacrilamidoetil)fenil metacrilato) descrito en Molecular Crystal and Liquid Crystal, 2007, Vol. 479 página 121.

Cada grupo Z<sup>b</sup> representa un grupo promotor de la adhesión. Como se usa en este documento, la expresión "promotor de la adhesión" significa un grupo o estructura que mejora la adhesión entre la estructura (co)polimérica y el sustrato con el que está recubierto sobre las películas poliméricas que están recubiertas sobre la superficie del polímero que contiene el promotor de la adhesión. Los promotores de la adhesión pueden actuar formando una fuerza de atracción al menos parcial sobre un nivel molecular o atómico entre el (co)polímero y el sustrato o recubrimiento posterior. Ejemplos de las fuerzas de atracción incluyen enlaces covalentes, enlaces covalentes polares, enlaces iónicos, enlaces de hidrógeno, atracciones electrostáticas, interacciones hidrófobas y atracciones de van der Waals. Es decir, una funcionalidad sobre el grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup> puede formar una interacción de atracción con una funcionalidad sobre la superficie o una funcionalidad sobre el recubrimiento posterior. Dentro de la estructura del copolímero de acuerdo con las diversas realizaciones de este documento, la interacción de atracción entre una pluralidad de grupos promotores de la adhesión Z<sup>c</sup> y la superficie del sustrato o material de recubrimiento posterior da como resultado una adhesión mejorada entre el copolímero y la superficie del sustrato y/o el recubrimiento posterior. Las diversas realizaciones de las estructuras adecuadas para el grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup> incluyen hidroxilo, ácido carboxílico, anhídrido, isocianato, isocianato bloqueado, tioisocianato, tioisocianato bloqueado, amino, tio, silano organofuncional, titanato organofuncional, zirconato organofuncional y epoxi, en las que cada grupo organofuncional está seleccionado independientemente entre vinilo, alilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad vinilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad epoxi, radicales hidrocarburo con funcionalidad alilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad acrililo, radicales hidrocarburo con funcionalidad metacrililo, radicales hidrocarburo con funcionalidad estirilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad mercapto o combinaciones de tales grupos organofuncionales, seleccionándose dichos radicales de hidrocarburo

entre alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>, alqueno C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>, alquino C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>, alcoxi C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>, alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> alcoxi (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>), alcoxi C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>) arilo, heteroarilo y combinaciones de tales radicales hidrocarburo; con la condición de que cuando Z<sup>b</sup> es hidroxilo o ácido carboxílico, el (co)polímero comprende adicionalmente al menos otro grupo promotor de la adhesión; tal como aquellos promotores desvelados en las Patentes de Estados Unidos N° 6.025.026 en la columna 6, línea 5 a columna 8 línea 65; 6.150.430 en la columna 2, línea 59 a columna 5, línea 44 y 7.410.691 en la columna 6, línea 4 a columna 8 línea 19. Como se usa en este documento, el término "bloqueado" cuando se usa en referencia a los grupos isocianato o tioisocianato se refiere a una estructura donde el grupo isocianato o tioisocianato se ha hecho reaccionar de forma reversible con un grupo para proteger el grupo isocianato o tioisocianato de reaccionar hasta que se retira el grupo de bloqueo. Generalmente, los compuestos usados para bloquear los grupos isocianato o tioisocianato pueden ser compuestos orgánicos que tienen átomos de hidrógeno activos, por ejemplo, alcoholes volátiles, compuestos épsilon-caprolactama o cetoxima. Ejemplos de los grupos de bloqueo incluyen aminas, ésteres hidroxámicos, grupos pirazol sustituidos o no sustituidos, fenoles, cresol, nonilfenol, caprolactama, triazol, imidazolina, oxima, formiato y diacetona, incluyendo aquellos descritos en X. Tassel et al., "A New Blocking Agent of Isocyanates" European Polymer Journal, 2000, 36, 1745-1751 y Z.W. Wicks, Jr., Progress in Organic Coatings, 1975, 3, 73-99.

Haciendo referencia aún a la Fórmula I, de acuerdo con diversas realizaciones, "n" puede tener un valor que varía de 10 a 10.000, por ejemplo, de 100 a 5.000 o de 500 a 2.000. De acuerdo con realizaciones específicas, "x" puede tener un valor de  $0 < x \leq 1$  e "y" puede tener un valor de  $0 \leq y < 1$ , donde  $x + y = 1$ . Es decir, de acuerdo con estas realizaciones específicas, el (co)polímero contiene solo restos monoméricos M<sup>a</sup> y M<sup>b</sup>. En otras realizaciones, como se ha descrito en este documento, el (co)polímero puede comprender restos monoméricos adicionales. En aquellas realizaciones donde  $x = 1$  (es decir, cuando  $y = 0$ ), entonces al menos uno de L<sup>a</sup> y Z<sup>b</sup> se sustituye adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup>.

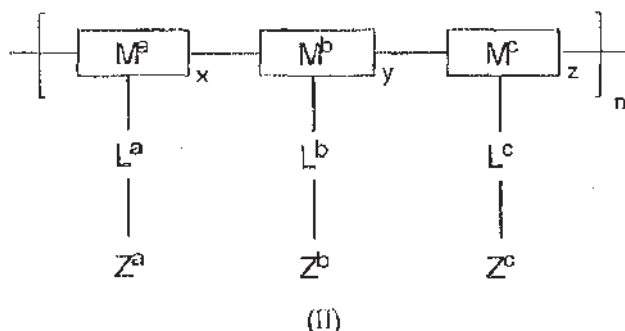
En otras realizaciones más del (co)polímero descrito en este documento, la estructura del copolímero representada por la Fórmula I puede comprender adicionalmente restos de la unidad monomérica M<sup>c</sup> sustituida que tienen la estructura:



donde cada M<sup>c</sup> puede ser independientemente un resto de unidades monoméricas seleccionadas entre unidades acrililo sustituidas o no sustituidas, en la que dichos sustituyentes acrililo se eligen entre alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>, fenilo, -O- y combinaciones de los mismos, unidades estireno sustituidas o no sustituidas, unidades epoxi sustituidas o no sustituidas, unidades uretano sustituidas o no sustituidas, unidades ácido policarboxílico sustituidas o no sustituidas, unidades poliol sustituidas o no sustituidas, unidades poliamina sustituidas o no sustituidas o unidades ácido hidroxialcanoico sustituidas o no sustituidas; en la que dichos sustituyentes están seleccionados entre alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>, alcoxi C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>, cicloalquilo C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>, alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> alcoxi (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>), haloalquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>), heterociclo alquilo (C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>), haloarilo, haloalquil (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>) arilo, alquil C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> arilo, alcoxi C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub> arilo, heteroarilo, aril alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>), heteroaril alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>). Cada L<sup>c</sup> es un grupo espaciador que puede elegirse independientemente entre aquellos grupos espaciadores descritos en este documento. De acuerdo con las diversas realizaciones, el grupo Z<sup>c</sup> es una estructura mesógena que puede seleccionarse entre un grupo de cristal líquido similar a una barra recta rígida, un grupo de cristal líquido similar a una barra doblada rígida o un grupo de cristal líquido similar a un disco rígido. De acuerdo con estas realizaciones, "z" puede tener un valor de  $0 < z < 1$  de manera que  $x + y + z = 1$ . Es decir, el copolímero puede consistir en restos de estructuras monoméricas representadas por M<sup>a</sup>, M<sup>b</sup> y M<sup>c</sup>. En estas realizaciones, donde  $y = 0$ , entonces al menos uno de L<sup>a</sup>, Z<sup>a</sup>, L<sup>c</sup> y Z<sup>c</sup> se sustituye adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup>. Esto se aplica en todas las realizaciones del copolímero, los restos monoméricos del copolímero tendrán sustituyentes que tienen al menos un grupo promotor de la adhesión Z<sup>b</sup>.

Otras realizaciones más de la presente divulgación proporcionan un (co)polímero que comprende una estructura representada por la Fórmula II:

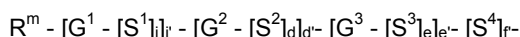




en la que los grupos  $M^a$ ,  $M^b$ ,  $M^c$ ,  $L^a$ ,  $L^b$ ,  $L^c$ ,  $Z^a$ ,  $Z^b$  y  $Z^c$  tienen estructuras como se han expuesto en este documento. El valor de "n" varía de 10 a 10.000, por ejemplo, de 100 a 5.000 o de 500 a 2.000. De acuerdo con la Fórmula II, "x" puede tener un valor de  $0 < x \leq 1$ ; "y" puede tener un valor de  $0 \leq y < 1$ ; y "z" pueden tener un valor de  $0 \leq z < 1$  donde  $x + y + z = 1$ , con la condición de que cuando  $x = 1$ , entonces al menos uno de  $L^a$  y  $Z^a$  está sustituido adicionalmente con al menos uno de un grupo promotor de la adhesión  $Z^b$  y cuando  $y = 0$ , entonces al menos uno de  $L^a$ ,  $Z^a$ ,  $L^c$  y  $Z^c$  está sustituido adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión  $Z^b$ .

En las realizaciones específicas,  $M^a$ ,  $M^b$  y  $M^c$  pueden ser cada uno independientemente restos de unidades acrililoiloxi sustituidas o no sustituidas o unidades metacrililoiloxi sustituidas o no sustituidas y  $Z^a$  puede ser un cromóforo fotoquímicamente activo seleccionado entre un cinamato sustituido o no sustituido dimerizable o una cumarina sustituida o no sustituida dimerizable.

De acuerdo con las diversas realizaciones de los (co)polímeros descritos en este documento, la estructura mesógena  $Z^c$  puede tener una estructura representada por:



De acuerdo con la estructura mesógena  $Z^e$ , cada uno de  $G^1$ ,  $G^2$  y  $G^3$  puede elegirse independientemente para cada aparición entre un grupo divalente elegido entre un grupo aromático no sustituido o sustituido, un grupo alicíclico no sustituido o sustituido, un grupo heterocíclico no sustituido o sustituido y mezclas de los mismos, en el que los sustituyentes se eligen entre: hidroxilo; amino; halógeno; alqueno  $C_2-C_{18}$ ; alquino  $C_2-C_{18}$ ; azido; sililo; siloxi; sililhidruro; (tetrahidro-2H-piran-2-il)oxi; tio; isocianato; tioisocianato; acrililoiloxi, metacrililoiloxi; 2-(acrililoiloxi)etilcarbamil; 2-(metacrililoiloxi)etilcarbamil; aziridinilo; aliloxycarbonilo; epoxi; ácido carboxílico, éster carboxílico; acrililoilamino, metacrililoilamino; aminocarbonilo; amino carbonilo; alquil  $C_1-C_8$  aminocarbonilo, aminocarbonil alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); alcoxi  $C_1-C_{18}$  carbonilo; alquil  $C_1-C_{18}$  carbonilo; ariloxycarbonilo; perfluoro alquil ( $C_1-C_{18}$ ) amino, di-(perfluoro alquil ( $C_1-C_{18}$ )) amino; acetilo  $C_1-C_{18}$ ; cicloalquilo  $C_3-C_{10}$ ; cicloalcoxi  $C_3-C_{10}$ ; alquil  $C_1-C_{18}$  oxycarbonilo; halocarbonilo; hidrógeno; arilo; hidroxilo alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); alquilo;  $C_1-C_{18}$  alcoxi  $C_1-C_{18}$ ; amino alquilo ( $C_1-C_{18}$ ) alquil  $C_1-C_{18}$  amino, di-alquil ( $C_1-C_{18}$ ) amino; alquil  $C_1-C_{18}$  alcoxi; ( $C_1-C_{18}$ ); alcoxi  $C_1-C_{18}$  alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ); nitro; poli alquil( $C_1-C_{18}$ )éter; alquil ( $C_1-C_{18}$ ) alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ) alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); poli alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ); etileno; acrililoiloxi alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); metacrililoiloxi alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); 2-cloroacrililoiloxi; 2-fenilacrililoiloxi; acrililoiloxifenilo; 2-cloroacrililoilamino; 2-fenilacrililoilaminocarbonilo; oxtanilo; glicidilo; ciano; isocianato alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); éster del ácido itacónico; éter vinílico; éster vinílico, un derivado de estireno; polímeros de cristal líquido de cadena principal o cadena secundaria; derivados de siloxano; derivados de etilenimina, derivados de ácido maleico; derivados de ácido fumárico; un grupo alquilo  $C_1-C_{18}$  de cadena lineal o ramificada que está mono-sustituido con ciano, halo o alcoxi  $C_1-C_{18}$  o poli-sustituido con halo; derivados de ácido cinámico no sustituidos; derivados de ácido cinámico que están sustituidos con al menos uno de metilo, metoxi, ciano o halógeno; grupos monovalentes o divalentes quirales o no quirales sustituidos o no sustituidos elegidos entre radicales esteroides, radicales terpenoides, radicales alcaloides o mezclas de los mismos, en los que los sustituyentes se eligen independientemente entre alquilo  $C_1-C_{18}$ , alcoxi  $C_1-C_{18}$ , amino cicloalquilo  $C_3-C_{10}$ , alquilo  $C_1-C_{18}$  alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ) fluoroalquilo ( $C_1-C_{18}$ ), ciano, ciano alquilo ( $C_1-C_{18}$ ), ciano alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ) o mezclas de los mismos; o un grupo que comprende una de las siguientes fórmulas:  $-M(T)_{(1-i)}$  y  $-M(OT)_{(1-i)}$ , en las que M se elige entre aluminio, antimonio, tantalio, titanio, zirconio y silicio, T se elige entre radicales organofuncionales, radicales hidrocarburo organofuncionales, radicales hidrocarburo alifáticos y radicales hidrocarburo aromáticos, y "i" es la valencia de M. Haciendo referencia aún a la estructura mesógena  $Z^c$ ,  $R^m$  puede ser H, hidroxilo, amino, halógeno, haloalquilo, arilo, alquilo  $C_1-C_{18}$  o alcoxi  $C_1-C_{18}$ . Adicionalmente, las variables "j", "d", "e" y "f" pueden tener cada una independientemente un valor elegido entre un número entero que varía de 0 a 20, inclusive y "j", "d" y "e" pueden ser cada uno independientemente un número entero de 0 a 4, con la condición de que la suma de j + d + e sea al menos 1. Haciendo referencia aún a la estructura mesógena  $Z^c$ , cada uno de  $S^1$ ,  $S^2$ ,  $S^3$  y  $S^4$  son unidades espaciadoras que pueden elegirse independientemente para cada aparición entre una unidad espaciadora elegida entre: (a)  $-(CH_2)_g-$ ,  $-(CF_2)_h-$ ,  $-(Si(CH_3)_2)(CH_2)_g-$ , o  $-(Si(CH_3)_2O)_h-$  en las que Z' se elige independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  o arilo; "g" se elige independientemente para cada aparición entre 1 a 20 y "h" es un número entero de 1 a 16, inclusive; (b)  $-N(Y)-$ , -

$C(Y)=C(Y)-$ ,  $-C(Y)=N-$ ,  $-C(Y')_2-C(Y')_2-$  o un enlace sencillo, en la que cada Y se elige independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  y arilo, y cada Y' se elige independientemente para cada aparición entre alquilo  $C_1-C_{13}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  y arilo; o (c)  $-O-$ ,  $-C(O)-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $-N=N-$ ,  $-S-$ ,  $-S(O)-$ ,  $-S(O)(O)-$ ,  $-(O)S(O)O-$ ,  $-S(O)S(O)O-$ , arileno, cicloalquileo  $C_3-C_{10}$  o un resto alquileo  $C_1-C_{24}$  de cadena lineal o ramificado, estando dicho resto alquileo  $C_1-C_{24}$  no sustituido, mono-sustituido con ciano o halo o poli-sustituido con halo; con la condición de que cuando dos unidades espaciadoras que comprenden heteroátomos se unen entre sí las unidades espaciadoras estarán unidas de manera que los heteroátomos no estén unidos directamente entre sí y cuando  $S^1$  y  $S^4$  están unidos a otro grupo, están unidos de manera que dos heteroátomos no estén unidos directamente entre sí.

Pueden encontrarse ejemplos de otras estructuras adecuadas para el mesógeno  $Z^e$ , por ejemplo, en la Solicitud de Estados Unidos con N° de Serie 12/489.811, en los párrafos [0018]-[0040]; e incluyen aquellas descritas en Demus, et al., "Flüssige Kristalle in Tabellen", VEB Deutscher Verlag Für Grundstoffindustrie, Leipzig, Alemania, 1974 y "Flüssige Kristalle in Tabellen II", VEB Deutscher Verlag Für Grundstoffindustrie, Leipzig, Alemania, 1984. Un experto en la materia basándose en la presente divulgación entenderá cómo incorporar las estructuras mesógenas expuestas en estas referencias en la estructura de la unidad monomérica  $M^e$ .

Los (co)polímeros de acuerdo con la diversas realizaciones de este documento pueden tener una forma polimérica de un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques, un copolímero de injerto, un copolímero lineal, un copolímero ramificado, un copolímero hiperramificado, un copolímero dendrítico o un copolímero de estrella. En las realizaciones específicas, los (co)polímeros pueden incluir una cadena polimérica donde diferentes secciones pueden tener diferentes formas, tal como, por ejemplo una sección polimérica aleatoria y una sección polimérica de bloques. La formación de (co)polímeros que tienen una o más de las formas citadas puede conseguirse usando métodos de polimerización conocidos en la técnica, incluyendo polimerización por adición, polimerización por condensación, polimerización "viva" controlada, polimerización aniónica, polimerización catiónica y polimerización por radicales.

Los (co)polímeros de las diversas realizaciones descritas en este documento pueden comprender adicionalmente un resto de al menos un compuesto fotocromico, un compuesto dicroico, un compuesto fotocromico-dicroico, un material fotosensible y un material no fotosensible. Los (co)polímeros descritos en este documento pueden estar en una composición adicional que comprende uno o más aditivos. Los aditivos pueden seleccionarse entre un grupo que consiste en un compuesto fotocromico, un compuesto dicroico, un compuesto fotocromico-dicroico, un material fotosensible, un cristal líquido, un aditivo para controlar la propiedad del cristal líquido, un material óptico no lineal, un colorante, un promotor del alineamiento, un potenciador cinético, un fotoiniciador, un iniciador térmico, un tensoactivo, un inhibidor de la polimerización, un disolvente, un estabilizador de la luz, un estabilizador térmico, un agente de desmoldeo, un agente de control de la reología, un gelificador, un agente de nivelación, un aceptador de radicales libres, un agente de acoplamiento, un aditivo para controlar la inclinación, un material polimérico de bloques o no de bloques y un promotor de la adhesión. Ejemplos de compuestos fotocromicos adecuados, compuestos dicroicos, compuestos fotocromicos-dicroicos, materiales fotosensibles, materiales no fotosensibles pueden encontrarse, por ejemplo, en la Solicitud de Estados Unidos con N° de Serie 12/329.197, presentada el 8 de diciembre de 2008, titulada "Alignment Facilities for Optical Dyes" en los párrafos [0090]-[0102] y las referencias allí citadas; y en la Solicitud de Estados Unidos con N° de Serie 12/163.180, presentada el 27 de junio de 2008 titulada "Formulations Comprising Mesogen Containing Compounds" en los párrafos [0064]-[0084] y las referencias allí citadas. Otros ejemplos de colorantes dicroicos que pueden usarse junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen aquellas desveladas en la Patente de Estados Unidos N° 7.044.599, en la columna 7, líneas 18-56. Ejemplos de colorantes fotocromicos-dicroicos que pueden usarse junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen aquellos materiales expuestos y descritos en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Publicación 2005/0004361 del párrafo 27 al párrafo 158 y 2005/0012998 A1, del párrafo 89 al párrafo 251. Los ejemplos de composiciones adecuadas para el uno o más aditivos se describen en detalle en la Solicitud de Estados Unidos con N° de Serie 12/163, 180 presentada el 27 de junio de 2008 titulada "Formulations Comprising Mesogen Containing Compounds" en los párrafos [0085]-[0108] y las referencias allí citadas.

Otras realizaciones más de la presente divulgación proporcionan un artículo de fabricación que comprende al menos una parte fotoalineable. La parte fotoalineable puede comprender un (co)polímero que tiene la estructura representada por cualquiera de la Fórmula I o la Fórmula II, en la que los grupos  $M^a$ ,  $M^b$ ,  $M^c$ ,  $L^a$ ,  $L^b$ ,  $L^c$ ,  $Z^a$ ,  $Z^b$  y  $Z^c$  tienen estructuras como se han expuesto en este documento. El valor de "n" varía de 10 a 10.000 y los valores de "x", "y" y "z" son como se ha descrito en este documento.

El artículo de fabricación puede ser cualquier tipo de artículo comercial que incorpore una capa de fotoalineamiento en la que la adhesión de la capa de fotoalineamiento sobre una superficie de sustrato y/o el posterior recubrimiento es importante para la utilidad y vida útil de los artículos. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el artículo de fabricación puede ser una célula de cristal líquido activo, una célula de cristal líquido pasivo, un elemento óptico o un elemento oftálmico. Ejemplos de elementos ópticos incluyen elementos y dispositivos oftálmicos, elementos y dispositivos de visualización, ventanas, espejos y elementos y dispositivos de célula de cristal líquido activo y pasivo. Ejemplos de elementos oftálmicos incluyen lentes correctoras y no correctoras incluyendo lentes monofocales o multifocales, que pueden ser lentes multifocales segmentadas o no segmentadas (tales como lentes bifocales, lentes trifocales y lentes progresivas), así como otros elementos usados para corregir, proteger o potenciar la visión (cosméticamente o de otra manera) incluyendo lentes de contacto, lentes infra-oculares, lentes de aumento y lentes

protectoras o visores; y pueden incluir también lentes formadas parcialmente y preformas para lentes. Como se usa en este documento "visualización" significa la representación visible o legible a máquina de información en palabras, números, símbolos, diseños o dibujos. Ejemplos de elementos y dispositivos de visualización incluyen pantallas, monitores y elementos de seguridad, incluyendo marcas de seguridad y marcas de autenticación. Como se usa en ese documento el término "ventana" significa una abertura adaptada para permitir la transmisión de radiación a través de la misma. Ejemplos de ventanas incluyen elementos transparentes para automoción y aviones, filtros, obturadores e interruptores ópticos. Como se usa en este documento el término "espejo" significa una superficie que refleja especularmente una gran fracción de la luz incidente. Como se usa en este documento la expresión "célula del cristal líquido" se refiere a una estructura que contiene un material de cristal líquido es capaz de ser ordenada. Las células de cristal líquido activo son células en las que el material de cristal líquido es capaz de intercambiarse entre los estados ordenado y desordenado o entre dos estados ordenados por la aplicación de la fuerza de externa, tal como los campos eléctrico o magnético. Las células de cristal líquido pasivo son células en las que el material de cristal líquido mantiene un estado ordenado. Un ejemplo de un elemento de célula de cristal líquido activo o dispositivo es una pantalla de cristal líquido.

Como se ha descrito en este documento, en ciertas realizaciones, el elemento óptico puede ser un elemento de seguridad. Ejemplos de elementos de seguridad incluyen marcas de seguridad o marcas de autenticación que están conectadas a al menos una parte de un sustrato tal como: tarjetas y pases de acceso, por ejemplo, tickets, distintivos, tarjetas de identificación o de socio, tarjetas de débito, etc.; instrumentos negociables e instrumentos no negociables, por ejemplo, borradores, cheques, fianzas, notas, certificados de depósito, certificados de acciones, etc.; documentos gubernamentales, por ejemplo, monedas, licencias, tarjetas de identificación, tarjetas de beneficios, tarjetas Visa, pasaportes, certificados oficiales, escrituras, etc.; bienes de consumo, por ejemplo, software, discos compactos ("CD"), discos de video digital ("DVD"), aparatos, electrónica de consumo, artículos deportivos, coches, etc., tarjetas de crédito y etiquetas de mercancías, marcadores y envases.

El elemento de seguridad puede estar conectado a al menos una parte de un sustrato elegido entre un sustrato transparente y un sustrato reflectante. Como alternativa, de acuerdo con ciertas realizaciones en las que se requiere un sustrato reflectante, si el sustrato no es reflectante o suficientemente reflectante para la aplicación pretendida, puede aplicarse un material reflectante en primer lugar a al menos una parte del sustrato antes de que se aplique una marca de seguridad al mismo. Por ejemplo, puede aplicarse un recubrimiento de aluminio reflectante a al menos una parte del sustrato antes de formar el elemento de seguridad sobre el mismo. Aún más, el elemento de seguridad puede estar conectado a al menos una parte de un sustrato elegido entre sustratos no teñidos, sustratos teñidos, sustratos fotocrómicos, sustratos fotocrómicos teñidos, sustratos de polarización lineal, sustratos de polarización circular y sustratos de polarización elíptica.

Además, el elemento de seguridad de acuerdo con la realización mencionada anteriormente puede comprender adicionalmente uno o más recubrimientos o láminas distintos para formar un elemento de seguridad reflectante multicapa con características dependientes del ángulo de visualización como se describe en la Patente de Estados Unidos 6.641.874.

De acuerdo con otras realizaciones, la presente divulgación proporciona elementos ópticos. De acuerdo con estas realizaciones, el elemento óptico puede comprender un sustrato y una primera capa al menos parcial sobre al menos una parte del sustrato. La primera capa al menos parcial puede comprender un material copolimérico como se ha descrito en este documento, por ejemplo, un copolímero que tiene una estructura representada por una cualquiera de la Fórmula I y la Fórmula II como se ha descrito en este documento. Como se ha descrito en este documento, el elemento óptico puede ser un elemento oftálmico, un elemento de visualización, una ventana, un espejo, un elemento de célula de cristal líquido activo o un elemento de célula de cristal líquido pasivo.

Como se usa en este documento el término "capa" o "recubrimiento" significa una película soportada derivada de una composición fluida, que puede tener o no un espesor uniforme y excluye específicamente las láminas poliméricas. La capa o recubrimiento puede curarse después de la aplicación a la superficie del elemento óptico para formar una capa o recubrimiento curado. Como se usa en este documento el término "lámina" significa una película preformada que tiene un espesor generalmente uniforme y capaz de ser auto-soportada. Adicionalmente, como se usa en este documento, el término "conectado a" significa en contacto directo con un objeto o contacto indirecto con un objeto a través de una o más estructuras o materiales distintos, al menos uno de los cuales está en contacto directo con el objeto. De esta manera, de acuerdo con diversas realizaciones desveladas en este documento, el al menos un recubrimiento parcial puede estar en contacto directo con al menos una parte del sustrato o puede estar en contacto indirecto con al menos una parte del sustrato a través de una o más estructuras o materiales distintos. Por ejemplo, el al menos un recubrimiento parcial puede estar en contacto con uno o más recubrimientos al menos parciales, láminas de polímero o combinaciones de los mismos, al menos uno de los cuales está en contacto directo con al menos una parte del sustrato. Como se usa en este documento, la expresión "al menos parcial" cuando se usa en referencia a una capa o recubrimiento significa que la capa o recubrimiento cubre del 5 % al 100 % del área del área recubierta de referencia. Como se usa en este documento, la expresión "al menos una parte", como cuando se usa en referencia a una superficie de un sustrato, significa un área de la superficie que varía del 1 % al 100 % del área total de la superficie del sustrato.

Como se ha analizado en este documento, los materiales copoliméricos descritos en este documento muestran una

adhesión mejorada a la superficie del sustrato y/o proporcionan una adhesión mejorada de las capas posteriores del material de recubrimiento. Un método para medir la adhesión de los materiales de recubrimiento, por ejemplo, la adhesión de un material de recubrimiento a una superficie de un sustrato de adhesión de los recubrimientos posteriores sobre una superficie de un material de recubrimiento es mediante un ensayo con cinta adhesiva en cuadrícula. De acuerdo con este método, se raya el material de recubrimiento, por ejemplo con un cuchillo, escalpelo, hoja de afeitar, cortadora de cuadrícula u otro dispositivo de corte, en un patrón de cuadrícula. Se aplica una cinta sensible a la presión a la superficie del recubrimiento sobre los cortes de cuadrícula y después se retira rápidamente (como se describe mediante la ASTM D3359). El área con los cortes de cuadrícula se inspecciona después para la retirada del recubrimiento y se clasifica. En diversas realizaciones, la capa al menos parcial de los materiales copoliméricos de la superficie del sustrato como se describe en este documento presentará del 10 % al 100 % de adherencia según se mide por el método de ensayo de adhesión de retícula. Otras realizaciones pueden presentar del 25 % al 100 % de adherencia, del 50 % al 100 % de adherencia o en realizaciones específicas incluso el 100 % de adherencia. Como se entenderá en la técnica, pueden usarse otros métodos de ensayo de adhesión para medir la adhesión del material copolimérico a la superficie del sustrato o la adhesión de los recubrimientos posteriores a la capa de material copolimérico. Estos métodos incluyen, por ejemplo, ensayos con cuchillo, ensayos de desprendimiento, ensayos de raspado u otros métodos de ensayo. Los métodos de adhesión alternativos producirán resultados comparables como se ve con ensayos de adhesión de cuadrícula.

De acuerdo con ciertas realizaciones, la primera capa al menos parcial puede estar alineada al menos parcialmente según se determina por aplicación de un recubrimiento alineable posterior y la determinación del grado de alineamiento. Como se usa en este documento, la expresión "al menos parcialmente" como se usa en referencia con el valor de alineamiento de los materiales alineables en una capa significa que del 10 al 100 % de los elementos alineables del material están alineados. Otras realizaciones pueden presentar del 25 % al 100 % de alineamiento, del 50 % al 100 % de alineamiento o en realizaciones específicas incluso el 100 % de alineamiento. La primera capa al menos parcial puede estar alineada al menos parcialmente en una orientación paralela, elíptica, extendida, vertical o una orientación helicoidal. Los métodos adecuados para alinear al menos parcialmente la primera capa al menos parcial incluyen al menos uno de exponer al menos una parte de la composición a un campo magnético, exponer al menos una parte de la composición a una fuerza de cizalla, exponer al menos una parte de la composición a un campo eléctrico, exponer al menos una parte de la composición a una radiación ultravioleta polarizada en el plano, exponer al menos una parte de la composición a radiación infrarroja, secar al menos una parte de la composición, atacar químicamente al menos una parte de la composición, frotar al menos una parte de la composición y alinear al menos una parte de la composición con otra estructura o material, tal como al menos un medio de alineamiento parcialmente ordenado. Los métodos de alineamiento adecuados para las capas se describen con mayor detalle en la Patente de Estados Unidos N° 7.097.303 de la columna 27, línea 17 a la columna 27 línea 45. En las realizaciones específicas, la al menos primera capa parcial puede estar al menos parcialmente alineada por exposición a la radiación electromagnética polarizada.

De acuerdo con las realizaciones en las que la al menos la primera capa parcial está al menos parcialmente alineada por exposición a radiación electromagnética polarizada, el cromóforo fotoquímicamente activo  $Z^a$  en el (co)polímero según se representa en las estructuras de las Fórmulas I y II puede experimentar una reacción fotoquímica para formar una estructura al menos parcialmente alineada en el (co)polímero. Por ejemplo, en aquellas estructuras en las que  $Z'$  es un cinamato o cumarina dimerizable, el cinamato o cumarina puede experimentar una cicloadición/dimerización [2+2] fotoquímica con un cinamato o cumarina sobre una tira polimérica adyacente o en un sitio adyacente de la misma tira polimérica para formar una estructura al menos parcialmente alineada. Cuando  $Z'$  es un azo isomerizable cis/trans, la estructura puede experimentar una isomerización cis/trans fotoquímica para proporcionar una estructura al menos parcialmente alineada. Cuando  $Z^a$  es una poliimida que puede descomponerse fotoquímicamente, la poliimida puede experimentar una descomposición fotoquímica para proporcionar una estructura al menos parcialmente alineada. Cuando  $Z^a$  es un éster aromático capaz de experimentar una redistribución de Photo-Fries fotoquímica, el éster aromático puede experimentar una redistribución fotoquímica para proporcionar una estructura al menos parcialmente alienada.

En realizaciones específicas, al menos una parte de la primera capa parcial puede estar alineada en una primera dirección, por ejemplo, al exponer la parte de la radiación electromagnética polarizada y al menos una segunda parte de la al menos primera capa parcial puede estar alineada en una dirección diferente de la de la primera dirección, por ejemplo, al exponer la segunda parte a una radiación electromagnética que está polarizada en una dirección diferente. Como entenderá un experto en la materia, usando este método, diversas porciones de la al menos primera capa parcial pueden estar alineadas en diversas direcciones, según desee el usuario.

De acuerdo con ciertas realizaciones, los elementos ópticos que tienen la primera capa al menos parcial, que puede estar al menos parcialmente alineada, como se describe en este documento, pueden comprender adicionalmente una o más capas al menos parciales sobre al menos una parte de la superficie del sustrato. Como se usa en este documento, la expresión "sobre al menos una parte de la superficie del sustrato" incluye capas aplicadas directamente sobre la superficie del sustrato y capas de recubrimiento aplicadas a una o más capas sobre la superficie del sustrato. Es decir, la una o más capas adicionales pueden aplicarse directamente sobre la superficie del sustrato o sobre una o más capas intermedias que se aplicaron previamente a la superficie del sustrato, formando de esta manera un recubrimiento multicapa laminar. De acuerdo con diversas realizaciones, la una o más

capas al menos parciales adicionales pueden seleccionarse entre una capa de unión, una capa de imprimación, un recubrimiento resistente a la abrasión, un recubrimiento duro, un recubrimiento protector, un recubrimiento reflectante, un recubrimiento fotocromico, un recubrimiento dicroico, un recubrimiento fotocromico-dicroico, un recubrimiento antirreflectante, un recubrimiento de polarización lineal, un recubrimiento de polarización circular, un recubrimiento de polarización elíptica, un recubrimiento de transición, una capa de material de cristal líquido, una capa de material de alineamiento, un recubrimiento de compatibilización, un recubrimiento orgánico funcional, una capa de retardo o combinaciones de cualquiera de los mismos. En otra realización, las capas adicionales se seleccionan entre una capa de imprimación, un recubrimiento protector, un recubrimiento de transición y una combinación de tales recubrimientos. En una realización adicional, la capa de imprimación es un poliuretano.

De acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento, el recubrimiento orgánico funcional puede ser un recubrimiento de polarización que comprende un recubrimiento de cristal líquido alineado y un colorante dicroico alineado. Como se usa en este documento, la expresión "recubrimiento de polarización" se refiere a un recubrimiento que está adaptado para confinar las vibraciones del vector electromagnético a las ondas de luz en una dirección o plano. Generalmente, aunque no se requiere, los recubrimientos de polarización que comprenden colorantes dicroicos convencionales tendrán una tinción o color constante (o "fijo") debido a la presencia del colorante dicroico. Por ejemplo, el recubrimiento de polarización puede tener un color o tinción amarronado o azulado. Los ejemplos de recubrimientos de polarización que comprenden materiales de cristal líquido alineados y colorantes dicroicos que pueden usarse junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento se describen en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Publicación 2005/0151926 del párrafo 10 al párrafo 159.

El recubrimiento de polarización de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento puede comprender adicionalmente una material fotocromico. De acuerdo con estas realizaciones, el recubrimiento puede ser tanto un recubrimiento de polarización como fotocromico, es decir, uno que presente propiedades tanto de polarización convencional así como propiedades fotocromicas convencionales. Por ejemplo, de acuerdo con la diversas realizaciones desveladas en este documento, el recubrimiento de polarización y fotocromico puede tener un primer estado de polarización coloreado cuando no está expuesto a la radiación actínica debido fundamentalmente al tinte del colorante dicroico y un segundo estado de polarización coloreado cuando se expone a radiación actínica debido al efecto combinado del tinte del colorante dicroico y el color del material fotocromico cuando se expone a radiación actínica. Por ejemplo, si el elemento óptico es una lente oftálmica que comprende el recubrimiento de polarización y fotocromico, la lente puede cambiar reversiblemente de un primer estado polarizado coloreado cuando el usuario no está expuesto a radiación UV o actínica desde la luz del sol, a un segundo estado de polarización cuando el usuario está expuesto a la radiación UV o actínica de la luz del sol.

Ejemplos de recubrimientos fotocromicos convencionales incluyen recubrimientos que comprenden cualquiera de los compuestos fotocromicos convencionales que se analizan en detalle a continuación. Por ejemplo, los recubrimientos fotocromicos pueden ser recubrimientos de poliuretano fotocromicos, tales como aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos 6.187.444; recubrimientos de resina de aminoplasto fotocromicos, tales como aquellos descritos en las Patentes de Estados Unidos 4.756.973, 6.432.544 y 6.506.488; recubrimientos de polisilano fotocromicos, tales como aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos 4.556.605; recubrimientos de poli(met)acrilato fotocromicos, tales como aquellos descritos en las Patentes de Estados Unidos 6.602.603, 6.150.430 y 6.025.026 y el en documento WO 01/02449; recubrimientos de polianhídrido fotocromicos, tales como aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos 6.436.525; recubrimientos de poli(acrilamida) fotocromicos, tales como aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos 6.060.001; recubrimientos de resina epoxi fotocromicos, tales como aquellos descritos en las Patentes de Estados Unidos 4.756.973 y 6.268.055; y recubrimientos de poli(urea-uretano) fotocromicos, tales como aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos 6.531.076.

Adicionalmente, de acuerdo con diversas realizaciones desveladas en este documento, el recubrimiento orgánico funcional puede ser un recubrimiento fotocromico-dicroico que comprende un recubrimiento de cristal líquido alineado que comprende un material fotocromico-dicroico alineado. Como se usa en este documento, la expresión "recubrimiento fotocromico-dicroico" se refiere a un recubrimiento que está adaptado para presentar propiedades tanto fotocromicas como de polarización en respuesta al menos a una radiación actínica. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones desveladas en este documento, el recubrimiento orgánico funcional puede ser un recubrimiento fotocromico-dicroico que está adaptado para cambiar reversiblemente de un primer estado de no polarización ópticamente transparente a un segundo estado de polarización coloreado en respuesta al menos a una radiación actínica. Por ejemplo, si el elemento óptico es una lente oftálmica que comprende el recubrimiento fotocromico-dicroico, la lente puede cambiar reversiblemente de un estado de no polarización óptica transparente cuando un usuario no está expuesto a radiación UV o actínica, por ejemplo, fuera de la luz del sol, a un estado de polarización coloreado cuando el usuario está expuesto a radiación UV o actínica, por ejemplo, de la luz del sol. Los ejemplos de tales recubrimientos se describen en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Publicación 2005/0012998, del párrafo 11 al párrafo 442.

Ejemplos de capas de imprimación que pueden usarse junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen recubrimientos que comprenden agentes de acoplamiento, hidrolizados al menos parciales de los agentes de acoplamiento y mezclas de los mismos. Como se usa en este documento "agente de acoplamiento"

significa un material que tiene al menos un grupo capaz de reaccionar, unirse y/o asociarse con un grupo al menos sobre una superficie. En una realización, un agente de acoplamiento puede servir como un enlace tipo puente molecular en la interfaz de al menos dos superficies que pueden ser superficies similares o distintas. Los agentes de acoplamiento, en otra realización, pueden ser monómeros, oligómeros, pre-polímeros y/o polímeros. Tales materiales incluyen órgano-metálicos tales como silanos, titanatos, zirconatos, aluminatos, aluminatos de zirconio, hidrolizados de los mismos y mezclas de los mismos. Como se usa en este documento la expresión "hidrolizados al menos parciales de agentes de acoplamiento" significa que están hidrolizados al menos algunos o todos los grupos hidrolizables en el agente de acoplamiento. Además de los agentes de acoplamiento y/o hidrolizados de los agentes de acoplamiento, las capas de imprimación pueden comprender otros ingredientes que potencian la adhesión. Por ejemplo, las capas de imprimación pueden comprender adicionalmente una cantidad que potencia de la adhesión de un material que contiene epoxi. Las cantidades que potencian la adhesión de un material que contiene epoxi cuando se añade a la composición de recubrimiento que contiene el agente de acoplamiento pueden mejorar la adhesión de un recubrimiento aplicado posteriormente en comparación con un agente de acoplamiento que contiene una composición de recubrimiento que está básicamente libre de un material que contiene epoxi. Otros ejemplos de las capas de imprimación que son adecuados para su uso junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen aquellas descritas en la Patente de Estados Unidos 6.150.430, Patente de Estados Unidos 6.042.737 y Patente de Estados Unidos 6.025.026. Otros ejemplos adicionales de las capas de imprimación incluyen composiciones de recubrimiento de poliuretano tales como aquellas descritas en la Patente de Estados Unidos 6.187.444 y composiciones de recubrimiento de poli(urea-uretano) tales como aquellas descritas en la Patente de Estados Unidos 6.532.076 de las que ambas composiciones de recubrimiento pueden usarse con o sin un material fotocromico.

Otros tipos de recubrimientos orgánicos funcionales que pueden usarse de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen: pinturas, por ejemplo, un líquido o pasta pigmentados usados para la decoración, protección y/o la identificación de un sustrato; y tintas, por ejemplo, un líquido o pasta pigmentados usados para escritura e impresión sobre sustratos, tal como en la producción de marcas de verificación sobre documentos de seguridad, por ejemplo, documentos tales como billetes de banco, pasaportes y permisos de conducir, para los que puede desearse la autenticación o verificación de autenticidad. Adicionalmente, como se ha analizado anteriormente, el recubrimiento de cristal líquido alineado puede comprender un material adaptado para presentar dicroísmo, y al menos una parte del material adaptado para presentar dicroísmo puede estar al menos parcialmente alineado con al menos una parte del al menos un material de cristal líquido parcialmente alineado.

Como se usa en este documento, la expresión "recubrimiento de transición" se refiere a un recubrimiento que ayuda a crear un gradiente en las propiedades entre dos recubrimientos. Por ejemplo, un recubrimiento de transición puede ayudar a crear un gradiente en la dureza entre un recubrimiento relativamente duro y un recubrimiento relativamente blando. Ejemplos de recubrimientos de transición (que pueden denominarse también "capas de unión" o "recubrimientos de capa de unión") incluyen películas finas basadas en acrilato curadas por radiación, por ejemplo tales como aquellas expuestas en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Publicación 003/0165686 del párrafo 79 al párrafo 173; 2004/0207809 del párrafo 108 al párrafo 204; 2005/0196616 del párrafo 107 al párrafo 158; 2005/196617 del párrafo 24 al párrafo 129; 2005/196618 del párrafo 28 al párrafo 291; 2005/0196626 del párrafo 164 al párrafo 217 y 2005/196696 del párrafo 24 al párrafo 141.

Como se usa en este documento, la expresión "recubrimiento anti-reflectante" se refiere a un recubrimiento que aumenta la transmitancia de luz a través de un sustrato reduciendo la cantidad de luz que se refleja por el sustrato. Ejemplos de recubrimientos anti-reflectantes incluyen, por ejemplo, una monocapa o multicapa de óxidos metálicos, fluoruros metálicos u otros materiales similares. Los ejemplos de recubrimientos anti-reflectantes adecuados pueden encontrarse en la Patente de Estados Unidos N° 5.590.819 en la columna 2, línea 50 a columna 11, línea 44.

Adicionalmente, de acuerdo con ciertas realizaciones desveladas en este documento, el recubrimiento adicional puede ser un recubrimiento protector tal como un recubrimiento resistente a la abrasión tal como un "recubrimiento duro", sobre sus superficies exteriores. Por ejemplo, los sustratos para lente oftálmica de policarbonato termoplástico disponibles en el mercado a menudo se comercializan con un recubrimiento resistente a la abrasión ya aplicado a sus superficies exteriores porque estas superficies tienden a arañarse, erosionarse o rayarse fácilmente. Un ejemplo de tal sustrato para lente es la lente de policarbonato GENTEXT™ (disponible en Gentex Optics). Por lo tanto, como se usa en este documento, el término "sustrato" incluye un sustrato que tiene un recubrimiento protector tal como un recubrimiento resistente a la abrasión sobre su superficie o superficies. Otros ejemplos de recubrimientos protectores incluyen recubrimientos resistentes a la abrasión que comprenden órgano-silanos, recubrimientos resistentes a la abrasión que comprenden películas finas basadas en acrilato curado por radiación, recubrimientos resistentes a la abrasión basados en materiales inorgánicos tales como sílice, titanio y/o zirconia, recubrimientos resistentes a la abrasión orgánicos del tipo que son curables por luz ultravioleta, recubrimientos de barrera para el oxígeno, recubrimientos protectores frente a UV y combinaciones de los mismos. Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el recubrimiento protector puede comprender un primer recubrimiento de una película fina basada en acrilato curada por radiación que tiene propiedades protectoras de UV y un segundo recubrimiento que comprende un organosilano. Ejemplos de productos de recubrimiento protector comerciales incluyen los recubrimientos SILVUE® 124 y HI-GARD®, disponibles en SDC Coatings, Inc. y PPG Industries, Inc., respectivamente.

De acuerdo con diversas realizaciones, la una o más capas al menos parciales adicionales puede comprender una segunda capa al menos parcial sobre una superficie de la primera capa al menos parcial. En estas realizaciones, la segunda capa al menos parcial puede comprender al menos un material de cristal líquido. En aquellas realizaciones donde la primera capa al menos parcial se ha alineado al menos parcialmente como se describe en este documento, el al menos un material de cristal líquido del segundo recubrimiento al menos parcial puede estar alineado al menos parcialmente con el alineamiento de la primera capa al menos parcial. De acuerdo con estas realizaciones, la primera capa al menos parcial puede servir como una capa fotoalineamiento para los materiales de cristal líquido en la segunda capa al menos parcial. Ejemplos de los materiales de cristal líquido adecuados para su uso con los materiales de fotoalineamiento de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen los compuestos que contienen mesógeno o restos de los mismos, polímeros de cristal líquido, pre-polímeros de cristal líquido, monómeros de cristal líquido, mesógenos de cristal líquido, materiales dicroicos y materiales fotocromicos-dicroicos. Como se usa en este documento, el término "pre-polímero" significa materiales parcialmente polimerizados.

De acuerdo con diversas realizaciones desveladas en este documento en las que la segunda capa al menos parcial es una capa de cristal líquido alineado, la capa de cristal líquido alineado puede comprender un material adaptado para presentar dicroísmo, y al menos una parte del material adaptado para presentar dicroísmo puede estar al menos parcialmente alineado con al menos una parte del material de cristal líquido al menos parcialmente alineado. Como se usa en este documento, la expresión "material adaptado para presentar dicroísmo" significa un material que está adaptado para absorber uno de los dos componentes polarizados en el plano ortogonal de la radiación transmitida al menos más fuertemente que el otro. Ejemplos de materiales que están adaptados para presentar dicroísmo incluyen materiales dicroicos tales como colorantes y materiales fotocromicos-dicroicos tales como colorantes. En las realizaciones específicas, el al menos un material de cristal líquido en la segunda capa puede ser al menos un material dicroico y/o un material fotocromico-dicroico tal como aquellos descritos en este documento. Como se usa en este documento, el término "material dicroico" significa un material que tiene un espectro de absorción generalmente constante y que está adaptado para absorber uno de los dos componentes polarizados del plano ortogonal de la radiación al menos transmitida más fuertemente que el otro. Como se usa en este documento, la expresión "material fotocromico-dicroico" significa un material que tiene un espectro de absorción para al menos la radiación visible que varía como respuesta al menos a la radiación actínica y que absorbe uno de los dos componentes polarizados del plano ortogonal de al menos la radiación transmitida más fuertemente que el otro como respuesta al menos a la radiación actínica.

La figura ilustra el elemento óptico **100** de acuerdo con una realización descrita en este documento. En la Figura 1, el primer recubrimiento al menos parcial **120** se aplica a al menos una parte de una superficie superior del sustrato **110**. La segunda capa al menos parcial **130** está recubierta sobre la superficie del recubrimiento **120** opuesta al sustrato **110**.

De acuerdo con ciertas realizaciones que comprenden una segunda capa al menos parcial que comprende al menos un material de cristal líquido, la una o más capas al menos parciales adicionales pueden comprender adicionalmente una tercera capa al menos parcial alineada al menos parcialmente que comprende un segundo material de alineamiento y una cuarta capa al menos parcial que comprende al menos un segundo material de cristal líquido. En estas realizaciones, la tercera capa alineada al menos parcialmente puede estar alineada en una dirección diferente a la de la primera capa alienada al menos parcialmente. El al menos un segundo material de cristal líquido puede alinearse después con la tercera capa alineada al menos parcialmente. El segundo material de alineamiento puede tener una estructura representada por cualquiera de los materiales copoliméricos descritos en este documento (representado por las Fórmulas I y II), que pueden tener las mismas o diferentes estructuras que el material de alineamiento en la primera capa al menos parcial. Como alternativa, la tercera capa al menos parcial puede comprender un material de alineamiento de diferente estructura que los materiales copoliméricos descritos en este documento. Adicionalmente, el al menos un segundo material de cristal líquido de la cuarta capa puede ser igual o diferente que el al menos un material de cristal líquido de la segunda capa. Ejemplos de al menos un segundo material de cristal líquido en la cuarta capa incluyen al menos un material dicroico y/o un material fotocromico-dicroico, como se describe en este documento.

En las realizaciones específicas, las capas parciales sobre al menos parte de la superficie del sustrato pueden estar dispuestas en un apilamiento o laminado sobre la superficie del sustrato. Por ejemplo, la primera capa al menos parcial, la segunda capa al menos parcial, la tercera capa al menos parcial y la cuarta capa al menos parcial pueden estar en un apilamiento sobre la superficie del sustrato. Haciendo referencia a la Figura 2, que ilustra el elemento óptico **200** de acuerdo con esta realización, la primera capa al menos parcial **220** está recubierta sobre la superficie superior del sustrato **210**. La segunda capa al menos parcial **230** está recubierta sobre la superficie de la capa **220** opuesta al sustrato **210**. La tercera capa al menos parcial **240** está recubierta sobre la superficie de la segunda capa **230** opuesta a la primera capa **220** y la cuarta capa al menos parcial **250** está recubierta sobre la superficie de la tercera capa **240** opuesta a la segunda capa **230**. En otras realizaciones, pueden aplicarse una o más capas adicionales a al menos una parte de la superficie de la cuarta capa al menos parcial.

En general, los sustratos que son adecuados para su uso junto con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen sustratos formados a partir de materiales orgánicos, materiales inorgánicos o combinaciones de

los mismos (por ejemplo, materiales compuestos). Ejemplos de sustratos que pueden usarse de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento se describen con más detalle a continuación.

Ejemplos específicos de materiales orgánicos que pueden usarse para formar los sustratos desvelados en este documento incluyen materiales poliméricos, tales como aquellos desvelados en detalle anteriormente, por ejemplos, homopolímeros y copolímeros, preparados a partir de los monómeros y mezclas de monómeros desvelados en la Patente de Estados Unidos 5.962.617 y en la Patente de Estados Unidos 5.658.501 de la columna 15, línea 28 a columna 16, línea 17. Por ejemplo, tales materiales poliméricos pueden ser materiales poliméricos termoplásticos o termoestables, pueden ser transparentes u ópticamente transparentes y pueden tener un índice de refracción requerido. Ejemplos de los monómeros y polímeros desvelados incluyen: monómeros de poliol (alil carbonato), por ejemplo, carbonatos de alil diglicol tales como bis (alil carbonato) de dietilenglicol, monómero que es comercializado con la marca comercial CR-39 por PPG Industries, Inc.; polímeros de poliurea-poliuretano (poliurea-uretano) que se preparan, por ejemplo, por la reacción de un prepolímero de poliuretano y un agente de curado de diamina, una composición para un polímero de este tipo es comercializado con la marca comercial TRIVEX por PPG Industries, Inc.; un monómero de carbonato terminado en poliol (met) acrilato; monómeros de dimetacrilato de dietilenglicol, monómeros de metacrilato de fenol etoxilado; monómeros de diisopropenilbenceno; monómeros de triacrilato de trimetilolpropano etoxilado; monómeros de bismetacrilato de etilenglicol; monómeros de bismetacrilato de poli (etilenglicol); monómeros de uretano acrilato; poli (dimetacrilato de bisfenol A etoxilado); poli (acetato de vinilo), poli (alcohol vinílico); poli (cloruro de vinilo); poli (cloruro de vinilideno); polietileno, polipropileno, poliuretanos, politiouretanos, policarbonatos termoplásticos, tales como resinas unidas por carbonato derivadas de bisfenol A y fosgeno, estando un material de este tipo comercializado con la marca comercial LEXAN; poliésteres, tales como el material comercializado con la marca registrada MYLAR; poli (etilentereftalato); polivinil butiral; poli (metilmetacrilato), tal como el material comercializado con la marca comercial PLEXIGLAS, y polímeros preparados haciendo reaccionar isocianatos polifuncionales con politioles o monómeros de poliepisulfuro, ya estén polimerizados o co- y/o terpolimerizados con politioles, poliisocianatos, poliisotiocianatos y monómeros opcionalmente etilénicamente insaturados o monómeros de vinilo que contienen aromáticos halogenados. Se contemplan también copolímeros de tales monómeros y combinaciones de los polímeros y copolímeros descritos con otros polímeros, por ejemplo, para formar copolímeros de bloques o productos de red interpenetrante.

De acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento, el sustrato puede ser un sustrato oftálmico. Como se usa en este documento la expresión "sustrato oftálmico" significa lentes, lentes parcialmente formadas y preformas para lente. Ejemplos de materiales orgánicos adecuados para su uso en la formación de sustratos oftálmicos de acuerdo con diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen los polímeros reconocidos en la técnica que son útiles como sustratos oftálmicos, por ejemplo, resinas ópticas orgánicas que se usan para preparar coladas ópticamente transparente para aplicaciones ópticas, tales como lentes oftálmicas.

Otros ejemplos de materiales orgánicos adecuados para su uso en la formación de sustratos de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen materiales orgánicos tanto sintéticos como naturales incluyendo: materiales poliméricos opacos o translúcidos, materiales textiles naturales y sintéticos y materiales celulósicos tales como papel y madera.

Ejemplos de materiales inorgánicos adecuados para su uso en la formación de los sustratos de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento incluyen vidrios, minerales, cerámicos y metales. Por ejemplo, en una realización el sustrato puede comprender vidrio. En otras realizaciones, el sustrato puede tener una superficie reflectante, por ejemplo, un sustrato cerámico pulido, un sustrato metálico o un sustrato mineral. En otras realizaciones, un recubrimiento o capa reflectante puede depositarse o aplicarse de otra manera a una superficie de un sustrato inorgánico u orgánico para hacerlo reflectante o potenciar su reflectividad.

Aún más, los sustratos de acuerdo con las diversas realizaciones desveladas en este documento pueden ser sustratos no teñidos, teñidos, de polarización lineal, de polarización circular, de polarización elíptica, fotocrómicos o fotocrómicos teñidos. Como se usa en este documento con referencia a los sustratos, el término "no teñido" significa sustratos que están esencialmente libres de adiciones de agente de coloración (tal como colorantes convencionales) y tienen un espectro de absorción para la radiación visible que no varía significativamente como respuesta a la radiación actínica. Adicionalmente, con referencia a los sustratos el término "teñido" significa sustratos que tienen una adición de agente de coloración (tal como los colorantes convencionales) y un espectro de absorción para la radiación visible que no varía significativamente como respuesta a la radiación actínica.

Como se usa en este documento, la expresión "polarización lineal" con referencia a los sustratos se refiere a sustratos que están adaptados para polarizar linealmente la radiación (es decir, confinar las vibraciones del vector eléctrico de las ondas de luz en una dirección). Como se usa en este documento, la expresión "polarización circular" con referencia a los sustratos se refiere a sustratos que están adaptados para polarizar circularmente la radiación. Como se usa en este documento, la expresión "polarización elíptica" con referencia a los sustratos se refiere a sustratos que están adaptados para polarizar elípticamente la radiación. Adicionalmente, como se usa en este documento, con referencia a los sustratos, el término "fotocrómico teñido" significa sustratos que contienen una adición de agente de coloración así como un material fotocrómico y que tienen un espectro de absorción para radiación visible que varía como respuesta al menos a una radiación actínica. De esta manera, por ejemplo, el



sustrato fotocrómico teñido puede tener un primer color característico del agente de coloración y un segundo color característico de la combinación del agente de coloración y el material fotocrómico cuando se expone a la radiación actínica.

- 5 Otras realizaciones más de la presente divulgación se refieren a células de cristal líquido. De acuerdo con estas realizaciones, las células de cristal líquido pueden comprender un primer sustrato que comprende una primera superficie, un segundo sustrato que comprende una segunda superficie opuesta a la primera superficie del primer sustrato, una primera capa al menos parcial sobre al menos una parte de la primera superficie orientada hacia la segunda superficie, una segunda capa al menos parcial sobre al menos una parte de la segunda superficie orientada hacia la primera superficie, definiendo la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial un espacio entre ellas, y un material de cristal líquido en el espacio entre la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial. De acuerdo con las diversas realizaciones, la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial son capas de alineamiento. En ciertas realizaciones, al menos una de la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial pueden comprender un (co)polímero que tiene una estructura representada por una de las Fórmulas I y II como se expone en este documento, en las que los grupos  $M^a$ ,  $M^b$ ,  $M^c$ ,  $L^a$ ,  $L^b$ ,  $L^c$ ,  $Z^a$ ,  $Z^b$  y  $Z^c$  tienen estructuras como se ha expuesto en este documento. El valor de "n" varía de 10 a 10.000 y los valores para "x", "y" y "z" son como se han descrito en este documento. Los sustratos adecuados para el primer y segundo sustratos de la célula de cristal líquido pueden incluir cualquiera de los sustratos descritos en este documento. En las realizaciones específicas, el primer y segundo sustratos pueden ser capaces de transmitir la radiación electromagnética a través del material de sustrato (es decir, los sustratos son ópticamente claros, transparentes o translúcidos).

- En realizaciones específicas, tanto la primera capa al menos parcial como la segunda capa al menos parcial pueden comprender un (co)polímero que tiene una estructura representada por una de las Fórmulas I y II. En las realizaciones específicas donde ambas primera y segunda capas comprenden un material (co)polimérico como se describe en este documento, el (co)polímero sobre la primera superficie puede tener la misma estructura polimérica que el (co)polímero sobre la segunda superficie. Es decir, el (co)polímero sobre ambas primera y segunda superficies tiene las mismas estructuras monoméricas para  $M^a$ ,  $M^b$ ,  $M^c$ ,  $L^a$ ,  $L^b$ ,  $L^c$ ,  $Z^a$ ,  $Z^b$  y  $Z^c$ . En otras realizaciones, la estructura polimérica del (co)polímero sobre la primera superficie puede ser diferente de la estructura polimérica del (co)polímero sobre la segunda superficie. Es decir, aunque el (co)polímero en ambas primera y segunda superficies puede tener estructuras que pueden representarse mediante una de las Fórmulas I y II, la estructura polimérica sobre cada superficie puede diferir en la estructura de al menos uno de  $M^a$ ,  $M^b$ ,  $M^c$ ,  $L^a$ ,  $L^b$ ,  $L^c$ ,  $Z^a$ ,  $Z^b$  y  $Z^c$ .

- En ciertas realizaciones, al menos una de la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial está al menos parcialmente alineada. Por ejemplo, una o ambas de la primera capa y la segunda capa pueden estar alineadas al menos parcialmente. La primera y/o la segunda capas pueden estar alineadas mediante cualquiera de los métodos de alineamiento descritos en este documento. En realizaciones específicas, las superficies pueden estar alineadas por exposición a radiación electromagnética polarizada, por ejemplo, radiación UV polarizada en el plano. En una realización, el alineamiento de la primera capa al menos parcial puede estar en la misma dirección que el alineamiento de la segunda capa al menos parcial. En otras realizaciones, el alineamiento de la primera capa al menos parcial puede estar en una dirección diferente que el alineamiento de la segunda capa al menos parcial.

- En realizaciones específicas, la célula de cristal líquido puede ser una célula de cristal líquido activo o una célula de cristal líquido pasivo. De acuerdo con las diversas realizaciones, el material de cristal líquido en las células de cristal líquido descritas en este documento puede ser cualquier material de cristal líquido conocido en la técnica, tales como aquellos mencionados en este documento. En las realizaciones específicas, el material de cristal líquido puede ser un material de cristal líquido que es capaz de ser alineado por la capa de alineamiento que comprende la primera capa, comprendiendo la capa de alineamiento la segunda capa o ambas capas de alineamiento (es decir, las primera y segunda capas). De acuerdo con realizaciones específicas, el material de cristal líquido puede comprender al menos uno de un material dicroico o un material fotocrómico-dicroico, incluyendo cualquiera del material dicroico o materiales fotocrómicos-dicroicos descritos o mencionados en este documento.

- La célula de cristal líquido puede utilizarse, por ejemplo, como elemento de visualización, incluyendo pantallas, monitores o elementos de seguridad. De acuerdo con ciertas realizaciones, la célula de cristal líquido puede ser una célula pixelada. Como se usa en este documento, el término "pixelado" significa que un artículo, tal como un elemento de visualización o célula de cristal líquido puede degradarse en una pluralidad de píxeles individuales (es decir, un solo punto que ocupa una localización específica dentro de una pantalla, imagen o célula). En ciertas realizaciones, la célula de cristal líquido puede ser una célula pixelada que comprende una pluralidad de regiones o compartimentos (es decir, píxeles). Las características de los píxeles individuales tales como color, polarización y similares pueden controlarse respecto a otros píxeles en el elemento de visualización, el cristal líquido o artículo.

- En la Figura 3 se ilustra una realización de una célula de cristal líquido de acuerdo con la presente divulgación. De acuerdo con esta realización, la célula de cristal líquido 300 comprende una primera superficie 310 y una segunda superficie 320 opuesta a la primera superficie 310. La primera superficie 310 tiene una capa de un material de alineamiento 330 orientado hacia la segunda superficie 320 y una segunda superficie 320 tiene una capa de un material de alineamiento 340 orientado hacia la primera superficie. La célula 300 puede comprender también un

sustrato inferior 360 y contendrá un material de cristal líquido 350 en el espacio definido por la primera y segunda superficies.

Las realizaciones adicionales de la presente divulgación proporcionan métodos de aplicación de un material de fotoalineamiento para un elemento óptico, tal como cualquiera de los elementos ópticos descritos en este documento. De acuerdo con realizaciones específicas, los métodos pueden comprender aplicar una capa al menos parcial de un material (co)polimérico de fotoalineamiento sobre al menos una parte de una superficie de un sustrato, formando un enlace atractivo entre uno o más grupos promotores de adhesión ( $Z^b$ ) sobre la estructura polimérica del material (co)polimérico de fotoalineamiento y un grupo compatible sobre la superficie del sustrato, y alinear al menos parcialmente al menos una primera parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento exponiendo la capa al menos parcial a la radiación UV polarizada. De acuerdo con estas realizaciones, el material de fotoalineamiento puede tener una estructura representada por las estructuras (co)poliméricas descritas en este documento, tales como aquellas representadas por las Fórmula I o II como se expone en este documento, en las que los grupos  $M^a$ ,  $M^b$ ,  $M^c$ ,  $L^a$ ,  $L^b$ ,  $L^c$ ,  $Z^a$ ,  $Z^b$  y  $Z^c$  tienen las estructuras expuestas en este documento. El valor de "n" varía de 10 a 10.000 y los valores para "x", "y" y "z" son como se han descrito en este documento.

De acuerdo con estas realizaciones, el sustrato puede ser cualquiera de los sustratos para elementos ópticos descritos en detalle en este documento. Como se usa en este documento el término "grupo compatible" significa un grupo funcional, resto o arquitectura molecular que puede formar una fuerza de atracción con el grupo de adhesión, incluyendo un enlace covalente, un enlace covalente polar, un enlace iónico, un enlace de hidrógeno, una atracción electrostática, una interacción hidrófoba, una atracción de van der Waals o una combinación de dos o más de estas fuerzas de atracción.

Los métodos específicos para aplicar la capa al menos parcial del (co)polímero de fotoalineamiento, como se describe en este documento, sobre al menos una parte de una superficie de un sustrato se describen en detalle en la patente de Estados Unidos N° 7.342.112 de la columna 83, línea 16 a la columna 84, línea 10. Estos métodos desvelados incluyen métodos para formar artículos tales como elementos ópticos y elementos oftálmicos, que pueden incluir también al menos uno de un compuesto dicróico, o un compuesto fotocromático-dicróico, diversos métodos conocidos en la técnica tales como embebido, recubrimiento, sobremoldeo, recubrimiento por centrifugación, recubrimiento por pulverización, recubrimiento por pulverización y centrifugación, recubrimiento mediante cortina, recubrimiento por flujo, recubrimiento por inmersión, moldeo por inyección, colada, recubrimiento mediante rodillo, recubrimiento por dispersión, recubrimiento por colada, recubrimiento mediante rodillo inverso, recubrimiento mediante rodillo de transferencia, recubrimiento por estrechamiento/aplastamiento, recubrimiento mediante rodillo de grabado, recubrimiento mediante rodillo ranurado, recubrimiento mediante paletas, recubrimiento mediante cuchillas y recubrimiento mediante varillas/barras y recubrimiento por cable. Los diversos métodos de recubrimiento adecuados para su uso en ciertas realizaciones de la presente divulgación se describen en "Coating Processes", Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volumen 7, pág. 1-35, 2004. Los métodos de embebido se describen en la Patente de Estados Unidos N° 6.433.043 de la columna 1, línea 31 a columna 13, línea 54. De acuerdo con ciertas realizaciones, el sustrato recubierto al menos parcialmente puede ser parte de un elemento óptico tal como se describe en este documento. En las realizaciones específicas, el elemento óptico puede ser un elemento oftálmico tal como una lente correctora o no correctora, incluyendo lentes monofocales o multifocales que pueden ser lentes multifocales segmentadas o no segmentadas (tales como lentes bifocales, lentes trifocales y lentes progresivas), así como otros elementos usados para corregir, proteger o potenciar (cosméticamente o de otra manera) la visión, incluyendo, lentes de contacto, lentes intraoculares, lentes de aumento y lentes protectoras o visores; y pueden incluir también lentes formadas parcialmente y preformas para lente. En otras realizaciones, el sustrato recubierto al menos parcialmente puede incorporarse en un artículo de fabricación como se describe en este documento.

En realizaciones específicas, los métodos pueden comprender adicionalmente un alineamiento al menos parcial de al menos una segunda parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento exponiendo la capa al menos parcial del material (co)polimérico de fotoalineamiento en la segunda parte a radiación UV polarizada, en el que la dirección de alineamiento de la primera parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento es diferente que la dirección de alineamiento de la segunda parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento. Por ejemplo, por exposición selectiva de la segunda parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento a la radiación UV polarizada que está polarizada en una dirección diferente que la radiación UV polarizada usada para alinear la primera parte, la primera y segunda (y sucesivas partes) pueden tener diferentes alineamientos. La exposición selectiva de una parte puede conseguirse fácilmente, por ejemplo enmascarando o bloqueando la exposición de la sección del sustrato que no está alineada o que está alineada en una dirección diferente. Usando este método, pueden formarse dibujos en el material (co)polimérico de fotoalineamiento en el que los alineamientos de las diversas partes del material (co)polimérico de fotoalineamiento definen el dibujo.

De acuerdo con aún otras realizaciones más de los diversos métodos descritos en este documento, los métodos pueden comprender adicionalmente aplicar una segunda capa al menos parcial que comprende un material de cristal líquido a al menos una parte de una superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento y alinear al menos parcialmente el material de cristal líquido con un alineamiento de un material (co)polimérico de fotoalineamiento lineal al menos parcialmente alineado. El material de cristal líquido puede ser cualquier cristal

líquido útil en la técnica, por ejemplo cualquiera de los materiales de cristal líquido citados o mencionados en este documento. En las realizaciones específicas, el material de cristal puede ser al menos uno de un material dicroico o un material fotocromico-dicroico.

5 Como se analiza en este documento, en las realizaciones específicas, los grupos promotores de la adhesión en el material (co)polimérico pueden formar también enlaces atractivos con la segunda capa al menos parcial. En muchos casos, puede ser deseable no solo tener una adhesión mejorada entre el material de fotoalineamiento en la primera capa y el sustrato sino también tener una adhesión mejorada entre el material de fotoalineamiento en la primera capa y el material en la segunda capa. De acuerdo con estas realizaciones específicas, los métodos pueden  
10 comprender adicionalmente formar un enlace atractivo (tal como aquellos descritos en este documento) entre uno o más grupos promotores de la adhesión sobre la superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento y un grupo compatible en la segunda capa al menos parcial. El grupo compatible puede estar en la estructura del material que forma la segunda capa al menos parcial, tal como el material de recubrimiento o película, por ejemplo un material polimérico.

15 Las diversas realizaciones de los métodos de la presente divulgación puede comprender adicionalmente aplicar al menos una capa adicional a al menos una parte de una superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento. Como se describe en este documento, la al menos una capa adicional puede aplicarse directamente a la superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento o, como alternativa, aplicarse a la superficie de una capa que se ha  
20 aplicado a la superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento. Por este método, puede aplicarse un apilamiento o laminado de diferentes capas a la superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento. En diversas realizaciones, la al menos una capa adicional puede seleccionarse entre una capa de unión, una capa de imprimación, un recubrimiento resistente a la abrasión, un recubrimiento duro, un recubrimiento protector, un recubrimiento reflectante, un recubrimiento fotocromico, un recubrimiento anti-reflectante, un recubrimiento de  
25 polarización lineal, un recubrimiento de polarización circular, un recubrimiento de polarización elíptica, un recubrimiento de transición, un recubrimiento de material de cristal líquido, un recubrimiento de material de alineamiento o combinaciones de cualquiera de los mismos. En estas realizaciones, hay una capa adicional que se aplica directamente a la superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento, el recubrimiento adicional puede comprender uno o más grupos compatibles de manera que el método puede comprender formar un enlace atractivo  
30 entre uno o más grupos promotores de la adhesión sobre la superficie de material (co)polimérico de fotoalineamiento y el uno o más grupos compatibles en la capa adicional.

Generalmente, el espesor de los recubrimientos al menos parciales puede ser cualquier espesor necesario para conseguir el espesor deseado para el artículo de fabricación o el elemento óptico. Por ejemplo, y de acuerdo con las  
35 diversas realizaciones, el primer recubrimiento al menos parcial puede tener un espesor que varía de: 0,005 a 1.000  $\mu\text{m}$ , de 0,05 a 100  $\mu\text{m}$ , de 0,5 a 50  $\mu\text{m}$  o incluso de 2 a 8  $\mu\text{m}$ . Adicionalmente, de acuerdo con ciertas realizaciones, el espesor del primer recubrimiento al menos parcial puede ser mayor que o menor que el espesor del al menos un recubrimiento al menos parcial. El segundo recubrimiento al menos parcial y cualquier recubrimiento adicional puede tener un espesor que varía de 0,5 a 10  $\mu\text{m}$ , de 1 a 10  $\mu\text{m}$  o incluso de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ . El espesor del segundo  
40 recubrimiento al menos parcial puede ser el mismo que el del primer recubrimiento al menos parcial o como se describe en este documento, en ciertas realizaciones puede ser mayor o menor que el espesor del primer recubrimiento al menos parcial.

De acuerdo con las realizaciones específicas, la presente divulgación proporciona los siguientes materiales de  
45 fotoalineamiento:

- a) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)];
- b) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)];
- c) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(2-isocianatoetil metacrilato)];
- d) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(2-isocianatoetil metacrilato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropil trimetoxisilano)];
- e) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)];
- f) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(2-hidroxietil metacrilato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)];
- g) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(3-isopropenil- $\alpha,\alpha$ -dimetilbencil isocianato)];
- h) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo) hexilo)benzoato)-co-(2-(terc-butilamino)etil metacrilato)];
- i) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato)-co-(2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)-co-(4-metoxifenil 4-[(6-(acrililoilo)hexil)oxi]benzoato)];
- 65 j) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo) benzoato)-co-(metil

metacrilato)-co-(glicidil metacrilato)]; y

k) Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexiloxi) benzoato)-co-(2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)-co-(hexil metacrilato)].

- 5 Un experto en la materia, en vista de la presente divulgación, reconocerá que pueden usarse otros materiales poliméricos que tienen estructuras representadas por las Fórmulas I y II como capas de fotoalineamiento que poseen propiedades de adhesión mejoradas. Las diversas realizaciones de la presente invención, o aspectos de la misma, se describen más particularmente en los siguientes ejemplos.

## 10 Ejemplos

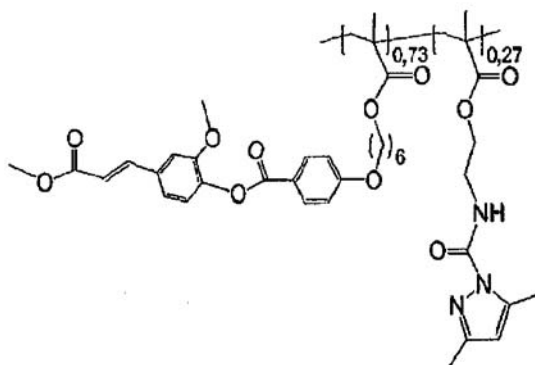
En la Parte 1 de los Ejemplos, se describe la preparación de los materiales de fotoalineamiento de la presente divulgación como Ejemplos 1-9 y un Ejemplo Comparativo (EC). En la Parte 2, se describen los componentes de recubrimiento de cristal líquido y las formulaciones incluyendo los monómeros de cristal líquido como materiales  
15 fotocromicos y colorantes dicroicos. La Parte 3 describe la preparación y aplicación de recubrimientos del material de fotoalineamiento en solitario, con formulaciones de recubrimiento de cristal líquido (FRCL) sobre diferentes sustratos o con un "apilamiento" de recubrimientos sobre lentes de policarbonato. La Parte 4 describe el ensayo de adhesión y los resultados de los materiales de fotoalineamiento por separado y con una formulación de recubrimiento de cristal líquido aplicada ("FRCL") en la Tabla 1 y un apilamiento de recubrimiento en la Tabla 2.

20

### Parte 1 Materiales de fotoalineamiento

#### Ejemplo 1

- 25 Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexiloxi)benzoato)-co-(2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)]

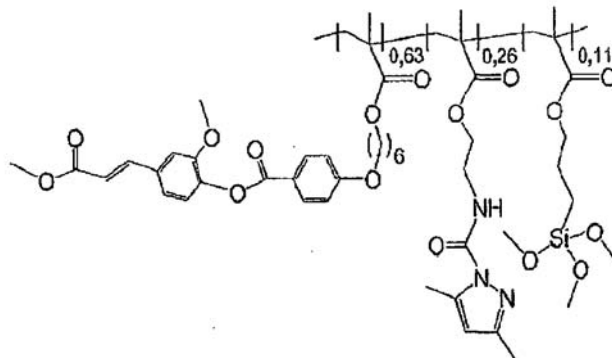


- 30 Se añadieron los siguientes materiales a un tubo de Schenk de 50 ml: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexiloxi)benzoato (2,83 g, 0,0057 mol), 2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato que tenía el N °CAS 78279-10-4 disponible en ShowaDenko (0,478 g, 0,0019 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0062 g, 0,000038 mol) y ciclopentanona (14,17 g). El tubo se enfrió en un baño de hielo seco-acetona y se desgasificó mediante una bomba de vacío seguido de carga con N<sub>2</sub>. Este proceso se repitió cinco  
35 veces. El tubo se puso sobre un baño de aceite mantenido a 60 °C y se agitó durante 16 horas. El peso molecular del polímero se analizó por Cromatografía de Permeación en Gel ("CPG") usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes: M<sub>n</sub> = 43.864; P<sub>m</sub> = 123.738; P<sub>m</sub>/M<sub>n</sub> = 2,82.

Ejemplo 2

Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexilo)benzoato)-co-(2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)]

5

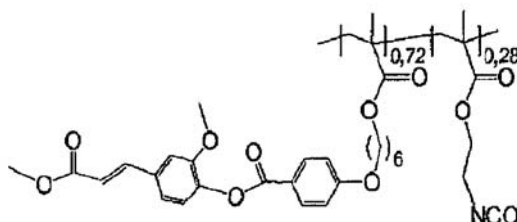


Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexilo)benzoato (1 g, 0,002 mol), 2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino] etil metacrilato (0,1807 g, 0,00074 mol),  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano (0,0357 g, 0,0001 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0047 g, 0,00003 mol) y el disolvente ciclopentanona (5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes:  $M_n = 54.144$ ;  $P_m = 116.402$ ; y  $P_m/M_n = 2,15$ .

10

15 Ejemplo 3

Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexilo)benzoato)-co-(2-isocianatoetil metacrilato)]



20

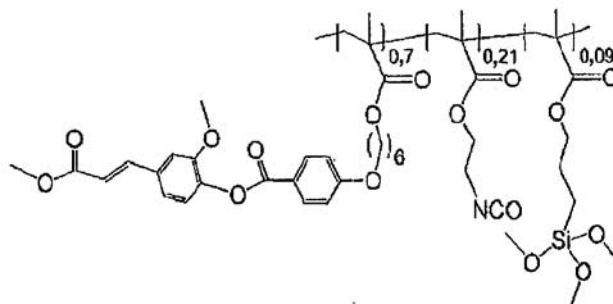
Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexilo)benzoato (1 g, 0,002 mol), metacrilato de 2-isocianatoetilo (0,104 g, 0,00067 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0044 g, 0,00003 mol) y el disolvente ciclopentanona (5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes  $M_n = 57.351$ ;  $P_m = 149.825$ ;  $P_m/M_n = 2,61$ .

25

Ejemplo 4

Poli[[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoiloxi)hexilo)benzoato)-co-(2-isocianatoetil metacrilato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)]

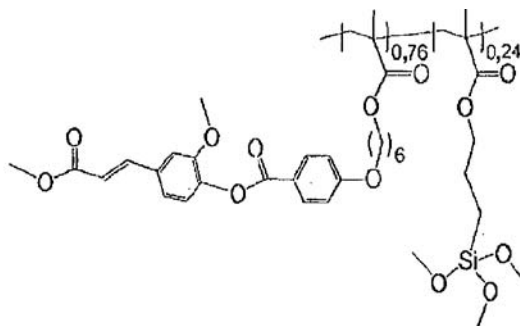
30



Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato (1 g, 0,002 mol), metacrilato de 2-isocianatoetilo (0,104 g, 0,00067 mol),  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano (0,033 g, 0,00013 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0044 g, 0,00003 mol) y el disolvente ciclopentanona (5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes  $M_n = 58.015$ ;  $P_m = 153.397$ ;  $P_m/M_n = 2,64$ .

#### Ejemplo 5

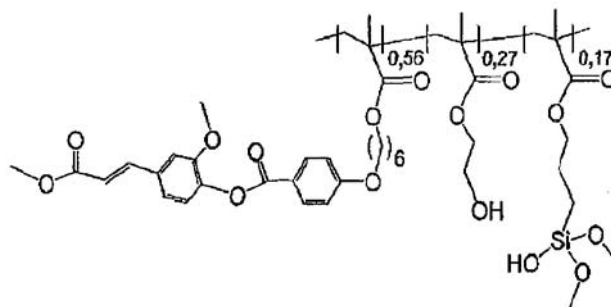
- 10 Polí[[((E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)]



- 15 Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato (1 g, 0,002 mol),  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano (0,150 g, 0,0006 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0066 g, 0,00004 mol) y el disolvente ciclopentanona (5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes  $M_n = 56.498$ ;  $P_m = 139.980$ ;  $P_m/M_n = 2,47$ .

#### Ejemplo 6

- 25 Polí[[((E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato)-co-(2-hidroxietil metacrilato)-co-( $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano)]

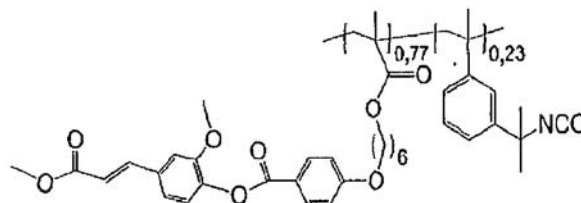


Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato (1 g, 0,002 mol), 2-hidroxietil metacrilato (0,131 g, 0,00101 mol),  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano (0,150 g, 0,0006 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0066 g, 0,00004 mol) y el disolvente ciclopentanona (5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes  $M_n = 70.329$ ;  $P_m = 193.335$ ;  $P_m/M_n = 2,74$ .

Ejemplo 7

Poli[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil dimetilbencil isocianato]]

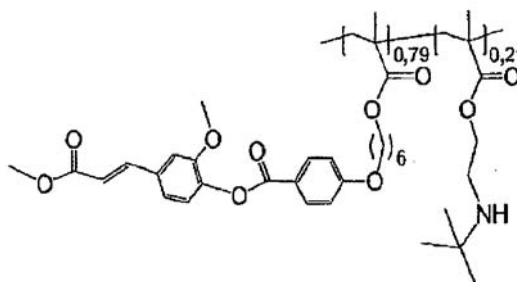
4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato)-co-(3-isopropenil- $\alpha,\alpha$ -



Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato (0,5 g, 0,001 mol), 3-isopropenil- $\alpha,\alpha$ -dimetilbencil isocianato (0,0608 g, 0,0003 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0033 g, 0,00002 mol) y el disolvente ciclopentanona (2,5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes:  $M_n = 6.480$ ;  $P_m = 8.702$ ;  $P_m/M_n = 1,34$ .

Ejemplo 8

Poli[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato)-co-(2-(terc-butilamino)etil metacrilato)]



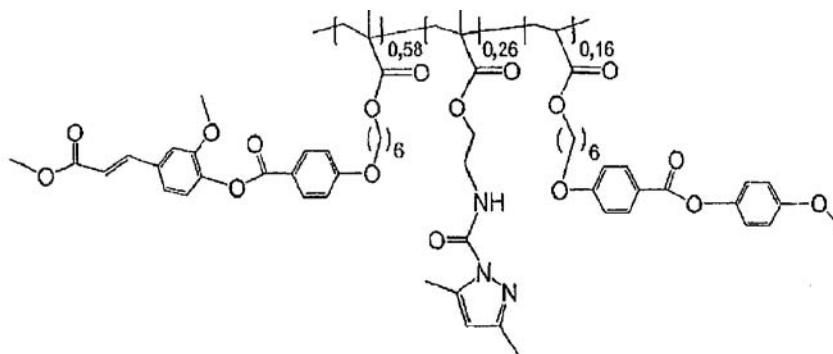
Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato (0,5 g, 0,001 mol), metacrilato de 2-(terc-butilamino)etilo (0,056 g, 0,0003 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0033 g, 0,00002 mol) y el disolvente ciclopentanona (2,5 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes:  $M_n = 5.435$ ;  $P_m = 10.793$ ;  $P_m/M_n = 1,98$ .

Ejemplo 9

Poli[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil

4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato)-co-(2-[(3,5-

dimetilpirazolil)carboxiamino]etil metacrilato)-co-(4-metoxifenil 4-((6-(acrililoilo)hexil)oxi)benzoato]

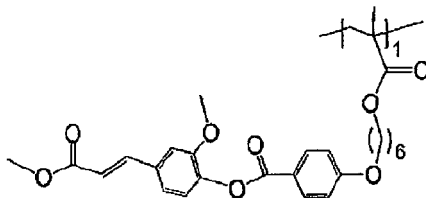


Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexilo)benzoato (4 g, 0,008 mol),

2-[(3,5-dimetilpirazolil)carboxiamino] etil metacrilato (0,778 g, 0,003 mol), 4-metoxifenil 4-((6-(acrililoilo)hexil)oxi)benzoato (0,4069 g, 0,0012 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0204 g, 0,00012 mol) y el disolvente ciclopentanona (20 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes:  $M_n = 68.687$ ;  $P_m = 310.178$ ;  $P_m/M_n = 4,51$ .

#### Ejemplo comparativo (EC)

Poli[(E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexil)oxi)benzoato]



Se preparó un homopolímero que carecía de un grupo capaz de servir como promotor de la adhesión como un ejemplo comparativo. Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades especificadas: (E)-2-metoxi-4-(3-metoxi-3-oxoprop-1-enil)fenil 4-(6-(metacrililoilo)hexil)oxi)benzoato (5 g, 0,010 mol), 2,2'-azobis(2-metilpropionitrilo) (0,0083 g, 0,00005 mol) y el disolvente ciclopentanona (25 g). El peso molecular del polímero se analizó por CPG usando una columna calibrada con un patrón de poliestireno. Los resultados fueron los siguientes:  $M_n = 78.058$ ;  $P_m = 171.016$ ; y  $P_m/M_n = 2,19$ .

#### Parte 2 - Componentes de recubrimiento de cristal líquido y formulaciones

"MCL" representa monómeros de cristal líquido.

"CD" representa colorante dicróico.

"FC" representa materiales fotocromáticos.

"FRCL" representa formulación de recubrimiento de cristal líquido.

MCL-1 es 1-(6-(6-(6-(6-(6-(6-(6-(8-(4-(4-(4-(8-acrililoilo)hexilo)oxi)benzoilo)oxi)fenil)oxi)carbonil)fenilo)oxi)octilo)oxi)-6-oxohexilo)oxi)-6-oxohexilo)oxi)-6-oxohexilo)oxi)-6-oxohexilo)oxi)-6-oxohexilo)oxi)-6-oxohexano-1-ol que se preparó de acuerdo con los procedimientos descritos en el Ejemplo 17 de la Publicación de Patente de Estados Unidos 2009/0323011, cuya divulgación de monómero de cristal líquido se incorpora en este documento por referencia.

MCL-2 es RM257 disponible en el mercado presentado como 2-metil-1,4-fenilén éster del ácido 4-(3-acrililoiloxipropilo)oxi)benzoico disponible en EMD Chemicals, Inc., que tiene la fórmula molecular  $C_{33}H_{32}O_{10}$ .

MCL-3 es RM105 disponible en el mercado presentado como 4-metoxi-3-metilfenil 4-(6-(acrililoilo)hexil)oxi)benzoato disponible en EMD Chemicals, Inc., que tiene la fórmula molecular  $C_{23}H_{16}O_6$ .

MCL-4 es RM23 disponible en el mercado presentado como (4-cianofenil éster) del ácido 4-(6-(acrililoilo)hexil)oxi)benzoico disponible en EMD Chemicals, Inc., que tiene la fórmula molecular  $C_{23}H_{13}NO_5$ .

MCL-5 es RM82 disponible en el mercado presentado como 2-metil-1,4-fenilén bis(4-(6-(acrililoilo)hexil)oxi)benzoato disponible EMD Chemicals, Inc., que tiene la fórmula molecular  $C_{39}H_{44}O_{10}$ .

CD-1 se presenta como 4-((4-((E)-(4-((E)-fenildiazenil)naftalen-1-il)diazenil)fenilo)oxi)metil) benzoato de etilo y se preparó como se describe en el párrafo [0221] de la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2009/0146104A1, cuya divulgación se incorpora en este documento por referencia.

FC-1 se presenta como 2-fenil-2-[4-[4-(4-metoxifenil)-piperazin-1-il]-fenil]-5-(2-metoxietil)oxi)carbonil)-6-metil-8-(4-(4-(4-(trans)-pentilciclohexil)benzoilo)oxi)fenil)-2H-nafto[1,2-b]pirano y se preparó siguiendo los procedimientos de la Patente de Estados Unidos N° 7.342.112, cuya divulgación se incorpora en este documento por referencia.

FC-2 se presenta como 3-(4-fluorofenil)-3-(4-piperazinofenil)-13-etil-13-metoxi-6-metoxi-7-(4-(4-(4-(trans)-pentilciclohexil)benzoilo)oxi)-fenil)benzoilo)oxi)-indeno[2',3':3,4]nafto[1,2-b]pirano y se preparó siguiendo los procedimientos de la Patente de Estados Unidos N° 7.342.112, cuya divulgación se incorpora en este documento por referencia.

La FRCL-1 se preparó de la siguiente manera:

Etapa 1 - A un matraz adecuado que contenía una mezcla de anisol (3,5 g) y el aditivo BYK®-346 (0,035 g, presentado como un poli-dimetil-siloxano modificado con poliéter disponible en BYK Chemie, EEUU), se le



añadió MCL-2 (3,25 g), MCL-3 (3,25 g), CD-1 (0,39 g), 4-metoxifenol (0,0098 g) e IRGACURE® 819 (0,0975 g, un fotoiniciador disponible en Ciba-Geigy Corporation). La mezcla resultante se agitó durante 2 horas a 80 °C y se enfrió a aproximadamente 26 °C.

5 Etapa 2 - Se añadieron metacrilato de hidroxietilo (0,65 g) y dilaurato de dibutilestaño (0,008 g) y la mezcla resultante se agitó durante 30 minutos a aproximadamente 26 °C.

La FRCL-2 se preparó de la siguiente manera. Se siguió el procedimiento usado para preparar la FRCL-1 excepto que no se añadió CD-1 a la mezcla.

10 La FRCL-3 se preparó de la siguiente manera:

Etapa 1 - A un matraz adecuado que contenía una mezcla de anisol (3,4667 g) y el aditivo BYK®-346 (0,0347 g, presentado como un poli-dimetil-siloxano modificado con poliéter disponible en BYK Chemie, EEUU), se le añadió MCL-2 (1,3 g), MCL-3 (1,3 g), MCL-4 (1,3 g), MCL-5 (1,3 g), 4-metoxifenol (0,0078 g) e IRGACURE® 819 (0,078 g, un fotoiniciador disponible en Ciba-Geigy Corporation). La mezcla resultante se agitó durante 2 horas a 80 °C y se enfrió a aproximadamente 26 °C.

15 Etapa 2 - Se añadieron metacrilato de hidroxietilo (0,65 g) y dilaurato de dibutilestaño (0,008 g) y la mezcla resultante se agitó durante 30 minutos a aproximadamente 26 °C.

20 La FRCL-4 se preparó de la siguiente manera. Se siguió el procedimiento usado para preparar la FRCL-3 excepto que en la Etapa 1, se añadió también FC-2 (0,31 g) a la mezcla de reacción.

La FRCL-5 se preparó de la siguiente manera. Se siguió el procedimiento usado para preparar la FRCL-3 excepto que en la Etapa 1, se añadió también FC-1 (0,312 g) a la mezcla de reacción.

25 La FRCL-6 se preparó de la siguiente manera. A un matraz adecuado que contenía una mezcla de anisol (1,4808 g) y el aditivo BYK®-346 (0,0148 g, presentado como un poli-dimetil-siloxano modificado con poliéter disponible en BYK Chemie, EEUU), se le añadió MCL-2 (1,0 g), MCL-3 (1,0 g), MCL-1 (1,0 g), CD-1 (0,165 g), 4-metoxifenol (0,0041 g) e IRGACURE® 819 (0,0413 g, un fotoiniciador disponible en Ciba-Geigy Corporation). La mezcla resultante se agitó durante 2 horas a 80 °C.

30 La FRCL-7 se preparó de la siguiente manera. A un matraz adecuado que contenía una mezcla de anisol (1,7407 g) y el aditivo BYK®-346 (0,0174 g, presentado como un poli-dimetil-siloxano modificado con poliéter disponible en BYK Chemie, EEUU), se le añadió MCL-1 (0,5 g), MCL-2 (0,5 g), MCL-3 (0,5 g), MCL-4 (0,5 g), MCL-5 (0,5 g), FC-2 (0,156 g), 4-metoxifenol (0,0039 g) e IRGACURE® 819 (0,0392 g, un fotoiniciador disponible en Ciba-Geigy Corporation). La mezcla resultante se agitó durante 2 horas a 80 °C.

### Parte 3 - Preparación de recubrimientos para sustratos recubiertos con cristal líquido alineado

#### 40 Parte 3-1 - Preparación del imprimador

En un frasco de vidrio de color ámbar de 250 ml equipado con una barra de agitación magnética se añadieron los siguientes materiales en las cantidades indicadas:

45 Poliacrilato polioli (15,2334 g) (composición D del Ejemplo 1 en la Patente de Estados Unidos 6.187.444, divulgación de polioli que se incorpora por referencia en este documento);  
 Polialquilencarbonato diol (40,0000 g) T-5652 de Asahi Kasei Chemicals;  
 DESMODUR® PL 340 (33,7615 g) de Bayer Material Science;  
 50 TRIEXENE® BI 7960 (24,0734 g) de Baxenden);  
 Polidimetilsiloxano modificado con poliéter (0,0658 g) BYK®-333 de BYK-Chemie GmbH);  
 Catalizador de uretano (0,8777 g) KKAT® 348 de King Industries;  
 γ-Glicidoxipropiltrimetoxisilano (3,5109 g) A-187 de Momentive Performance Materials;  
 Estabilizador de luz (7,8994 g) TINUVIN® 928 de Ciba Specialty Chemicals, y  
 1-metil-2-pirrolidinona (74,8250 g) de Sigma-Aldrich).

55 La mezcla se agitó a temperatura ambiente durante 2 horas para producir una solución que tenía un 50% en peso de sólidos finales basado en el peso total de la solución.

#### Parte 3-2 - Preparación de los recubrimientos de fotoalineamiento

60 Las soluciones de cada uno de los materiales de fotoalineamiento de los Ejemplos 1 y 9 y el Ejemplo Comparativo se prepararon por dilución al 4 por ciento en peso en ciclopentanona, basado en el peso total de la solución.

Parte 3-3 - Formulaciones de recubrimiento de cristal líquido

Las formulaciones de recubrimiento de cristal líquido (FRCL) 1 a 7 se prepararon como se ha descrito en este documento anteriormente en la Parte 2.

Parte 3-4: Formulación de recubrimiento de capa de transición (FRCT)

La FRCT se preparó de la siguiente manera:

En un frasco de vidrio de color ámbar de 50 ml equipado con una barra de agitación magnética se añadieron los siguientes materiales:

Hidroxi metacrilato (1,242 g) de Sigma-Aldrich;  
 Diacrilato de neopentilglicol (13,7175 g) SR247 de Sartomer;  
 Trimetacrilato de trimetilolpropano (2,5825 g) SR350 de Sartomer;  
 DESMODUR® PL 340 (5,02 g) de Bayer Material Science;  
 IRGACURE®-819 (0,0628 g) de Ciba Speciality Chemicals;  
 DAROCUR® TPO (0,0628 g, de Ciba Speciality Chemicals,  
 Acrilato de polibutilo (0,125 g),  
 3-Aminopropiltrimetoxisilano (1,4570 g) A-1100 de Momentive Performance Materials; y  
 Etanol anhidro absoluto con graduación del 100% (1,4570 g) de Pharmaco-Aaper,

La mezcla se agitó a temperatura ambiente durante 2 horas.

Parte 3-5: Formulación de recubrimiento protectora (FRP)

La FRP (recubrimiento duro) se preparó de la siguiente manera: se añadió la Carga 1 a un vaso de precipitados limpio y seco y se puso en un baño de hielo a 5°C con agitación. Se añadió la Carga 2 y una exotermia elevó la temperatura de la mezcla de reacción a 50 °C. La temperatura de la mezcla de reacción resultante se enfrió a 20-25 °C y se añadió la Carga 3 con agitación. Se añadió la Carga 4 para ajustar el pH de aproximadamente 3 a aproximadamente 5,5. Se añadió la Carga 5 y la solución se mezcló durante media hora. La solución resultante se filtró a través de un filtro de cápsula de 0,45 micrómetros nominal y se almacenó a 4 °C hasta su uso.

Carga 1

glicidoxipropiltrimetoxisilano	32,4 gramos
metiltrimetoxisilano	345,5 gramos

Carga 2

Solución de agua desionizada (DI) con ácido nítrico (ácido nítrico 1 g/7000 g)	292 gramos
--	------------

Carga 3

Disolvente DOWANOL® PM	228 gramos
------------------------	------------

Carga 4

TMAOH (25% de hidróxido de tetrametilamonio en metanol)	0,45 gramos
---	-------------

Carga 5

Tensioactivo BYK ®-306	2,0 gramos
------------------------	------------

Parte 3-6 - Procedimientos usados para preparar recubrimientos y apilamiento de recubrimientos presentado en las Tablas 1 y 2.Parte 3-6A - Preparación de sustratos

Los sustratos cuadrados que medían 5,08 cm por 5,08 cm por 0,318 cm (2 pulgadas por 2 pulgadas por 0,125 pulgadas) preparados a partir del monómero CR-39® se obtuvieron de Homalite, Inc. Las lentes monofocales acabadas (base 6, 70 mm) preparadas a partir del monómero CR-39® se usaron también como se indica. Cada sustrato preparado a partir del monómero CR-39® se limpió frotando con un papel tisú empapado con acetona y se secó con una corriente de aire.

Las lentes monofocales acabadas (base 6, 70 mm) fabricadas de policarbonato a partir de GENTEX OPTICS y lentes monofocales semi-acabadas (base 4, 70 mm) sin un núcleo duro de monómero TRIVEX se usaron también como se indica. Estas lentes se limpiaron por frotado con un tejido empapado con isopropanol y se secaron con una corriente de aire.

Cada uno de los sustratos mencionados anteriormente se sometió a tratamiento corona haciéndolo pasar sobre una cinta transportadora en un equipo de tratamiento corona Tantec EST Systems con N° de serie 020270 de Power Generator serie HV 2000 con un transformador de alta tensión. Los sustratos se expusieron a la corona generada por 53,99 KV, 500 vatios mientras se desplazaban sobre un transportador a una velocidad de cinta de 0,9 m/min (3

pies/minuto).

#### Parte 3-6B - Procedimiento de recubrimiento para el imprimador

- 5 La solución del imprimador se aplicó a los sustratos de ensayo mediante recubrimiento por centrifugación sobre una parte de la superficie del sustrato de ensayo dispersando aproximadamente 1,5 ml de la solución y centrifugando los sustratos a 500 revoluciones por minuto (rpm) durante 3 segundos, seguido de 1500 rpm durante 7 segundos, seguido de 2.500 rpm durante 4 segundos. Se usó un procesador de centrifugación de Laurell Technologies Corp. (WS-400B-6NPP/LITE) para el recubrimiento por centrifugación. Posteriormente, los sustratos recubiertos se pusieron en un horno mantenido a 125 °C durante 60 minutos. Los sustratos recubiertos se enfriaron a aproximadamente 26 °C. El sustrato se sometió a tratamiento corona haciéndolo pasar sobre una cinta transportadora en un equipo de tratamiento corona Tantec EST Systems con N° de serie 020270 de Power Generator serie HV 2000 con un transformador de alta tensión. La capa de imprimador secada se expuso a la corona generada por 53,00 KV, 500 vatios mientras se desplazaba sobre un transportador a una velocidad de cinta de 0,9 m/min (3 pies/minuto).

#### Parte 3-6C - Procedimiento de recubrimiento para materiales de fotoalineamiento

- 20 Las soluciones de recubrimiento de los Ejemplos 1 y 9 y EC preparadas en la Parte 3-2 se aplicaron a los sustratos de ensayo por recubrimiento por centrifugación sobre una parte de la superficie del sustrato de ensayo dispensando aproximadamente 1,0 ml de la solución y centrifugando los sustratos a 800 revoluciones por minuto (rpm) durante 3 segundos, seguido de 1.000 rpm durante 7 segundos, seguido de 4.000 rpm durante 4 segundos. Se usó un procesador de centrifugación de Laurell Technologies Corp. (WS-400B-6NPP/LITE) para el recubrimiento por centrifugación. Posteriormente, los sustratos recubiertos se pusieron en un horno mantenido a 120 °C durante 30 minutos. Los sustratos recubiertos se enfriaron a aproximadamente 26 °C.

- 30 La capa de fotoalineamiento secada sobre cada uno de los sustratos se ordenó al menos parcialmente por exposición a radiación ultravioleta polarizada linealmente usando un sistema transportador DYMEX® UVC-6 UV de DYMEX® Corp. que tenía un suministro de potencia de 400 vatios. La fuente de luz se orientó de manera que la radiación se polarizó linealmente en un plano perpendicular a la superficie del sustrato. La cantidad de radiación ultravioleta a la que se expuso cada capa de fotoalineamiento se midió usando un radiómetro de energía UV Power Puck™ High de EIT Inc. (N° de serie 2066) y fue la siguiente: UVA 0,126 W/cm<sup>2</sup> y 5,962 J/cm<sup>2</sup>; UVB 0,017 W/cm<sup>2</sup> y 0,078 J/cm<sup>2</sup>; UVC 0 W/cm<sup>2</sup> y 0 J/cm<sup>2</sup>, y UVV 0,046 W/cm<sup>2</sup> y 2,150 J/cm<sup>2</sup>. Después de ordenar al menos una parte de la red de polímero foto-orientable los sustratos se enfriaron a aproximadamente 26 °C y se mantuvieron cubiertos.

#### Parte 3-6D - Procedimiento de recubrimiento para formulaciones de recubrimiento de cristal líquido

- 40 Cada una de las formulaciones de recubrimiento de cristal líquido ("FRCL") presentadas en la Tabla I se recubrió por centrifugación a una velocidad de 1.200 rpm/15 segundos sobre los materiales de fotoalineamiento ordenados al menos parcialmente de la parte 3-6C sobre los sustratos de ensayo. Cada sustrato cuadrado recubierto se puso en un horno a 50 °C durante 20 minutos y cada lente recubierta se puso en un horno a 50 °C durante 30 minutos. Posteriormente, los sustratos y las lentes se curaron bajo una lámpara ultravioleta en la cámara de irradiación BS-03 de Dr. Gröbel UV-Elektronik GmbH en una atmósfera de nitrógeno durante 30 minutos a una intensidad de pico de 11-16 vatios/m<sup>2</sup> de UVA. El postcurado de los sustratos recubiertos se completó a 110 °C durante 3 horas.

- 45 Cada una de las formulaciones de recubrimiento de cristal líquido ("FRCL") presentadas en la Tabla 2 se recubrió por centrifugación a una velocidad de 400 revoluciones por minuto (rpm) durante 6 segundos, seguido de 800 rpm durante 6 segundos sobre materiales de fotoalineamiento ordenados al menos parcialmente de la Parte 3-6C sobre los sustratos de ensayo. Cada una de las lentes recubiertas se puso en un horno a 60 °C durante 30 minutos. Posteriormente, las lentes se curaron bajo dos lámparas ultravioleta en la máquina de horno de curado UV diseñada y construida por Belcan Engineering en atmósfera de nitrógeno mientras se desplazaban sobre una cinta transportadora a una velocidad de 1,83 m/min (6 pies/minuto) a una intensidad pico de 0,445 vatios/cm<sup>2</sup> de UVA y 0,179 vatios/cm<sup>2</sup> de UVV y una dosificación UV de 2,753 julios/cm<sup>2</sup> de UVA y 1,191 julios/cm<sup>2</sup> de UVV. La capa curada se expuso a la corona generada por 53,00 KV, 500 vatios mientras se desplazaba sobre un transportador a una velocidad de cinta de 0,9 m/min (3 pies/minuto).

#### Parte 3-6E - Procedimiento de recubrimiento para la capa de transición

- 60 La solución para la capa de transición preparada en la Parte 3-4 se recubrió por centrifugación a una velocidad de 1.400 revoluciones por minuto (rpm) durante 7 segundos sobre los sustratos recubiertos con FRCL curados. Posteriormente, las lentes se curaron bajo dos lámparas de ultravioleta en la máquina de horno de curado UV diseñada y construida por Belcan Engineering en atmósfera de nitrógeno mientras se desplazaban sobre una cinta transportadora a una velocidad de 1,83 m/min (6 pies/minuto) a una intensidad pico de 1,887 vatios/cm<sup>2</sup> de UVA y 0,694 vatios/cm<sup>2</sup> de UVV y una dosificación UV de 4,699 julios/cm<sup>2</sup> de UVA y 1,787 julios/cm<sup>2</sup> de UVV. La capa de unión curada se expuso a la corona generada por 53,00 KV, 500 vatios mientras se desplazaba sobre un transportador a una velocidad de cinta de 0,9 m/min (3 pies/minuto).

Parte 3-6F - Procedimiento de recubrimiento para el recubrimiento protector (recubrimiento duro)

La solución de recubrimiento duro preparada en la Parte 3-5 se recubrió por centrifugación a una velocidad de 2.000 revoluciones por minuto (rpm) durante 10 segundos sobre la capa de unión curada de sustratos recubiertos. El curado posterior de los sustratos recubiertos se completó a 105 °C durante 3 horas.

Parte 4 - Ensayo de adhesión y resultados

- Se usó el método de ensayo de la norma ASTM D-3359-93 para medir la adhesión mediante un ensayo con cinta - método B para determinar la adhesión de las capas sobre las superficies del sustrato de ensayo. Los sustratos recubiertos se cortaron con 11 cuchillas en un dibujo en cuadrícula para formar aproximadamente 200 cuadrados. Se realizó una acción de tirar de la cinta 3 veces sobre la misma área usando una cinta transparente de 3M del N° 600. El examen de las superficies de ensayo se realizó con un microscopio STEREO MASTER II de Fisher Scientific con un aumento de 3X. Los resultados indicados como PASA mostraban que una mayoría (es decir, mayor del 75%) si no todos los cuadrados permanecían sobre la superficie del sustrato y los resultados indicados como FALLA mostraban que una mayoría (es decir, mayor del 75%) si no todos los cuadrados eran retirados del sustrato mediante la cinta. En las Tablas 1 y 2 se presentan los resultados de los ensayos de adhesión sobre los sustratos indicados. Cuando los materiales de fotoalineamiento de los Ejemplos 1-9 y el Ejemplo Comparativo se usaron en solitario sobre un sustrato (es decir, sin una FRCL), la indicación en la columna del N° de FRCL era "ninguna presente" puesto que la formulación de recubrimiento de cristal líquido no se aplicó. Cuando la FRCL se aplicó a la capa de material de fotoalineamiento de los Ejemplos 1-9 y el Ejemplo Comparativo, se indicó el número respectivo de cada una de las FRCL aplicada y ensayada individualmente en la Tabla 1. La Tabla 2 incluye los resultados del ensayo de adhesión para lentes de policarbonato que tenían un apilamiento de los recubrimientos indicados, es decir, la letra "X" significa que el recubrimiento estaba presente.

Tabla 1 - Resultados del ensayo de adhesión sobre diferentes sustratos

N° de Ejemplo	N° de FRCL	Cuadrados de monómero CR-39®	Lentes de monómero CR-39®	Lentes de policarbonato	Lentes del monómero TRIVEX®
EC	Ninguna presente	FALLA	FALLA	FALLA	FALLA
EC	1, 2, 3, 4, 5, 6 o 7	FALLA	---	---	---
1	Ninguna presente	PASA	PASA	PASA	PASA
1	1, 2, 3, 4, 5, 6 o 7	PASA	PASA	---	---
2	Ninguna presente	PASA	PASA	PASA	PASA
2	6 o 7	PASA	PASA	PASA	PASA
3	Ninguna presente	PASA	PASA	---	---
4	Ninguna presente	PASA	PASA	PASA	---
5	Ninguna presente	PASA	---	PASA	---
6	Ninguna presente	PASA	---	PASA	---
7	Ninguna presente	PASA	---	PASA	PASA
8	Ninguna presente	PASA	---	PASA	PASA
9	Ninguna presente	---	PASA	---	---
9	7	---	PASA	---	---

Tabla 2 - Resultados de adhesión para apilamientos de recubrimiento sobre lentes de policarbonato

Nº de Ejemplo	Imprimador	Capa de alineamiento	FRCL	Capa de unión	Recubrimiento duro	Adhesión
1	X	X	6	X	X	PASA
1	X	X	7	X	X	PASA
9	X	X	7	X	X	PASA
EC	X	X	6	X	X	FALLA
EC	X	X	7	X	X	FALLA

Debe entenderse que la presente descripción y los ejemplos ilustran aspectos de la invención pertinentes para una comprensión clara de la invención. Ciertos aspectos de la invención que resultarán evidentes para los expertos habituales en la materia, que por lo tanto no facilitarían una mejor comprensión de la invención, no se han presentado para simplificar la presente descripción. Aunque la presente invención se ha descrito en relación con ciertas realizaciones, la presente divulgación no se limita a las realizaciones particulares o ejemplos desvelados en este documento, sino que pretende cubrir las modificaciones que están dentro del espíritu y alcance de la invención, como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

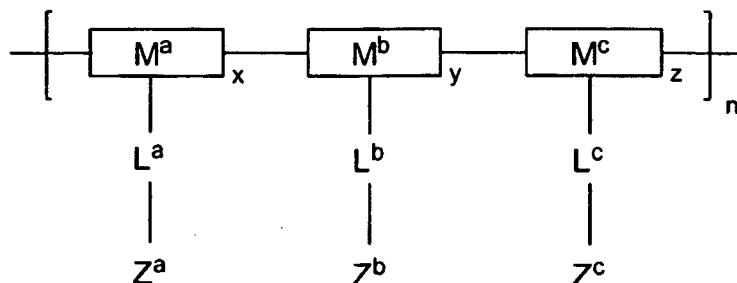
5

10

## REIVINDICACIONES

1. Un (co)polímero que comprende:

5 una estructura representada por la fórmula:



donde:

10 cada  $M^a$ ,  $M^b$  y  $M^c$  son cada uno independientemente restos de unidades monoméricas seleccionadas entre unidades acrililo sustituidas o no sustituidas, en la que dichos sustituyentes acrililo se eligen entre alquilo  $C_1-C_4$ , fenilo, -O- y combinaciones de los mismos, unidades estireno sustituidas o no sustituidas, unidades epoxi sustituidas o no sustituidas, unidades uretano sustituidas o no sustituidas, ácido policarboxílico sustituido o no sustituido, unidades poliol sustituidas o no sustituidas, unidades poliamina sustituidas o no sustituidas o unidades ácido hidroxialcanoico sustituidas o no sustituidas; en la que dichos sustituyentes están seleccionados entre alquilo  $C_1-C_{20}$ , alcoxi  $C_1-C_{20}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$ , alquil ( $C_1-C_{20}$ ) alcoxi  $C_1-C_{20}$ , halo alquilo ( $C_1-C_{20}$ ), heterociclo alquilo ( $C_3-C_{10}$ ), haloarilo, haloalquil ( $C_1-C_{20}$ ) arilo, alquil  $C_1-C_{20}$  arilo, alcoxi  $C_1-C_{20}$  arilo, heteroarilo, aril alquilo ( $C_1-C_{20}$ ), heteroaril alquilo ( $C_1-C_{20}$ );

20  $L^a$ ,  $L^b$  y  $L^c$  son grupos espaciadores que están seleccionados cada uno independientemente entre un enlace sencillo,  $-(CH_2)_g-$ ,  $-(CF_2)_h-$ ,  $-(Si(Z')_2(CH_2)_g)-$ , o  $-(Si(CH_3)_2O)_h-$ ,  $-N(R)-$ ,  $-C(R)=C(R)-$ ,  $-C(R)=N-$ ,  $-C(R')_2-C(R')_2-$ ,  $-O-$ ,  $-C(O)-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $-N=N-$ ,  $-S-$ ,  $-S(O)-$ ,  $-S(O)(O)-$ ,  $-(O)S(O)O-$ ,  $-S(O)S(O)O-$ , un resto alquilenos  $C_1-C_{24}$  de cadena lineal o ramificado, arileno, cicloalquilenos  $C_3-C_{10}$  o diversas combinaciones de los mismos,

25 en la que  $Z'$  se elige independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  o arilo;  $R$  se elige independientemente para cada aparición entre  $Z^b$ , hidrógeno, alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  o arilo;  $R'$  se elige independientemente para cada aparición entre  $Z^b$ , alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  o arilo; el resto alquilenos  $C_1-C_{24}$  está mono-sustituido con  $Z^b$ , ciano o halo, o poli-sustituido con  $Z^b$  o halo; "g" se elige independientemente para cada aparición entre 1 a 20, y "h" es un número entero de 1 a 16 inclusive;

30 cada  $Z^a$  es independientemente un cromóforo fotoquímicamente activo seleccionado entre un cinamato sustituido o no sustituido dimerizable, una cumarina sustituida o no sustituida dimerizable, un azo sustituido o no sustituido isomerizable cis/trans, una poliimida sustituida o no sustituida que puede descomponerse fotoquímicamente o un éster aromático sustituido o no sustituido capaz de experimentar una redistribución de Photo-Fries;

35 cada  $Z^b$  es un grupo promotor de la adhesión seleccionado independientemente entre hidroxilo, ácido carboxílico, anhídrido, isocianato, isocianato bloqueado, tioisocianato, tioisocianato bloqueado, amino, tio, silano organofuncional, titanato organofuncional, zirconato organofuncional o epoxi, en la que cada grupo organofuncional se selecciona independientemente entre vinilo, alilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad vinilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad epoxi, radicales hidrocarburo con funcionalidad alilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad acrililo, radicales hidrocarburo con funcionalidad metacrililo, radicales hidrocarburo con funcionalidad estirilo, radicales hidrocarburo con funcionalidad mercapto o combinaciones de tales grupos organofuncionales, estando seleccionados dichos radicales hidrocarburo entre alquilo  $C_1-C_{20}$ , alquilenos  $C_2-C_{20}$ , alquilenos  $C_2-C_{20}$ , alcoxi  $C_1-C_{20}$ , alquilo  $C_1-C_{20}$  alcoxi ( $C_1-C_{20}$ ), alcoxi  $C_1-C_{20}$  alquilo ( $C_1-C_{20}$ ), arilo, heteroarilo y combinaciones de tales radicales de hidrocarburo;

40 con la condición de que cuando  $Z^b$  es hidroxilo o ácido carboxílico, el (co)polímero comprende adicionalmente al menos otro grupo promotor de la adhesión;

45  $Z^c$  es una estructura mesógena seleccionada entre un grupo de cristal líquido de tipo barra recta rígida, un grupo de cristal líquido de tipo barra doblada rígida o un grupo de cristal líquido de tipo disco rígido; y

50 "x" tiene un valor de  $0 < x \leq 1$ , "y" tiene un valor de  $0 \leq y < 1$ , y "z" tiene un valor de  $0 \leq z < 1$  donde  $x + y + z = 1$  y "n" tiene un valor que varía de 10 a 10.000,

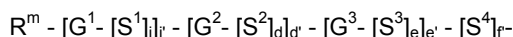
55 en la que cuando  $x = 1$  entonces al menos uno de  $L^a$  y  $Z^a$  está sustituido adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión  $Z^b$  y cuando  $y = 0$ , entonces al menos uno de  $L^a$ ,  $Z^a$ ,  $L^c$  y  $Z^c$  está sustituido adicionalmente con al menos un grupo promotor de la adhesión  $Z^b$ .

2. El (co)polímero de la reivindicación 1 que comprende adicionalmente un resto de al menos uno de un compuesto fotocromico, un compuesto dicroico, un compuesto fotocromico-dicroico, un material fotosensible y un material no fotosensible.

3. El (co)polímero de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el (co)polímero está en forma de un copolímero aleatorio, un copolímero de bloques, un copolímero de injerto, un copolímero lineal, un copolímero ramificado, un copolímero hiper-ramificado, un copolímero dendrítico o un copolímero de estrella.

4. El (co)polímero de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que  $M^a$ ,  $M^b$  y  $M^c$  son cada uno independiente restos de unidades acrililoiloxi o unidades metacrililoiloxi y  $Z^a$  es un cromóforo fotoquímicamente activo seleccionado entre un cinamato sustituido o no sustituido dimerizable o una cumarina sustituida o no sustituida dimerizable.

5. El (co)polímero de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la estructura de mesógeno  $Z^c$  tiene una estructura representada por:



donde:

- (i) cada uno de  $G^1$ ,  $G^2$  y  $G^3$  puede elegirse independientemente para cada aparición entre un grupo divalente elegido entre un grupo aromático no sustituido o sustituido, un grupo alicíclico no sustituido o sustituido, un grupo heterocíclico no sustituido o sustituido y mezclas de los mismos, en el que los sustituyentes se eligen entre: hidroxilo; amino; halógeno; alqueno  $C_2-C_{18}$ ; alquino  $C_2-C_{18}$ ; azido; sililo; siloxi; sililhidruro; (tetrahydro-2H-piran-2-il)oxi; tio; isocianato; tioisocianato; acrililoiloxi, metacrililoiloxi; 2-(acrililoiloxi)etilcarbamil; 2-(metacrililoiloxi)etilcarbamil; aziridinilo; aliloxycarbonilo; epoxi; ácido carboxílico, éster carboxílico; acrililoilamino, metacrililoilamino; aminocarbonilo; amino carbonilo; alquil  $C_1-C_8$  aminocarbonilo, aminocarbonil alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); alcoxi  $C_1-C_{18}$  carbonilo; alquil  $C_1-C_{18}$  carbonilo; ariloxycarbonilo; perfluoro alquil ( $C_1-C_{18}$ ) amino, di-(perfluoro alquil ( $C_1-C_{18}$ )) amino; acetilo  $C_1-C_{18}$ ; cicloalquilo  $C_3-C_{10}$ ; cicloalcoxi  $C_3-C_{10}$ ; alquil  $C_1-C_{18}$  oxycarbonilo; halocarbonilo; hidrógeno; arilo; hidroxilo alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); alquilo;  $C_1-C_{18}$  alcoxi  $C_1-C_{18}$ ; amino alquilo ( $C_1-C_{18}$ ), alquil  $C_1-C_{18}$  amino, di-alquil ( $C_1-C_{18}$ ) amino; alquil  $C_1-C_{18}$  alcoxi; ( $C_1-C_{18}$ ); alcoxi  $C_1-C_{18}$  alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ); nitro; poli alquil( $C_1-C_{18}$ )éter; alquil ( $C_1-C_{18}$ ) alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ) alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); poli alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ); etileno; acrililoiloxi alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); metacrililoiloxi alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); 2-cloroacrililoiloxi; 2-fenilacrililoiloxi; acrililoiloxifenilo; 2-cloroacrililoilamino; 2-fenilacrililoilaminocarbonilo; oxetanilo; glicidilo; ciano; isocianato alquilo ( $C_1-C_{18}$ ); éster del ácido itacónico; éter vinílico; éster vinílico, un derivado de estireno; polímeros de cristal líquido de cadena principal o cadena lateral; derivados de siloxano; etilimina, ácido maleico; ácido fumárico; un grupo alquilo  $C_1-C_{18}$  de cadena lineal o ramificada que está mono-sustituido con ciano, halo o alcoxi  $C_1-C_{18}$  o poli-sustituido con halo; ácido cinámico no sustituido; ácido cinámico que están sustituidos con al menos uno de metilo, metoxi, ciano o halógeno; grupos monovalentes o divalentes quirales o no quirales sustituidos o no sustituidos elegidos entre radicales esteroides, radicales terpenoides, radicales alcaloides o mezclas de los mismos, en los que los sustituyentes se eligen independientemente entre alquilo  $C_1-C_{18}$ , alcoxi  $C_1-C_{18}$ , amino cicloalquilo  $C_3-C_{10}$ , alquilo  $C_1-C_{18}$  alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ) fluoroalquilo ( $C_1-C_{18}$ ), ciano, ciano alquilo ( $C_1-C_{18}$ ), ciano alcoxi ( $C_1-C_{18}$ ) o mezclas de los mismos; o un grupo que comprende una de las siguientes fórmulas:  $-M(T)_{(1-i)}$  y  $-M(OT)_{(1-i)}$ , en las que M se elige entre aluminio, antimonio, tantalio, titanio, zirconio y silicio, T se elige entre radicales organofuncionales, radicales hidrocarburo organofuncionales, radicales hidrocarburo alifáticos y radicales hidrocarburo aromáticos, y "i" es la valencia de M;
- (ii)  $R^m$  es -H; hidroxilo; amino; halógeno; haloalquilo; arilo, alquilo  $C_1-C_{18}$  o alcoxi  $C_1-C_{18}$ ;
- (iii) "j", "d", "e" y "f" se eligen cada uno independientemente entre un número entero que varía de 0 a 20, inclusive; "j", "d" y "e" son cada uno independientemente un número entero de 0 a 4, con la condición de que la suma de j' + d' + e' sea al menos 1; y
- (iv) cada uno de  $S^1$ ,  $S^2$ ,  $S^3$  y  $S^4$  se elige independiente para cada aparición entre una unidad espaciadora elegida entre:

- (A)  $-(CH_2)_g-$ ,  $-(CF_2)_h-$ ,  $-Si(Z')_2(CH_2)_g-$ , o  $-(Si(CH_3)_2O)_h$  en las que  $Z'$  se elige independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  o arilo; "g" se elige independientemente para cada aparición entre 1 a 20 y "h" es un número entero de 1 a 16, inclusive;
- (B)  $-N(Y)-$ ,  $-C(Y)=C(Y)-$ ,  $-C(Y)=N-$ ,  $-C(Y)_2-C(Y)_2-$  o un enlace sencillo, en la que cada Y se elige independientemente para cada aparición entre hidrógeno, alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  y arilo, y cada Y' se elige independientemente para cada aparición entre alquilo  $C_1-C_{18}$ , cicloalquilo  $C_3-C_{10}$  y arilo; o
- (C)  $-O-$ ,  $-C(O)-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $-N=N-$ ,  $-S-$ ,  $-S(O)-$ ,  $-S(O)(O)-$ ,  $-(O)S(O)O-$ ,  $-O(O)S(O)O-$ , o un resto alquilenos  $C_1-C_{24}$  de cadena lineal o ramificado, estando dicho resto alquilenos  $C_1-C_{24}$  no sustituido, mono-sustituido con ciano o halo o poli-sustituido con halo;

con la condición de que cuando dos unidades espaciadoras que comprenden heteroátomos se unen entre sí, las unidades espaciadoras estarán unidas de manera que los heteroátomos no estén unidos

directamente entre sí y cuando  $S^1$  y  $S^4$  están unidos a otro grupo, están unidos de manera que dos heteroátomos no estén unidos directamente entre sí.

6. Un artículo de fabricación que comprende:

un sustrato;  
una primera capa al menos parcial sobre al menos una parte de una superficie del sustrato, comprendiendo la capa un (co)polímero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la primera capa al menos parcial está alineada opcionalmente al menos parcialmente por exposición a radiación electromagnética polarizada; y  
opcionalmente una o más capas adicionales al menos parciales sobre al menos una parte de la superficie del sustrato, en el que la una o más capas adicionales se seleccionan entre una capa de unión, una capa de imprimación, un recubrimiento resistente a la abrasión, un recubrimiento duro, un recubrimiento protector, un recubrimiento reflectante, un recubrimiento fotocromático, un recubrimiento anti-reflectante, un recubrimiento de polarización lineal, un recubrimiento de polarización circular, un recubrimiento de polarización elíptica, un recubrimiento de transición, una capa de material de cristal líquido, una capa de material de alineamiento, una capa de retardador o combinaciones de cualquiera de los mismos.

7. El artículo de fabricación de la reivindicación 6, en el que el artículo es un elemento óptico seleccionado entre una célula de cristal líquido activo, una célula de cristal líquido pasivo, un elemento de visualización, una ventana, un espejo o un elemento oftálmico.

8. El artículo de fabricación de cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, en el que están presentes la una o más capas adicionales al menos parciales y comprenden

- una segunda capa al menos parcial sobre una superficie de la primera capa al menos parcial, en el que la segunda capa al menos parcial comprende al menos un material de cristal líquido que opcionalmente comprende al menos un material dicróico o un material fotocromático-dicróico;
- opcionalmente una tercera capa al menos parcial alineada al menos parcialmente que comprende un segundo material de alineamiento; y
- opcionalmente una cuarta capa al menos parcial que comprende al menos un segundo material de cristal líquido, en el que la tercera capa al menos parcialmente alineada, si está presente, está alineada en una dirección diferente a la de la primera capa al menos parcialmente alineada y la primera, segunda, tercera y cuarta capas al menos parciales están opcionalmente en un apilamiento sobre la superficie del sustrato.

9. El artículo de fabricación de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7 que es una célula de cristal líquido que comprende:

- un primer sustrato que tiene una primera superficie;
- un segundo sustrato que tiene una segunda superficie opuesta a la primera superficie;
- una primera capa al menos parcial sobre al menos una parte de la primera superficie orientada hacia la segunda superficie;
- una segunda capa al menos parcial sobre al menos una parte de la segunda superficie orientada hacia la primera superficie, definiendo la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial un espacio;
- y
- un material de cristal líquido que opcionalmente comprende al menos un material dicróico o un material fotocromático-dicróico en el espacio entre la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial,

en el que la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial son capas de alineamiento y al menos una de la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial, preferentemente ambas, comprende(n) un (co)polímero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 y en el que al menos una de la primera capa al menos parcial y la segunda capa al menos parcial está opcionalmente al menos parcialmente alineada, y el alineamiento de la primera capa al menos parcial es preferentemente en una dirección diferente que el alineamiento de la segunda capa al menos parcial.

10. Un método para aplicar un material de fotoalineamiento a un elemento óptico que comprende:

- aplicar una capa al menos parcial de un material de fotoalineamiento que comprende un (co)polímero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 sobre al menos una parte de una superficie de un sustrato;
- formar un enlace atractivo entre uno o más grupos promotores de la adhesión sobre el material (co)polimérico de fotoalineamiento y un grupo compatible sobre la superficie del sustrato; y
- alinear al menos parcialmente al menos una primera parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento exponiendo la capa al menos parcial a radiación UV polarizada.



11. El método de la reivindicación 10, que comprende adicionalmente alinear al menos parcialmente al menos una segunda parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento exponiendo la capa al menos parcial a radiación UV polarizada, en el que la dirección de alineamiento de la primera parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento es diferente de la dirección de alineamiento de la segunda parte del material (co)polimérico de fotoalineamiento.

12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, que comprende adicionalmente:

- aplicar una segunda capa al menos parcial que comprende un material de cristal líquido a al menos una parte de una superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento; y
- alinear al menos parcialmente el material de cristal líquido con un alineamiento del material (co)polimérico de fotoalineamiento al menos parcialmente alineado,

en el que el material de cristal líquido preferentemente comprende al menos uno de un material dicroico o un material fotocromico-dicroico.

13. El método de la reivindicación 12, que comprende adicionalmente:

- formar un enlace atractivo entre uno o más grupos promotores de la adhesión sobre la superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento y un grupo compatible en la segunda capa al menos parcial.

14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, que comprende adicionalmente:

aplicar al menos una capa adicional al menos a una parte de una superficie del material (co)polimérico de fotoalineamiento, estando la al menos una capa adicional seleccionada entre una capa de unión, una capa de imprimación, un recubrimiento resistente a la abrasión, un recubrimiento duro, un recubrimiento protector, un recubrimiento reflectante, un recubrimiento fotocromico, un recubrimiento anti-reflectante, un recubrimiento de polarización lineal, un recubrimiento de polarización circular, un recubrimiento de polarización elíptica, un recubrimiento de transición, un recubrimiento de material de cristal líquido, un recubrimiento de material de alineamiento o combinaciones de cualquiera de los mismos.

15. Una composición del (co)polímero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 que comprende adicionalmente uno o más aditivos, en la que el uno o más aditivos están seleccionados entre el grupo que consiste en un compuesto fotocromico, un compuesto dicroico, un compuesto fotocromico-dicroico, un material fotosensible, un cristal líquido, un aditivo para controlar la propiedad del cristal líquido, un material óptico no lineal, un colorante, un promotor del alineamiento, un potenciador cinético, un fotoiniciador, un iniciador térmico, un tensioactivo, un inhibidor de la polimerización, un disolvente, un estabilizador de la luz, un estabilizador térmico, un agente de desmoldeo, un agente de control de la reología, un gelificante, un agente de nivelación, un aceptor de radicales libres, un agente de acoplamiento, un aditivo de control de inclinación, un material polimérico de bloques o no de bloques y un promotor de la adhesión.

FIG. 1

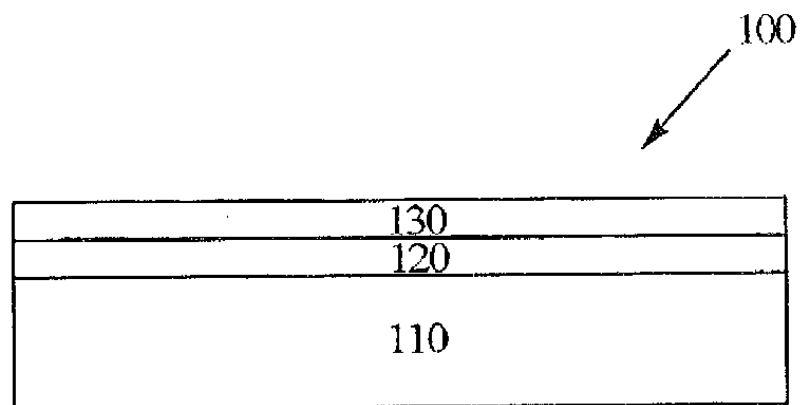


FIG. 2

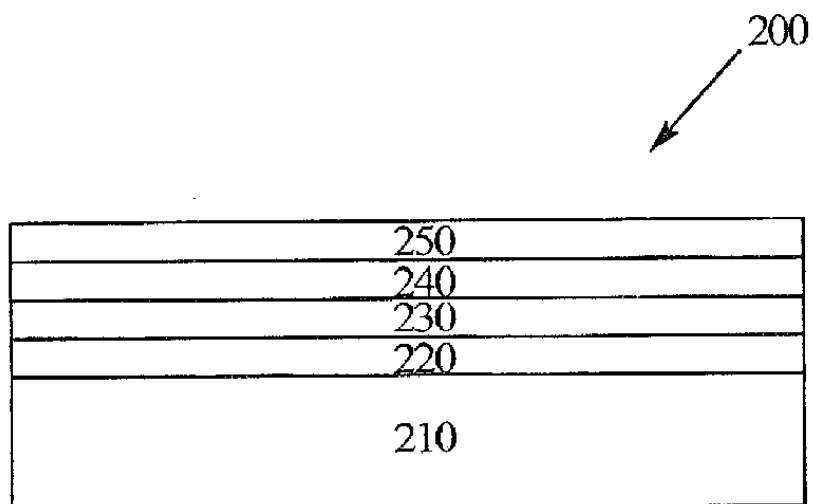


FIG. 3

