

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 215**

51 Int. Cl.:

C09K 9/02 (2006.01)

G02B 1/04 (2006.01)

G02B 1/10 (2006.01)

C08G 18/06 (2006.01)

C09D 175/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05779276 .4**

96 Fecha de presentación: **21.04.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1778815**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2007**

54 Título: **Procedimiento para producir micropartículas fotosensibles, composiciones acuosas de las mismas y artículos preparados con las mismas**

30 Prioridad:
16.07.2004 US 892919

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.03.2012

73 Titular/es:
**TRANSITIONS OPTICAL, INC.
9251 BELCHER ROAD
PINELLAS PARK, FL 33782, US**

72 Inventor/es:
**FALER, Dennis, L.;
BLACKBURN, Forrest, R.;
STEWART, Kevin, J.;
CHOPRA, Anu y
COLTON, James, P.**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 377 215 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

Procedimientos para producir micropartículas fotosensibles, composiciones acuosas de las mismas y artículos preparados con las mismas

Antecedentes de la invención

- 5 La presente invención se refiere a composiciones acuosas para formar micropartículas fotosensibles, a micropartículas poliméricas fotosensibles y a procedimientos para producir dichas micropartículas. La presente invención se refiere también a dispersiones acuosas de micropartículas poliméricas fotosensibles y a artículos que comprenden las micropartículas poliméricas fotosensibles.
- 10 Los materiales fotosensibles demuestran una respuesta a la radiación electromagnética, incluyendo radiación infrarroja, visible y ultravioleta, así como amplificación de luz mediante emisión estimulada o láser. Esta respuesta puede ser un tipo de luminiscencia en la que la radiación visible es emitida por un material fotosensible después de la exposición, por ejemplo, materiales fluorescentes y fosforescentes; en la que hay un cambio en la longitud de onda en la radiación electromagnética que pasa a través del material, por ejemplo, materiales ópticos no lineales, o en la que hay un cambio de color reversible, por ejemplo, materiales fotocromáticos.
- 15 Hay productos que aprovechan los fenómenos demostrados por los materiales fotosensibles, por ejemplo, elementos ópticos tales como elementos de memoria óptica y elementos de visualización. Aunque se conocen productos que incorporan micropartículas de núcleo/carcasa que demuestran propiedades fotosensibles, es deseable tener productos en los que las propiedades de los materiales fotosensibles a las micropartículas puedan estar controladas.
- 20 El documento WO01/57106 desvela una composición, en concreto un revestimiento polimérico fotocromático que puede ser acuoso, y el documento US 6 080 338 desvela un compuesto fotocromático acuoso y un material huésped orgánico polimérico.

Descripción detallada de la invención

- 25 Como se usa en la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares “un”, “una”, “el” y “la” incluyen los referentes plurales, a menos que se limite de forma expresa e inequívoca a un referente.
- 30 Para los fines de esta memoria descriptiva, a menos que se indique de otra manera, todos los números que expresan cantidades de ingredientes, condiciones de reacción y otros parámetros usados en la memoria descriptiva y las reivindicaciones deben entenderse como modificados en todos los casos por el término “aproximadamente”. Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos expuestos a la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar dependiendo de las propiedades deseadas que se pretende obtener mediante la presente invención. Finalmente, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de la reivindicaciones, cada parámetro numérico debería considerarse al menos a la luz del número de dígitos significativos presentados y aplicando técnicas de redondeo ordinarias.
- 35 Todos los intervalos numéricos en el presente documento incluyen todos los valores e intervalos numéricos de todos los valores numéricos dentro del intervalo citado de valores numéricos. Independientemente de que los intervalos numéricos y parámetros expuestos en el amplio alcance de la invención sean aproximaciones, los valores numéricos expuestos en los ejemplos específicos se presentan de una forma tan precisa como sea posible. Cualquier valor numérico, sin embargo, contiene inherentemente ciertos errores resultantes necesariamente de la desviación típica encontrada en sus mediciones de ensayo respectivas.
- 40 La presente invención incluye diversas realizaciones no limitantes. Una de dichas realizaciones es una composición acuosa que comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable, que comprende al menos un monómero sustancialmente hidrófilo y al menos un monómero sustancialmente hidrófobo, estando el monómero hidrófilo y el monómero hidrófobo adaptados para combinarse y
- 45 formar, al menos parcialmente, micropartículas del componente polimerizable con el que está asociado el material fotosensible. El término “monómero” incluye unidades monoméricas individuales y oligómeros que comprenden unas cuantas unidades monoméricas. Otra realización no limitante proporciona una composición acuosa que comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable, que comprende al menos un grupo funcional hidrófilo y al menos un grupo funcional hidrófobo, estando adaptado el material o
- 50 materiales fotosensibles y el componente o componentes polimerizables para formar micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas. Una realización no limitante adicional proporciona una composición acuosa en la que el material fotosensible es un material fotocromático. En otra realización no limitante adicional, el componente polimerizable comprende al menos un prepolímero sustancialmente hidrófilo, al menos un prepolímero sustancialmente hidrófobo y una cantidad eficaz de al menos un material fotocromático orgánico que comprende al
- 55 menos un grupo polimerizable, estando adaptado el componente polimerizable para formar micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas.

De acuerdo con una realización no limitante adicional, el componente polimerizable aún puede comprender adicionalmente un material que es copolimerizable con al menos uno de los monómeros sustancialmente hidrófilo y sustancialmente hidrófobo, material que en lo sucesivo en el presente documento se denominará “material copolimerizable”. Además, el componente polimerizable puede poseer una funcionalidad adaptada para reaccionar con materiales de reticulación, para ser compatible con los materiales huésped y tener propiedades asociadas con las micropartículas poliméricas fotosensibles descritas posteriormente en el presente documento.

La expresión “que está adaptado para combinarse y formar, al menos parcialmente, micropartículas del componente polimerizable con el que está asociado el material fotosensible” se refiere al componente polimerizable, que es adecuado para auto-ensamblarse en micropartículas formadas al menos parcialmente. El auto-ensamblaje de las micropartículas se debe a la diferencia en la hidrofiliidad e hidrofobicidad asociadas con el grupo o grupos funcionales hidrófilos del monómero sustancialmente hidrófilo y el grupo o grupos hidrófobos funcionales del monómero sustancialmente hidrófobo que comprende el componente polimerizable. El material fotosensible puede estar asociado con las micropartículas mediante la selección del material o materiales fotosensibles hidrófilos, el material o materiales fotosensibles hidrófobos o el material fotosensible que tenga otra propiedad que permita asociarlo química o físicamente con las micropartículas resultantes o el componente polimerizable.

Después de la formación de las micropartículas, éstas típicamente se polimerizan. La expresión “para polimerizar al menos parcialmente y formar micropartículas poliméricas al menos parcialmente reticuladas” se refiere al componente polimerizable en el que de algunos a todos los monómeros reaccionan y se combinan para formar materiales poliméricos de tipo cadena, y los grupos reactivos de algunos a todos de estos materiales poliméricos de tipo cadena reaccionan y se reticulan para formar redes poliméricas en las que de algunas a todas las cadenas están interconectadas. Los grupos reactivos mencionados anteriormente son grupos químicos capaces de experimentar una reacción de polimerización conocida por los expertos en la materia. Los ejemplos no limitantes de dichos grupos polimerizables incluyen metacrililoiloxi, acrililoiloxi, vinilo, alilo, carboxilo, amino, mercapto, epoxi, hidroxilo e isocianato.

De acuerdo con una realización no limitante, la composición acuosa de la presente invención comprende una cantidad de agua que puede variar ampliamente. En un ejemplo no limitante, la cantidad de agua puede variar del 30 por ciento en peso a una cantidad menor del 100 por cien en peso, inclusive, de todos los valores numéricos e intervalos de todos los valores numéricos dentro de este intervalo, como se ha especificado anteriormente en el presente documento para todos los intervalos numéricos citados en el mismo. En otra realización no limitante, la composición acuosa puede incluir disolventes orgánicos en cantidades que pueden variar ampliamente, por ejemplo, en un intervalo de una cantidad positiva menor del 1 por ciento en peso hasta el 70 por ciento en peso. El porcentaje en peso de agua y disolvente orgánico están basados en el peso de cualquiera de agua o disolvente, dividido por el peso total de agua y disolvente orgánico (si estuviera presente) y multiplicado por 100.

Los tipos de disolventes orgánicos que pueden incluirse en la composición acuosa pueden variar ampliamente. En una realización no limitante, la composición acuosa puede incluir disolventes polares, tales como alcoholes, y disolventes no polares, tales como hidrocarburos líquidos. Los ejemplos no limitantes de disolventes orgánicos que pueden incluirse en la composición acuosa incluyen monobutil éter de propilenglicol, monohexil éter de etilenglicol, monobutil éter de etilenglicol, butil éter de dietilenglicol, n-butanol, isopropanol, alcohol bencílico, alcoholes minerales, N-metilpirrolidinona, tolueno, el disolvente TEXANOL®, que se informa que es monoisobutirato de 2,2,4-trimetil-1,1,3-pentanodiol, y que está disponible en Eastman Chemical Co., y mezclas de dichos disolventes. En una realización no limitante adicional, el uso de disolventes orgánicos puede ayudar en el procedimiento de formación de micropartículas poliméricas reticuladas. Si se requiere, algunos o todos los disolventes orgánicos pueden retirarse de la composición acuosa por procedimientos conocidos por los expertos en la materia, por ejemplo, a través de una destilación azeotrópica o una destilación a presión reducida, a temperaturas de menos de 40°C.

En otra realización no limitante, los materiales adyuvantes pueden incorporarse también en la composición acuosa, por ejemplo, ingredientes convencionales que ayudan en el procesamiento del componente polimerizable, o que confieren características deseadas a las micropartículas resultantes. Los ejemplos no limitantes de dichos ingredientes incluyen agentes de control reológico, tensioactivos, iniciadores, catalizadores, agentes de inhibición de curado, agentes reductores, ácidos, bases, conservantes, materiales reticulantes, donadores de radicales libres, aceptores de radicales libres, estabilizadores tales como estabilizadores ultravioletas y térmicos, y agentes promotores de la adhesión, tales como silanos organo-funcionales, siloxanos, titanatos y circonatos, materiales adyuvantes que son conocidos por los expertos en la materia.

Como se ha indicado previamente, la composición acuosa comprende al menos un componente polimerizable que comprende al menos un monómero sustancialmente hidrófilo y al menos un monómero sustancialmente hidrófobo. Como se usa en el presente documento, las expresiones “monómero sustancialmente hidrófilo” y “monómero sustancialmente hidrófobo” se refieren al carácter relativamente hidrófilo o hidrófobo de los monómeros en comparación entre sí. El monómero sustancialmente hidrófilo del componente polimerizable es más hidrófilo que el monómero sustancialmente hidrófobo. Correspondientemente, el monómero sustancialmente hidrófobo del componente polimerizable es más hidrófobo que el monómero sustancialmente hidrófilo. Un procedimiento para determinar el carácter hidrófilo/hidrófobo de un material es el número bien conocido del Balance Hidrófilo-Lipófilo (HLB). Los números de HLB generalmente varían de 1 a 20, siendo 1 un material soluble en aceite y 20 un material

soluble en agua. Usando este sistema, los materiales designados en el presente documento como sustancialmente hidrófobos demostrarían un HLB de menos de 10, mientras que los materiales designados como sustancialmente hidrófilos demostrarían un HLB mayor de 10.

5 Las proporciones del monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos al monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos pueden variar ampliamente. En una realización no limitante, cada uno del porcentaje en peso del monómero sustancialmente hidrófilo y el monómero sustancialmente hidrófobo en el componente polimerizable puede variar del 2 al 98 por ciento en peso, basado en el peso de sólidos del componente polimerizable total del 100 por cien. Son ejemplos no limitantes de proporciones de monómeros sustancialmente hidrófilos a monómeros sustancialmente hidrófobos 20:80 y 50:50.

10 En otra realización no limitante, el monómero sustancialmente hidrófilo es sustancialmente compatible con, tiene una afinidad por y/o es capaz de disolverse, al menos parcialmente, en agua, usando medios de mezcla convencionales. Los monómeros sustancialmente hidrófilos usados en el componente de monómero polimerizable de la presente invención pueden comprender cualquier monómero hidrófilo conocido por los expertos en la materia. Los ejemplos no limitantes de dichos monómeros hidrófilos incluyen monómeros que comprenden grupos funcionales hidrófilos
15 tales como: grupos con funcionalidad ácido; grupos con funcionalidad hidroxilo; grupos con funcionalidad nitrilo; grupos con funcionalidad amino, grupos con funcionalidad amida; grupos con funcionalidad carbamato; grupos con funcionalidad iónica, tales como grupos amonio cuaternario o sulfonio; o mezclas de dichos grupos funcionales.

20 En otra realización no limitante adicional, el grado de hidrofiliidad e hidrofobicidad de los monómeros usados para preparar el componente polimerizable puede variarse, como saben los expertos en la materia. Un monómero sustancialmente hidrófobo del componente polimerizable puede convertirse en un monómero sustancialmente hidrófilo. En una realización no limitante, los grupos isocianato en un monómero hidrófobo del componente polimerizable pueden funcionalizarse con grupos siloxano, haciendo reaccionar los grupos isocianato con un silano organo-funcional, tal como aminopropil trietoxisilano. Tras la dispersión en agua, los grupos hidrolizables, por ejemplo, alcoxisilanos, están al menos parcialmente hidrolizados para formar grupos silanol hidrófilos. Si se permite
25 que reaccionen con alcohol o consigo mismos, estos grupos hidrófilos pueden volver a convertirse en grupos hidrófobos. Puede realizarse el mismo procedimiento de funcionalización con los grupos isocianato disponibles en las micropartículas poliméricas fotosensibles polimerizadas y reticuladas.

30 Los ejemplos no limitantes de silanos organo-funcionales adecuados para dicho procedimiento de conversión hidrófobo a hidrófilo incluyen: (3-acriloxipropil)dimetilmetoxisilano, acriloxipropiltriethoxisilano, aliltriethoxisilano, 4-aminobutiltriethoxisilano, carboximetiltriethoxisilano, epoxibutiltrimetoxisilano, glicidoxipropiltrimetoxisilano, isocianatopropiltriethoxisilano, 3-mercaptopropiltrimetoxisilano, mercaptometilmetil-dietoxisilano, metacriloxipropilmetildimetoxisilano, (metacriloximetil)dimetiletoxisilano, metacriloxipropiltrimetoxisilano, estriltrimetoxisilano, ureidopropiltriethoxisilano, ureidopropiltrimetoxisilano, vinilmetildietoxisilano, viniltriacetoxisilano, viniltriethoxisilano o mezclas de los mismos.

35 Además de los silanos organo-funcionales, otros materiales sustancialmente hidrófobos que pueden hacerse sustancialmente hidrófilos incluyen materiales tales como melaminas alcoxiladas, fenol-formaldehídos, urea-formaldehídos que, tras la catálisis con ácido en agua, forman grupos sustancialmente hidrófobos, como conoce el experto en la materia.

40 Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen un grupo funcional ácido incluyen ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilato de beta-carboxietilo, ácido acriloxipropiónico, ácido 2-acrilamida metilpropano sulfónico, ésteres (3-sulfopropílicos) de ácidos acrílicos, ácido crotónico, ácido dimetilopropiónico, ácido fumárico, ésteres de mono alquilo(C₁-C₁₇) de ácido fumárico, ácido maleico, ésteres de mono alquilo(C₁-C₁₇) de ácido maleico, ácido itacónico, ésteres de mono alquilo(C₁-C₁₇) de ácido itacónico y mezclas de los mismos.

45 Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen el grupo funcional hidroxilo incluyen metacrilato de 2-hidroxietilo, acrilato de 2-hidroxietilo, metacrilato de hidroxipropilo, acrilato de hidroxipropilo, metacrilato de hidroxibutilo, acrilato de hidroxibutilo, acrilato de hidroximetil etilo, acrilato de hidroximetilpropilo, acrilato de dicaprolactona, dietanolamina, dimetanolamina o mezclas de los mismos. Los ejemplos no limitantes de monómeros que contienen el grupo funcional nitrilo incluyen metacrilonitrilos y acrilonitrilos.

50 Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen el grupo funcional amino incluyen alilamina, dimetilalilamina, metacrilato de 2-(dimetilamino)etilo, metacrilato de 2-(t-butilamino)etilo, 4-aminoestireno, dimetilaminoetil vinil éter y N-(3-dimetilaminopropil)metacrilamida.

Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen el grupo funcional iónico incluyen cloruro de aliltrimetilamonio, cloruro de 2-trimetilamonio etil acrílico y cloruro de vinilbencil dimetil sulfonio.

55 Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen el grupo funcional amida incluyen metacrilamidas y acrilamidas.

Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen el grupo funcional carbamato incluyen carbamato de alilo, carbamato de vinilo, el producto de reacción de carbamato de hidroxietilo y anhídrido metacrílico, y el

producto de reacción de carbamato de hidroxietilo con di-isocianato de isoforona y acrilato de hidroxietilo.

Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófilos que contienen el grupo funcional vinilo incluyen acetato de vinilo, pirrolidonas de vinilo y propionatos de vinilo.

5 En una realización no limitante, el monómero o monómeros hidrófilos comprenden un monómero que está sustancialmente libre de una funcionalidad hidrófila, y es sustancialmente incompatible con, tiene menos afinidad por y/o es capaz de disolverse en agua solo mínimamente, usando medios de mezcla convencionales. En otra
 10 realización no limitante, el monómero o monómeros hidrófobos usados en el componente polimerizable de la presente invención pueden incluir cualquier monómero hidrófobo conocido por los expertos en la materia. Los ejemplos no limitantes de grupos funcionales hidrófobos incluyen hidrocarburos que tienen 4 o más átomos de carbono. Los ejemplos adicionales de dichos grupos funcionales se incluyen en la descripción de los monómeros hidrófobos más adelante en el presente documento.

15 Los ejemplos no limitantes de monómeros hidrófobos incluyen monómeros polimerizables por radicales libres que incluyen, aunque sin limitación, monómeros aromáticos de vinilo, por ejemplo, estireno, α -metil estireno, t-butil estireno y vinil tolueno; haluros de vinilo y vinilideno, por ejemplo, cloruro de vinilo y cloruro de vinilideno; ésteres de vinilo; éteres de vinilo, butiratos de vinilo, alquil ésteres de ácidos acrílico y metacrílico, que tienen de 4 a 17 átomos de carbono en el grupo alquilo, incluyendo metacrilato de butilo, acrilato de butilo, metacrilato de ciclohexilo, acrilato de ciclohexilo, metacrilato de 2-etilhexilo, acrilato de 2-etilhexilo, hexilmetacrilato de butilo, hexilacrilato de butilo, metacrilato de isooctilo, acrilato de isooctilo, metacrilato de isodecilo, acrilato de isodecilo, metacrilato de isobornilo, acrilato de isobornilo, metacrilato de laurilo y acrilato de laurilo; y mezclas de los mismos.

20 Otros monómeros hidrófobos adecuados incluyen silanos organo-funcionales que tienen sustituyentes sustancialmente no hidrolizables, tales como grupos alcoxi que tienen 3 o más átomos de carbono.

25 En una realización no limitante, el componente polimerizable comprende al menos un material copolimerizable que es diferente de el al menos un monómero sustancialmente hidrófilo y el al menos un monómero sustancialmente hidrófobo. En otra realización no limitante, el material o materiales copolimerizables pueden hacerse reaccionar con el monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos para formar un prepolímero sustancialmente hidrófilo y/o con el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos para formar un prepolímero sustancialmente hidrófobo.

30 En otra realización no limitante, el material o materiales copolimerizables puede ser cualquier material que sea copolimerizable con al menos uno del monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos y el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos. En una realización no limitante, el material o materiales copolimerizables son un material de formación del esqueleto estructural. Los ejemplos no limitantes del material o materiales copolimerizables pueden elegirse entre: materiales que contienen un grupo etilénicamente insaturado; materiales que contienen isocianato conocidos por los expertos en la materia, por ejemplo, productos de reacción de isocianatos y otros materiales reactivos correspondientes, por ejemplo, polioles, en los que el producto de reacción tiene al menos un grupo isocianato reactivo; monómeros que contienen el grupo hidroxilo conocidos por los expertos en la materia; monómeros que contienen el grupo epoxi conocidos por los expertos en la materia; monómeros que contienen el grupo carboxi conocidos por los expertos en la materia; monómeros que contienen el grupo carbonato conocidos por los expertos en la materia, por ejemplo un producto de reacción de un poliol, que comprende al menos un grupo carbonato y un monómero de vinilo, y un producto de reacción de un poliol, que comprende al menos un grupo carbonato y un isocianato, que comprende un grupo isocianato reactivo y al menos un doble enlace polimerizable como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos US 2003/0136948 párrafos [0041] a [0065], cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia; o mezclas de dichos materiales copolimerizables.

35 40 45 En una realización no limitante, el material o materiales copolimerizables incluyen materiales que contienen el grupo sililo, por ejemplo, silanos organo-funcionales que tienen al menos un grupo polimerizable, tales como los silanos organo-funcionales descritos anteriormente.

50 Los ejemplos no limitantes de materiales copolimerizables, tales como monómeros que contienen un grupo etilénicamente insaturado, incluyen monómeros de vinilo y monómeros etilénicamente insaturados que tienen un grupo funcional elegido entre hidroxilo, carboxilo, amino, mercapto, (met)acrililoiloxi, por ejemplo, metacrililoiloxi o acrililoiloxi, isocianato o mezclas de los mismos, conocidos por los expertos en la materia. En una realización no limitante, los materiales copolimerizables pueden tener dos o más del mismo grupo polimerizable, o dos o más grupos polimerizables diferentes. En otra realización no limitante, el material copolimerizable se elige entre monómero (met)acrílicos, que tienen al menos un grupo funcional elegido entre hidroxilo, amino, mercapto o mezclas de los mismos.

55 En una realización no limitante, el monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos y/o el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos usados en la formación del componente polimerizable se eligen para las propiedades proporcionadas por las temperaturas de transición vítrea de los polímeros respectivos tras la polimerización, como conocen los expertos en la materia. Por ejemplo, los monómeros que forman polímeros que tienen temperatura de transición vítrea mayores de temperatura ambiente, por ejemplo, 23°C, tienden a formar

5 polímeros rígidos o duros, mientras que los monómeros que forman polímeros que tienen temperaturas de transición vítrea menores que la temperatura ambiente tienden a ser blandos y flexibles. Las propiedades de los monómeros usados para formar el entorno de la micropartícula polimérica pueden afectar al rendimiento de los materiales fotosensibles. Por ejemplo, en el caso de materiales orgánicos fotocromáticos que dependen de los cambios conformacionales para demostrar un estado activado y no activado, en una realización no limitante, un entorno blando y flexible permite mayor movimiento y puede permitir un aumento de rendimiento, o un entorno rígido y duro permite menos movimiento y puede provocar una disminución en el rendimiento. La formulación del componente polimerizable con materiales que tienen propiedades que pueden afectar al rendimiento de los materiales fotosensibles permite que la micropartícula polimérica fotosensible resultante tenga un entorno en el que el rendimiento de los materiales fotosensibles pueda estar controlado.

10 Tras la polimerización, cada uno del monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos y el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos forman polímeros, cuyas temperaturas de transición vítreas pueden variar ampliamente. En una realización no limitante, la temperatura de transición vítrea de un polímero formado tras la polimerización del monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos es mayor de o igual a la temperatura de transición vítrea del polímero formado tras la polimerización del monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos. En una realización no limitante alternativa, la temperatura de transición vítrea del polímero formado tras la polimerización del monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos es menor que la temperatura de transición vítrea del polímero formado tras la polimerización del monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos.

15 En una realización no limitante adicional, el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos están adaptados para formar un polímero que, tras la polimerización, tenga una temperatura de transición vítrea menor de 23°C, por ejemplo, de 22,9°C a -100°C o de 22°C a -90°C. En otra realización no limitante adicional, el monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos están adaptados para formar un polímero que, tras la polimerización, tenga una temperatura de transición vítrea igual a o mayor de 23°C, por ejemplo, de 23°C a 130°C o de 24°C a 100°C.

20 En otra realización no limitante adicional, el monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos y/o el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos pueden ser materiales de uretano adaptados para formar segmentos sustancialmente rígidos y/o sustancialmente flexibles. El concepto de preparar un material de uretano para formar segmentos rígidos o flexibles eligiendo los componentes, por ejemplo, isocianatos y polioles, para formar el tipo apropiado de segmento es conocido por el experto en la materia. Véase, por ejemplo, el análisis de segmentos duros y blandos en la Patente de Estados Unidos N° 6.187.44 en la columna 3, línea 40 a columna 4, línea 46, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia. Un segmento rígido de material de uretano es uno que da al material resultante en el que se usa una rigidez tal que no se dobla fácilmente sin rotura. Un segmento flexible de material de uretano es uno que da como resultado un material que es flexible y capaz de doblarse o moverse de una línea o forma recta sin rotura. En una realización no limitante, el monómero sustancialmente hidrófobo es un material de uretano, por ejemplo, un prepolímero de (met)acrilato de uretano, que está adaptado para formar un segmento flexible, y el monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos es un material de uretano, por ejemplo, un prepolímero de (met)acrilato de uretano adaptado para formar un segmento rígido. En una realización no limitante alternativa, el monómero o monómeros sustancialmente hidrófobos es un material de uretano que está adaptado para formar un segmento rígido y el monómero o monómeros sustancialmente hidrófilos es un material de uretano adaptado para formar un segmento flexible.

25 Los materiales de uretano de la presente invención pueden prepararse con isocianatos y polioles, aminas y/o tioles que pueden variar ampliamente. Los materiales y procedimientos adecuados son conocidos por los expertos en la materia de la preparación de uretano.

30 Cuando los componentes formadores de uretano, tales como componentes orgánicos que tienen grupos hidroxilo, mercapto y/o amino e isocianatos, se combinan para producir los materiales de uretano de la presente invención, las cantidades relativas de los ingredientes se expresan típicamente como una proporción del número disponible de grupos isocianato reactivos al número disponible de grupos hidroxilo, mercapto y/o amino reactivos, por ejemplo, una proporción equivalente de NCO:X, en la que X es OH, SH, NH y/o NH₂. Por ejemplo, una proporción de NCO:X de 1,0:1,0 se obtiene cuando el peso de un equivalente de NCO del componente isocianato se hace reaccionar con el peso de un equivalente de X del componente que contiene el grupo hidroxilo, mercapto y/o amino. Los materiales de uretano tienen una proporción equivalente de NCO:X que puede variar ampliamente. Por ejemplo, en una realización no limitante, la proporción equivalente de NCO:X puede variar entre 0,3:1,0 y 3,0:1,0 y todos los intervalos inclusive entre ellos. Cuando la proporción es mayor de 1,0:1,0, los grupos isocianato en exceso pueden estar bloqueados y/o reaccionados adicionalmente, por ejemplo, con urea o silanos organo-funcionales, para formar grupos hidrófilos, como conoce el experto en la materia.

35 Los ejemplos no limitantes de componentes de isocianato incluyen isocianatos modificados o no modificados, que tienen componentes que contienen isocianato libres, bloqueados, por ejemplo, con agentes de bloqueo adecuados, o parcialmente bloqueados, como saben los expertos en la materia, elegidos entre: tolueno-2,4-diisocianato; tolueno-2,6-diisocianato; difenilmetano-4,4'-diisocianato; difenilmetano-2,4'-diisocianato; diisocianato de para-fenileno; diisocianato de bifenilo; 3,3'-dimetil-4,4'-difenileno diisocianato; tetrametilen-1,4-diisocianato; hexametilen-1,6-diisocianato; 2,2,4-trimetil hexano-1,6-diisocianato; diisocianato de lisina metil éster; bis(isocianato etil)fumarato; diisocianato de isoforona; diisocianato etileno; dodecano-1,12-diisocianato; ciclobutano-1,3-diisocianato; 2-heptil-3,4-

bis(9-isocianatononil)-1-pentil-ciclohexano; ciclohexano-1,3-diisocianato; ciclohexano-1,4-diisocianato; dicitlohexilmetano-4,4-diisocianato o metilen bis(4-ciclohexilisocianato); diisocianato de metil ciclohexil; hexahidrotolueno-2,4-diisocianato; hexahidrotolueno-2,6-diisocianato; hexahidrofenileno-1,3-diisocianato; hexahidrofenileno-1,4-diisocianato; diisocianato de m-tetrametilxileno; diisocianato de p-tetrametilxileno; perhidrodifenilmetano-2,4'-diisocianato; perhidrodifenilmetano-4,4'-diisocianato, o mezclas de los mismos.

En una realización no limitante adicional, cuando el material de uretano se forma en presencia de un catalizador, el catalizador puede elegirse entre: bases de Lewis, ácidos de Lewis y catalizadores de inserción, como se describe en Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5ª Edición, 1992, Volumen A21, pág. 673 a 674, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de polioles orgánicos que pueden usarse en la presente invención como componentes formadores de uretano incluyen (a) polioles de policarbonato; (b) polioles de bajo peso molecular, por ejemplo, polioles que tienen un peso molecular promedio en peso menor de 500, por ejemplo, dioles alifáticos, tales como dioles alifáticos C₂-C₁₀, trioles, alcoholes polihídricos y polioles de bajo peso molecular alcoxlados; (c) polioles de poliéster; (d) polioles de poliéter; (e) polioles que contienen amida; (f) polioles poliacrílicos; (g) polioles de epoxi; (h) alcoholes polivinílicos polihídricos; (i) polioles de uretano; o (j) mezclas de los mismos. Los polioles de policarbonato mencionados anteriormente pueden formarse por procedimientos conocidos en la técnica, como se desvela en las Patentes de Estados Unidos 5.143.997 en la columna 3, línea 43 a columna 6, línea 25 y 5.527.879 en la columna 2, línea 10 a columna 3, línea 48. Los otros polioles pueden prepararse también por los procedimientos conocidos en la técnica, como se describe en la Patente de Estados Unidos 6.187.444, en la columna 7, línea 25 a columna 12, línea 15. Dichas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

En una realización no limitante, los polioles orgánicos, por ejemplo, dioles, trioles, etc., que se usan para preparar el material de uretano de la presente invención, pueden usarse para formar prepolímeros o aductos con los isocianatos. En otra realización no limitante, cada uno de los prepolímeros sustancialmente hidrófilos o sustancialmente hidrófobos pueden prepararse por reacción de un monómero hidrófilo, tal como ácido dimetilol propiónico o un monómero hidrófobo, tal como diol alifático C₈, con el grupo reactivo con isocianato del prepolímero. Dichos prepolímeros pueden ser prepolímeros de (met)acrilato de uretano sustancialmente hidrófilos o sustancialmente hidrófobos, por ejemplo, prepolímeros de acrilato de uretano, prepolímeros de metacrilato de uretano, o una mezcla de los mismos.

Como se ha indicado anteriormente, las composiciones acuosas de la presente invención incluyen una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible. La expresión "una cantidad eficaz de material fotosensible" significa aquella cantidad de material fotosensible en el componente polimerizable y la micropartícula polimérica fotosensible resultante que, cuando se irradia con una longitud de onda apropiada de radiación electromagnética, produce una respuesta detectable por el instrumento o por observación visual, tal como un cambio en la longitud de onda o la cantidad de radiación emitida por el material fotosensible, un cambio en la longitud de onda de la radiación que pasa a través del material fotosensible o un cambio en el color observado del material fotosensible. La expresión "materiales fotosensibles" incluye materiales orgánicos fotosensibles, materiales inorgánicos fotosensibles o mezclas de los mismos, pero no incluye colorantes, tales como pigmentos y tintes fijos, y tintes dicróicos convencionales, a menos que la propiedad dicróica esté asociada con un material fotocromático como se analiza posteriormente en el presente documento. En una realización no limitante, el material fotosensible se elige entre tintes fluorescentes, tintes fosforescentes, materiales ópticos no lineales, materiales fotocromáticos o mezclas de los mismos.

En otra realización no limitante, el material o materiales fotosensibles comprende adicionalmente uno o más grupos polimerizables descritos anteriormente en el presente documento. Los diversos procedimientos para fijar los grupos polimerizables a materiales fotosensibles los conocen los expertos en la materia. Véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos 6.113.814 en la columna 8, línea 42 a columna 22, línea 7, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia. Los procedimientos adicionales que pueden emplearse son aquellos usados para fijar grupos funcionales a materiales no fotosensibles, tales como los procedimientos descritos en la Patente de Estados Unidos 5.919,846 en la columna 2, línea 35 a columna 4, línea 42. El material fotosensible, en una realización no limitante, puede estar unido, al menos parcialmente, a materiales poliméricos de tipo cadena del componente polimerizable.

Como saben los expertos en la materia, los tintes fluorescentes y fosforescentes emiten radiación visible cuando un átomo o molécula pasa de un estado electrónico superior a uno inferior. La diferencia entre los dos tintes es que la emisión de luminiscencia después de la exposición a radiación a partir del tinte fluorescente ocurre más pronto que a partir del tinte fosforescente.

Los tintes fluorescentes conocidos por los expertos en la materia pueden usarse como materiales fotosensibles en la presente invención. Véase, Haugland, R.P. (1996) Molecular Probes Handbook for Fluorescent Probes and Research Chemicals, 6ª edición. Los ejemplos no limitantes de tintes fluorescentes incluyen antracenos, tetracenos, pentacenos, rodaminas, benzofenonas, cumarinas, fluoresceínas, perilenos y mezclas de los mismos.

Los tintes fosforescentes conocidos por los expertos en la materia pueden usarse como materiales fotosensibles en la presente invención. Los ejemplos no limitantes de tintes fosforescentes incluyen: complejos metal-ligando tales

como tris(2-fenipiridina) iridio [Ir(ppy)₃]; 2,3,7,8,12,13,17,18-octaetil-21H,23H-porfirina platino (II) [PtOEP] y tintes orgánicos tales como eosina (2',4',5',7'-tetrabromofluoresceína), 2,2'-bipiridina y eritrosina (2',4',5',7'-tetraiodofluoresceína).

5 Los materiales ópticos no lineales (NLO) pueden tener una estructura cristalina diferente, que es ópticamente anisotrópica con respecto a la radiación electromagnética, pero que también puede ser amorfa, por ejemplo, arsenato de galio, así como polimérica, incorporando una diversidad de cromóforos, tales como rojo disperso 1 [2873-52-8] 4-(N-etil-N-2-hidroxietil)amino-4'-nitroazobenceno. Como se usa en el presente documento, el término "anisotrópico" significa que tiene al menos una propiedad que difiere en valor cuando se mide en al menos una dirección diferente. De esta manera, los "materiales ópticamente anisotrópicos" son materiales que tienen al menos
10 una propiedad óptica que difiere en valor cuando se mide en al menos una dirección diferente. Basándose en la naturaleza anisotrópica de los materiales NLO, la ordenación o alineación de los materiales, como conocen los expertos en la materia, se usa para aprovechar el comportamiento no lineal de estos materiales. Algunos materiales NLO cambian la luz que pasa a través de ellos, dependiendo de la orientación, temperatura, longitud de onda de la luz, etc. Un ejemplo no limitante de esta propiedad de los materiales NLO es que una luz roja, de longitud de onda
15 baja, entra en un cristal de dihidrogenofosfato de amonio que libera fotones de mayor energía acumulada, y sale como luz azul de mayor longitud de onda. Véase, D. Arivolu "Fundamentals of nonlinear optical materials" PRAMANA journal of physics Vol 57, Nº 5 & 6 Nov. & Dec. 2001, pág. 871-883, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia.

20 Los materiales NLO conocidos por los expertos en la materia pueden usarse como materiales fotosensibles en la presente invención. Véase, Nalwa, H.S. y Miyata, S, Editors, Nonlinear Optics of Organic Molecules and Polymers by CRC, 1997. Los ejemplos no limitantes de materiales NLO, además de los materiales mencionados anteriormente, incluyen: 4-dimetilamina-4-nitroestilbeno; 4-[4-(fenilazo)-1-naftilazo]fenol; N-etil-N-(2-hidroxietil)-4-(4-nitrofenilazo)anilina; y (S)-(-)-1-(4-nitrofenil)-2-pirrolidinametanol.

25 Los materiales fotocromáticos tienen al menos dos estados, un primer estado que tiene un primer espectro de absorción, y un segundo estado que tiene un segundo espectro de absorción, que difiere del primer espectro de absorción, y que son capaces de cambiar entre los dos estados como respuesta al menos a radiación actínica de al menos dos longitudes de onda diferentes. Por ejemplo, el Isómero A de un material fotocromático en el primer espectro de absorción, por ejemplo, un estado "más transparente", se expone a la luz de una primera longitud de onda y se isomeriza al Isómero B en el segundo espectro de absorción, por ejemplo, un estado "coloreado", que
30 cuando se expone a la luz de una segunda longitud de onda diferente, o cuando se expone a la luz de una primera longitud de onda se isomeriza de vuelta al Isómero A. Típicamente, los materiales fotocromáticos en el estado transparente se consideran "inactivados" y en el estado coloreado están "activados". Dentro de las clases de materiales fotocromáticos, hay materiales fotocromáticos térmicamente reversibles y térmicamente no reversibles. Los materiales fotocromáticos térmicamente reversibles son capaces de cambiar entre un primer y segundo estados como
35 respuesta a al menos una radiación actínica, y volver al primer estado como respuesta a energía térmica, por ejemplo, cualquier forma de calor o retirada de la radiación activante. Los materiales fotocromáticos no reversibles (o foto-reversibles) térmicamente están adaptados para cambiar entre estados como respuesta a radiación actínica, aunque no energía térmica. Como se usa en el presente documento "radiación actínica" significa radiación electromagnética, tal como, aunque sin limitación, radiación ultravioleta y visible, que es capaz de provocar una
40 respuesta en materiales fotocromáticos.

En una realización no limitante adicional, tanto los materiales fotocromáticos térmicamente reversibles como térmicamente no reversibles pueden adaptarse para presentar propiedades tanto fotocromáticas como dicroicas, por ejemplo, polarización al menos parcialmente lineal, en las condiciones apropiadas, y se denominan materiales fotocromáticos-dicroicos. Como se usa en el presente documento, "polarización al menos parcialmente lineal" significa
45 confinar de algunas a todas las vibraciones del vector de campo eléctrico de las ondas de luz en una dirección o plano. Como se analiza más adelante con más detalle, los artículos fotosensibles que comprenden materiales ópticamente anisotrópicos, tales como materiales ópticos no lineales y/o materiales fotocromáticos-dicroicos pueden estar al menos parcialmente alineados.

50 Los ejemplos no limitantes de materiales fotocromáticos incluyen una amplia diversidad de materiales fotocromáticos, que pueden usarse como materiales fotosensibles en la presente invención. En una realización no limitante, el material fotocromático se elige entre un material fotocromático inorgánico, un material fotocromático orgánico o una mezcla de los mismos.

55 En una realización no limitante, el material fotocromático inorgánico comprende cristalitas de haluro de plata, haluro de cadmio y/o haluro de cobre. Otros materiales fotocromáticos inorgánicos no limitantes pueden prepararse mediante la adición de europio (II) y/o cerio (III) a un cristal mineral, tal como un vidrio de sosa-sílice. En una realización no limitante, los materiales fotocromáticos inorgánicos se añaden a vidrio fundido y se forman en partículas que se incorporan en la composición acuosa de la presente invención para formar micropartículas que comprenden dichos materiales particulados. Los materiales particulados de vidrio pueden formarse por cualquier número de diversos procedimientos conocidos en la técnica. Los materiales fotocromáticos inorgánicos se describen adicionalmente en
60 Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 4ª Edición, Volumen 6, páginas 322-325.

En otra realización no limitante, el material fotocromico es al menos un material fotocromico orgánico que comprende, al menos, un máximo de absorción activado en el intervalo de 300 a 1000 nanómetros, como saben los expertos en la materia. En una realización no limitante adicional, el material fotocromico orgánico comprende una mezcla de (a) al menos un material fotocromico que tiene una λ máx. visible de 400 a menos de 550 nanómetros, y (b) al menos un material fotocromico orgánico que tiene una λ máx. visible de 550 a 700 nanómetros.

En una realización no limitante adicional, el material fotocromico puede incluir las siguientes clases de materiales: piranos, oxazinas, fulgidas, fulgimidas, diariletanos o mezclas de los mismos. De acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento, el material o materiales fotocromicos pueden ser un material fotocromico térmicamente reversible y/o un material fotocromico térmicamente no reversible. De acuerdo con una realización no limitante, el material o materiales fotocromicos se eligen entre piranos térmicamente reversibles, oxazinas térmicamente reversibles, fulgidas térmicamente reversibles, fulgimidas térmicamente reversibles o mezclas de los mismos. De acuerdo con otra realización no limitante, el material o materiales fotocromicos es una fulgida térmicamente no reversible, una fulgimida térmicamente no reversible, un diariletano térmicamente no reversible o una mezcla de los mismos. De acuerdo con realizaciones no limitantes adicionales, el material fotocromico es un material fotocromico-dicroico.

Los ejemplos no limitantes de piranos fotocromicos que pueden usarse en el presente documento incluyen benzopiranos y naftopiranos, por ejemplo nafto[1,2-b]piranos, nafto[2,1-b]piranos, y naftopiranos condensados con indeno, tales como los desvelados en la Patente de Estados Unidos 5.645.767 en la columna 2, línea 16 a columna 12, línea 57, y naftopiranos heterocíclicos condensados, tales como los desvelados en las Patentes de Estados Unidos N° 5.723.072 en la columna 2, línea 27 a columna 15, línea 55, 5.698.141 en la columna 2, línea 11 a columna 19, línea 45, 6.153.126 en la columna 2, línea 26 a columna 8, línea 60 y 6.022.497 en la columna 2, línea 21 a columna 11, línea 46, cuyas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia, y espiro-9-fluoreno[1,2-b]piranos, fenantropiranos, quinolinopiranos; fluoroantenopiranos y espiropiranos, por ejemplo, espiro(benzindolin)naftopiranos, espiro(indolin)benzopiranos, espiro(indolin)naftopiranos, espiro(indolin)quinolinopiranos y espiro(indolin)piranos. Los ejemplos más específicos de naftopiranos y sustancias fotocromicas orgánicas complementarias se describen en la Patente de Estados Unidos 5.658.501 en la columna 1, línea 64 a columna 13, línea 17, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia. Los espiro(indolin)piranos se describen también en el texto, Techniques in Chemistry, Volumen III, "Photochromism", Capítulo 3, Glenn H. Brown, Editor, John Wiley and Sons, Inc., Nueva York, 1971, que también se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de oxazinas fotocromicas que pueden usarse junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento incluyen benzoxazinas, naftoxazinas y espiro-oxazinas, por ejemplo, espiro(indolin)naftoxazinas, espiro(indolin)piridobenzoxazinas, espiro(benzindolin)piridobenzoxazinas, espiro(benzindolin)naftoxazinas, espiro(indolin)benzoxazinas, espiro(indolin)fluoroantenoxazina y espiro(indolin)quinoxazina.

Los ejemplos no limitantes de fulgidas o fulgimidas fotocromicos térmicamente reversibles que pueden usarse junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento incluyen: fulgidas y fulgimidas que se desvelan en la Patente de Estados Unidos 4.685.783 en la columna 1, línea 57 a columna 5, línea 27, cuya descripción se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia, y mezclas de cualquiera de los materiales/compuestos fotocromicos mencionados anteriormente.

De acuerdo con una realización no limitante específica, en la que el material fotocromico comprende al menos dos compuestos fotocromicos, los compuestos fotocromicos pueden unirse entre sí mediante sustituyentes del grupo de unión en los compuestos fotocromicos individuales. Por ejemplo, los materiales fotocromicos pueden ser compuestos fotocromicos polimerizables o compuestos fotocromicos que se añaden para ser compatibles con un material huésped ("materiales fotocromicos compatibilizados"). Los ejemplos no limitantes de los materiales fotocromicos polimerizables que pueden usarse junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento se desvelan en la Patente de Estados Unidos 6.113.814 en la columna 2, línea 23 a columna 23, línea 29, cuya divulgación se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia. Los ejemplos no limitantes de materiales fotocromicos compatibilizados que pueden usarse junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento se desvelan en la Patente de Estados Unidos 6.555.028 en la columna 2, línea 40 a columna 25, línea 26, cuya divulgación se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia. En una realización no limitante, un material fotocromico polimerizable que es sustancialmente hidrófilo puede usarse como el monómero sustancialmente hidrófilo en el componente polimerizable. En otra realización no limitante, un material fotocromico polimerizable que es sustancialmente hidrófobo puede usarse como el monómero sustancialmente hidrófobo en el componente polimerizable.

Otros grupos fotocromicos adecuados y grupos fotocromicos complementarios se describen en las Patentes de Estados Unidos 6.080.338 en la columna 2, línea 21 a columna 14, línea 43; 6.136.968 en la columna 2, línea 43 a columna 20, línea 67; 6.296.785 en la columna 2, línea 47 a columna 31, línea 5; 6.348.604 en la columna 3, línea 26 a columna 17, línea 15; 6.353.102 en la columna 1, línea 62 a columna 11, línea 64; y 6.630-597 a columna 2, línea 23. Las divulgaciones mencionadas anteriormente de las patentes mencionadas anteriormente se incorporan

de esta manera en el presente documento por referencia.

Otros materiales fotocrómicos adecuados adicionales incluyen materiales fotocrómicos-dicroicos, tales como los materiales desvelados en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N° de Serie P-108.936, del párrafo [0020] a [0134], presentada el 17 de mayo de 2004, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia. Dicho material puede usarse para proporcionar propiedades de polarización a micropartículas que están al menos parcialmente alineadas como se describe posteriormente en el presente documento. Los ejemplos no limitantes de dichos compuestos fotocrómicos-dicroicos incluyen:

- (1) 3-fenil-3-(4-(4-(3-piperidin-4-il-propil)piperidin)fenil)-13,13-dimetil-indeno[2',3':3,4]-nafto[1,2-b]pirano;
- (2) 3-fenil-3-(4-(4-(3-(1-(2-hidroxiethyl)piperidin-4-il)propil)piperidin)fenil)-13,13-dimetil-indeno[2',3':3,4]nafto[1,2-b]pirano;
- (3) 3-fenil-3-(4-(4-(4-butyl-fenilcarbamoil)-piperidin-1-il)fenil)-13,13-dimetil-6-metoxi-7-(4-fenil-piperazin-1-il)indeno[2',3':3,4] nafto[1,2-b]pirano;
- (4) 3-fenil-3-(4-([1,4']bipiperidinil-1'-il)fenil)-13,13-dimetil-6-metoxi-7-([1,4']bipiperidinil-1'-il)indeno[2',3':3,4]nafto[1,2-b]pirano;
- (5) 3-fenil-3-(4-(4-fenil-piperazin-1-il)fenil)-13,13-dimetil-6-metoxi-7-(4-(4-hexilbenzoiloxi)-piperidin-1-il)indeno[2',3':3,4] nafto[1,2-b]pirano; o
- (6) mezclas de dichos piranos.

Además de los materiales fotocrómicos mencionados anteriormente, un ejemplo no limitante de material fotocrómico de diarileno térmicamente no reversible se describe en la Solicitud de Patente de Estados Unidos 2003/0174560 del párrafo [0025] a [0086], y una fulgida o fulgimida térmicamente no reversible se describe en la Patente de Estados Unidos 5.631.382 en la columna 2, línea 35 a columna 12, línea 8, cuyas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

En una realización no limitante adicional, el material fotosensible es un material fotocrómico que comprende un pirano elegido entre:

- (a) 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-(2-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
- (b) 3-fenil-3-(4-morfolinofenil)-6,7-dimetoxi-13-butyl-13-(2-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
- (c) 3,3-di(4-metoxifenil)-6-metoxi-7-morfolino-13-ethyl-13-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
- (d) 3-(4-(2-hidroxiethoxy)fenil)-3-(4-morfolinofenil)-13,13-dimetil-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
- (e) 3-(4-metoxifenil)-3-(4-fluorofenil)-6,7-dimetoxi-13-ethyl-13-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
- (f) 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-hidroxi-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano; o
- (g) mezclas de dichos piranos.

Los procedimientos de fabricación de materiales fotocrómicos con y sin al menos un grupo polimerizable los conocen bien los expertos en la materia. Por ejemplo, y sin limitación, 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-(2-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano (Material Fotocrómico A), puede prepararse siguiendo el procedimiento del Ejemplo 8 de la Patente de Estados Unidos 6.113.814, ejemplo que se incorpora en el presente documento por referencia, excepto que en la Etapa 7 del procedimiento, se usa trietilenglicol en lugar del dietilenglicol.

En una realización no limitante adicional, un material fotocrómico, tal como 3-fenil-3-(4-morfolinofenil)-6,7-dimetoxi-13-butyl-13-(2-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano (Material Fotocrómico B), puede prepararse usando el mismo procedimiento que el descrito anteriormente para el Material Fotocrómico A, excepto que se usa el producto del Ejemplo 16 en la Patente de Estados Unidos 6.296.785 (ejemplo que se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia) en la Etapa 7 del Ejemplo 8 del documento U.S. 6.113.814.

En una realización no limitante adicional más, un material fotocrómico, tal como 3,3-di(4-metoxifenil)-6-metoxi-7-morfolino-13-ethyl-13-(2-(2-hidroxiethoxy)ethoxy)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano (Material Fotocrómico C), puede prepararse haciendo reaccionar 2-morfolino-3-metoxi-5,7-dihidroxi-7-ethyl-7H-benzo[C]fluoreno, que puede prepararse mediante la siguiente Etapa 2 del Ejemplo 9 de la Patente de Estados Unidos 6.296.785, usando el material de partida apropiadamente sustituido (ejemplo que se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia) con 1,1-bis(4-metoxifenil)-2-propin-1-ol, que puede prepararse por el siguiente procedimiento de la Etapa 1 del Ejemplo 1 de la patente de Estados Unidos 5.458.814 (ejemplo que se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia) usando procedimientos conocidos por los expertos en la materia.

En otra realización no limitante, un material fotocrómico, tal como (d) 3-(4-(2-hidroxiethoxy)-fenil)-3-(4-morfolinofenil)-13,13-dimetil-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano (Material Fotocrómico D), puede prepararse haciendo reaccionar 7,7-dimetil-5-hidroxi-7H-benzo[C]fluoreno con 1-(4-(2-hidroxiethoxy)-fenil)-1-(4-morfolinofenil)-2-propin-1-ol usando procedimientos conocidos por los expertos en la materia.

Análogamente, en una realización no limitante, un material fotocromico, tal como 3-(4-fluorofenil)-3-(4-metoxifenil)-6,7-dimetoxi-13-etil-13-(2-(2-hidroxietoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano (Material Fotocromico E), puede prepararse siguiendo el procedimiento usado para el Material Fotocromico A, excepto que usa 3-(4-fluorofenil)-3-(4-metoxifenil)-6,7-dimetoxi-13-etil-13-hidroxi-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano y dietilenglicol en el procedimiento.

En otra realización no limitante, un materia fotocromico tal como (f) 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-hidroxi-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano (Material Fotocromico F), puede prepararse mediante el procedimiento del Ejemplo 5 de la Patente de Estados Unidos 5.645.767, ejemplo que se incorpora en el presente documento por referencia.

Los materiales fotosensibles descritos en el presente documento pueden elegirse entre una diversidad de materiales. Los ejemplos no limitantes incluyen: un compuesto fotosensible individual; una mezcla de compuestos fotosensibles; un material que comprende, al menos, un compuesto fotosensible, tal como una resina polimérica o una solución monomérica orgánica; un material tal como un monómero o polímero al que al menos un compuesto fotosensible está enlazado químicamente; un polímero fotosensible, por ejemplo, un polímero fotocromico que comprende compuestos fotocromicos unidos juntos; o mezclas de los mismos.

En una realización no limitante, cuando el material fotosensible es un material fotocromico orgánico que comprende al menos un grupo polimerizable y el material copolimerizable está presente, el componente polimerizable comprende del 2 al 25 por ciento en peso de prepolímero sustancialmente hidrófilo, del 2 al 25 por ciento en peso de prepolímero sustancialmente hidrófobo, del 1 al 45 por ciento en peso del material fotocromico y del 5 al 95 por ciento en peso de uno o más monómeros copolimerizables, basado en el peso total de sólidos del componente polimerizable, que es del 100 por cien. En otra realización no limitante, el componente polimerizable comprende del 10 al 25 por ciento en peso de prepolímero sustancialmente hidrófilo, del 10 al 25 por ciento en peso del prepolímero sustancialmente hidrófobo, del 5 al 15 por ciento del material fotocromico y del 35 al 75 por ciento en peso de uno o más monómeros copolimerizables. Cada uno de los componentes individuales del componente polimerizable pueden variar en todas las cantidades numéricas entre cualquier combinación de sus intervalos respectivos, inclusive los intervalos mencionados anteriormente. En una realización no limitante, el fotocromico orgánico está presente en una cantidad de hasta 50 por ciento en peso del peso total de sólidos del componente polimerizable.

Las realizaciones no limitantes adicionales de la presente invención son micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas, que comprenden al menos un componente parcialmente polimerizado que comprende dominios integrales de superficie e interior, comprendiendo dicho dominio de superficie al menos una región sustancialmente hidrófila, comprendiendo dicho dominio interior al menos una región sustancialmente hidrófoba, y al menos uno de dichos dominios de superficie y/o interior es fotosensible. En una realización no limitante adicional, el dominio de superficie y/o interior que es fotosensible comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible elegido entre materiales fluorescentes, materiales fosforescentes, material ópticos no lineales, materiales fotocromicos o mezclas de los mismos. En una realización no limitante adicional, el dominio interior está adaptado para ser fotosensible. En una realización no limitante adicional más, el material fotosensible es sustancialmente no extraíble y en otra realización no limitante más aún, el material fotosensible es un material fotocromico.

Las micropartículas poliméricas al menos parcialmente reticuladas se forman mediante el auto-ensamblaje y polimerización parcial del componente polimerizable en un entorno acuoso. Durante el auto-ensamblaje de las micropartículas, las regiones sustancialmente hidrófilas se orientan hacia el exterior y forman el dominio de superficie, y las regiones sustancialmente hidrófobas se orientan hacia el interior y forman el dominio interior. Como se usa en el presente documento, las expresiones "dominio de superficie" significa la región contigua del exterior de las micropartículas y "dominio interior" comprende la región contigua del interior de las micropartículas, dominios que son todos integrales.

En otra realización no limitante adicional, el al menos un material fotosensible está adaptado para ser sustancialmente no extraíble. En otra realización no limitante, el material fotosensible no extraíble es un material fotocromico. En una realización no limitante adicional, el material fotocromico es un material fotocromico orgánico y, en una realización no limitante adicional más, el material fotocromico orgánico está sustituido con al menos un grupo polimerizable. Por sustancialmente no extraíble se entiende que una micropartícula de material fotosensible sustancialmente no extraíble liberará menos material fotosensible que una micropartícula de un material fotosensible idéntico que es sustancialmente extraíble, puesto que no se tomaron medidas para evitar la extracción, por ejemplo, proporcionando al material fotosensible con al menos un grupo polimerizable capaz de reaccionar con el componente polimerizable como se describe posteriormente en el presente documento.

La capacidad de extracción relativa de los materiales fotosensibles a partir de las micropartículas poliméricas fotosensibles (usando materiales fotocromicos orgánicos como un ejemplo) puede ensayarse incluyendo una cantidad eficaz de las micropartículas poliméricas fotocromicas de un material fotocromico sustancialmente no extraíble, tal como el Fotocromico A descrito anteriormente en el presente documento, que tiene al menos un grupo polimerizable capaz de reaccionar con el componente polimerizable, en una porción de una composición de revestimiento del tipo formación de película usada en los ejemplos, y que incluye una cantidad eficaz de las

micropartículas poliméricas fotocromáticas de un material fotocromático sustancialmente extraíble, tal como el Fotocromático F descrito anteriormente en el presente documento, que no tiene un grupo polimerizable capaz de reaccionar con el componente polimerizable, en otra porción de la composición de revestimiento. La expresión "cantidad eficaz" en esta ilustración significa que se usa una cantidad suficiente de las micropartículas poliméricas fotocromáticas para producir un efecto fotocromático discernible a simple vista tras la activación. Las composiciones de revestimiento que contienen cada tipo de micropartículas poliméricas fotocromáticas se aplican como revestimientos al menos parciales a lentes, y se curan al menos parcialmente, como se describe en los ejemplos del presente documento. Las lentes revestidas al menos parcialmente curadas, así como las lentes no revestidas del mismo material se miden cada una para su absorbancia a una longitud de onda adecuada, por ejemplo 390 nanómetros (nm), para medir las cantidades iniciales de materiales fotocromáticos, así como la absorbancia del material de lente. La absorbancia de la lente no revestida se resta de la absorbancia de cada una de las lentes revestidas para considerar los estabilizadores ultravioletas presentes típicamente en dicho material de lente. Las lentes revestidas, así como las lentes no revestidas, se sumergen en recipientes por separado de cantidades equivalentes de un disolvente, en el que el material fotosensible es al menos parcialmente soluble, tal como tetrahidrofurano (THF), disolvente que se mantiene a 23°C, por ejemplo, a temperatura ambiente. A intervalos de 30 minutos, cada una de estas lentes se retira, se seca y se ensaya para su absorbancia a 390 nm, y la absorbancia de las lentes no revestidas se resta de cada una de la de las lentes revestidas al menos parcialmente. Esto continúa hasta que las lecturas de absorbancia para las lentes revestidas no cambia significativamente, indicando que la cantidad extraíble de material fotocromático ya se ha extraído.

Respecto a las micropartículas polímeros fotosensibles de la presente invención, en una realización no limitante, la cantidad de material fotosensible sustancialmente no extraíble liberado de las micropartículas poliméricas fotosensibles en comparación con la cantidad de material fotosensible extraíble liberado de las micropartículas poliméricas fotosensibles, puede variar de ligeramente menor a significativamente menor. Dicho de otra manera, las micropartículas que contienen materiales fotosensibles sustancialmente no extraíbles pueden liberar del 10% menos al 100% menos de material fotosensible que las micropartículas que contienen materiales fotocromáticos extraíbles.

En otra realización no limitante, el material fotosensible puede hacerse sustancialmente no extraíble por atrapamiento, debido a que queda atrapado dentro de la red polimérica resultante de al menos una micropartícula polimérica al menos parcialmente reticulada, como resultado del tamaño del material fotosensible. Por ejemplo, en una realización no limitante, un material fotosensible particulado, por ejemplo, un material particulado de vidrio que comprende materiales fotocromáticos inorgánicos o un oligómero fotocromático o polímero fotocromático, que tiene un peso promedio de número y/o una configuración que se esperaría fuese atrapado por su tamaño. En otra realización no limitante, el material fotosensible está al menos parcialmente unido a la red polimérica mediante enlaces covalentes, por ejemplo, mediante al menos un grupo funcional reactivo con los dominios de superficie y/o interior. En una realización no limitante adicional, el material fotosensible se mantiene mediante una combinación de factores, incluyendo tamaño físico, enlace de hidrógeno y enlace covalente.

En una realización no limitante, se ha observado que los materiales fotosensibles orgánicos sustancialmente no extraíbles, por ejemplo los materiales fotocromáticos, permanecen en la fase física en la que se añadieron. Por ejemplo, los materiales fotocromáticos orgánicos sustancialmente no extraíbles asociados con la región sustancialmente hidrófoba del dominio interior no tienden a migrar a la región sustancialmente hidrófila del dominio superficial y cristalizar.

El tamaño de las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención puede variar ampliamente. Por ejemplo, en realizaciones no limitantes alternativas, el tamaño de las micropartículas de la presente invención puede variar de un tamaño de partícula medio, por ejemplo, un tamaño de partícula medio en volumen según se determina por un instrumento para medir el tamaño de partícula por difracción láser, que mide el tamaño de las partículas suponiendo que cada partícula tiene una forma esférica, produciendo un "tamaño de partícula" referido al diámetro de la esfera más pequeña que encerrará completamente la partícula de 10 a 10.000 nanómetros (nm) o de 20 a 5000 nm, de 30 a 1500 nm, de 40 a 1000 nm, de 50 a 500 nm o de 60 a 200 nm. El tamaño de partícula medio de las micropartículas poliméricas fotosensibles tiene un intervalo que varía entre cualquiera de los valores mencionados anteriormente, inclusive los valores citados, por ejemplo de 50 a 120 nm.

Cuando el tamaño de partícula medio de las micropartículas poliméricas fotosensibles es menor de 50 nm, el tamaño puede determinarse por procedimientos de dispersión láser ultravioleta o rayos X, microscopio de fuerza atómica, dispersión de neutrones u otros procedimientos conocidos por los expertos en la materia. Cuando el tamaño de partícula medio es mayor de 50 nanómetros, y hasta 1000 nm, el tamaño de partícula medio puede medirse de acuerdo con técnicas de dispersión visible-láser conocidas, o puede determinarse examinando visualmente una microfotografía de electrones de una imagen de un microscopio electrónico de transmisión ("TEM"), que mide el diámetro de las partículas en la imagen y calcula el tamaño de partícula medio basado en el aumento de la imagen TEM. Cuando el tamaño de partícula medio es mayor de 1000 nm, el tamaño puede medirse usando procedimientos con microscopio óptico conocidos por los expertos en la materia.

En una realización no limitante adicional, las micropartículas poliméricas fotosensibles mencionadas anteriormente comprenden una funcionalidad adaptada para reaccionar con materiales de reticulación. Dicha funcionalidad permite también que las micropartículas poliméricas fotosensibles reaccionen con componentes de materiales huésped, por

ejemplo, materiales orgánicos poliméricos, para hacer a las micropartículas poliméricas fotosensibles más compatibles con el huésped. Mediante la expresión "más compatible" se entiende que la combinación de las micropartículas poliméricas fotosensibles y el material huésped sería menos probable que pudiera demostrar empañamiento o turbidez, que es una indicación típica de ausencia de compatibilidad. En una realización no limitante, al menos una porción de la funcionalidad adaptada para reaccionar es hidrófila, por ejemplo, los grupos funcionales hidroxilo y carboxilo. Los ejemplos no limitantes de grupos funcionales incluyen: grupos hidroxilo, carboxilo, epoxi, carbamato, amino, mercapto, amida y/o urea.

Respecto a los materiales de reticulación, en una realización no limitante, los materiales reticulantes se eligen entre: materiales que comprenden dos o más sitios de insaturación reactiva; materiales que comprenden dos o más de los grupos funcionales mencionados anteriormente; materiales que comprenden uno o más sitios de insaturación reactiva y uno o más de los grupos funcionales mencionados anteriormente, o mezclas de dichos materiales reticulantes. Los ejemplos no limitantes de materiales reticulantes para materiales que contienen el grupo funcional hidroxilo, carboxilo, amida y carbamato incluyen resinas de aminoplasto, resinas de fenoplasto o mezclas de las mismas. Los ejemplos no limitantes de resinas de aminoplasto están disponibles en el mercado en CYTEC Industries, Inc., con la marca comercial CYMEL, por ejemplo, CYMEL® 327, 328, 345, 350, 370 y 385 y en Monsanto Chemical Co. con la marca comercial RESIMENE.

En otra realización no limitante, los poliisocianatos y poliisocianatos bloqueados y poliaziridinas pueden usarse como materiales reticulantes para materiales que contienen un grupo hidroxilo y amino primario y/o secundario. Los ejemplos no limitantes de poliisocianatos e isocianatos bloqueados adecuados para su uso como agentes reticulantes para las micropartículas fotosensibles de la presente invención son aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos N° 4.546.045 en la col. 5, líneas 16 a 38; y en la Patente de Estados Unidos N° 5.468.802 en la col. 3, líneas 48 a 60, cuyas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de materiales reticulantes para grupos hidroxilo y amino primario y/o secundario incluyen anhídridos que se conocen bien en la técnica. Los ejemplos no limitantes de anhídridos adecuados para su uso como materiales reticulantes son aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos N° 4.798.746 en la col. 10, líneas 16 a 50; y en la Patente de Estados Unidos N° 4.732.790 en la col. 3, líneas 41 a 57, cuyas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de materiales reticulantes para grupos funcionales carboxilo incluyen poliepóxidos y carbodiimidas, tales como los materiales comercializados con la marca comercial CARBODILITE, fabricados por Nisshinbo Industries, Inc de Japón.

Los ejemplos no limitantes de materiales reticulantes para materiales que contienen el grupo funcional epoxi son poliácidos que se conocen bien en la técnica. Los ejemplos no limitantes de poliácidos adecuados para su uso como materiales reticulantes son aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos N° 4.681.811 en la col. 6, línea 45 a col. 9, línea 54, cuya divulgación se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de materiales reticulantes para carbonatos y ésteres sin impedimentos estéricos incluyen poliaminas que se conocen bien en la técnica. Los ejemplos no limitantes de poliaminas adecuadas para su uso como materiales reticulantes para las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención son aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos N° 4.046.729 en la col. 6, línea 61 a col. 7, línea 26, cuya divulgación se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de materiales reticulantes para materiales que contienen el grupo funcional hidroxilo incluyen siloxanos, silanos y/o hidrolizados de cada uno de los componentes típicos de soluciones de revestimiento, que producen un revestimiento duro, tales como las soluciones de revestimiento Hi-Gard®, comercializadas por PPG Industries, Inc. Los ejemplos no limitantes adicionales incluyen materiales sustituidos con sililo, tales como tris[3(trimetoxisilil)propil]isocianurato, que se conocen bien en la técnica.

Cuando se desea y es apropiado, pueden usarse mezclas de los materiales reticulantes mencionados anteriormente.

En una serie de realizaciones no limitantes adicionales, la reactividad con los materiales reticulantes y las propiedades físicas adicionales, tales como aquellas descritos posteriormente en el presente documento, pueden asociarse con las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención. Las micropartículas pueden estar adaptadas para tener estas propiedades por incorporación de materiales que les confieren dichas propiedades durante la formación del componente polimerizable y/o después de la formación de las micropartículas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas.

En una realización no limitante, la micropartícula polimérica fotosensible está adaptada para ser magnética o magnéticamente sensible, mediante la introducción de materiales magnéticos y/u óxidos metálicos magnéticamente sensibles durante y/o después de la preparación de las micropartículas. Los ejemplos no limitantes de dichos materiales incluyen óxidos metálicos super-paramagnéticos, óxidos metálicos paramagnéticos, óxidos metálicos ferromagnéticos, por ejemplo, ferrita o mezclas de los mismos, como conocen los expertos en la materia. Los particulados magnéticos están disponibles en el mercado en Dynal Biotech, o pueden prepararse usando

procedimientos reconocidos en la técnica, tales como los desvelados, por ejemplo en, las Patentes de Estados Unidos 4.358.388 en la columna 1, línea 42 a columna 7, línea 39, y 5.356.713 en la columna 1, línea 47 a columna 5, línea 12, cuyas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

5 En otra realización no limitante, las micropartículas poliméricas fotosensibles pueden ser eléctricamente conductoras, por incorporación de materiales eléctricamente conductores en las micropartículas poliméricas fotosensibles. En una realización no limitante, las cargas eléctricamente conductoras tales como cargas de carbono, negros de humo o fibras metálicas pueden incorporarse durante y/o después de la preparación de las micropartículas. La cantidad de material eléctricamente conductor añadido puede variar ampliamente con la
10 condición de que el umbral de percolación, por ejemplo, la concentración de carga a la que las micropartículas conducirán una corriente eléctrica, se alcanza o supera. En otra realización no limitante, los polímeros eléctricamente conductores pueden incorporarse en el microparticulado incluyendo monómeros de dichos polímeros en el componente polimerizable. Los ejemplos no limitantes de polímeros conductores incluyen: polímeros basados en polianilina, polímeros basados en polipirrol, polímeros basados en politiofeno, polímeros basados en óxido de polietileno o copolímeros de los mismos. La preparación y uso de materiales eléctricamente conductores puede
15 conseguirse usando técnicas bien conocidas por los expertos en la materia. Véase Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Cuarta Edición, Volumen 9, "Electrically Conductive Polymers", páginas 61-88, cuya divulgación se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.

En una realización no limitante adicional, puede incorporarse coloración dentro de las micropartículas poliméricas fotosensibles mediante la introducción de tintes y/o pigmentos no fotosensibles en el componente polimerizable y/o
20 las micropartículas para fabricar las micropartículas cromáticas. Los ejemplos no limitantes de tintes y pigmentos no fotosensibles incluyen una amplia variedad de materiales orgánicos o inorgánicos conocidos por los expertos en la materia. Los ejemplos no limitantes de tintes no fotosensibles incluyen tintes fijos, tales como tintes solubles y dispersables. Los ejemplos no limitantes de pigmentos incluyen óxidos metálicos orgánicos y polvos y pigmentos orgánicos, tales como pigmentos animales, vegetales o sintéticos. Los tintes y pigmentos orgánicos no fotosensibles
25 mencionados anteriormente pueden ser también polimerizables, como se analiza posteriormente en el presente documento usando materiales dicroicos como un ejemplo.

Los ejemplos no limitantes de pigmentos orgánicos, incluyen quinacridonas, ftalocianinas, isoindolinas, antrapirimidinas, antantronas, flavantronas, perinonas, pirantronas, derivados sustituidos de las mismas y mezclas de las mismas. Los ejemplos no limitantes de pigmentos inorgánicos incluyen dióxido de titanio, óxido de hierro,
30 óxido de cromo, cromato de plomo, negro de carbono o mezclas de los mismos.

En una realización no limitante adicional más, las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención pueden fabricarse polarizando, al menos parcialmente, por incorporación de materiales fotocromáticos-dicroicos, como se ha descrito previamente, y/o materiales dicroicos convencionales, y alineándolos al menos parcialmente. Los
35 materiales dicroicos son capaces de absorber uno de los dos componentes polarizados del plano ortogonal de la radiación transmitida más fuertemente que el otro. De esta manera, los materiales dicroicos son capaces de polarizar linealmente, al menos parcialmente, la radiación transmitida. Sin embargo, aunque los materiales dicroicos son capaces de absorber preferentemente uno de los dos componentes polarizados del plano ortogonal de la radiación transmitida, si las moléculas del compuesto dicroico no están situadas o dispuestas adecuadamente, no puede conseguirse una polimerización lineal neta de la radiación transmitida. Es decir, debido a la colocación
40 aleatoria de las moléculas del material dicroico, la absorción selectiva por las moléculas individuales se cancelará entre sí, de manera que no se consigue un efecto de polarización lineal neto o global. De esta manera, generalmente es necesario situar o disponer adecuadamente, por ejemplo, alinear al menos parcialmente, las moléculas de material dicroico dentro de otro material, para formar un elemento de polarización lineal convencional. Por ejemplo mediante el estirado de una lámina polimérica para alinear el material dicroico para producir un filtro o
45 lente polarizada linealmente para gafas de sol, como conocen los expertos en la materia.

Los ejemplos no limitantes de materiales dicroicos convencionales adecuados incluyen azometinas, indigoides, tioingidoides, merocianinas, indanos, tintes quinoftalónicos, perilenos, ftaloperinas, trifenodioxazinas, indoloquinoxalinas, imidazotriazinas, tetrazinas, tintes azo y (poli)azo, benzoquinonas, naftoquinonas, antroquinonas y (poli)antroquinonas, antropirimidinonas, yodo y yodatos. En otra realización no limitante, el material dicroico puede
50 ser un material dicroico polimerizable. Es decir, de acuerdo con esta realización no limitante, el material dicroico puede comprender al menos un grupo polimerizable. Por ejemplo, aunque sin limitación en el presente documento, el al menos un material dicroico puede tener al menos un sustituyente alcoxi, polialcoxi, alquilo o polialquilo terminado con al menos un grupo polimerizable.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento no limitante para producir micropartículas fotosensibles que comprende: a) establecer una dispersión acuosa de una cantidad eficaz de al
55 menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable, que comprende al menos un grupo funcional hidrófilo y al menos un grupo funcional hidrófobo; y b) someter la dispersión de a) a condiciones suficientes para formar, al menos parcialmente, micropartículas, condiciones que se describen posteriormente en el presente documento. En otra realización no limitante, el procedimiento comprende adicionalmente: c) polimerizar al menos
60 parcialmente el al menos un componente polimerizable de b). En un procedimiento no limitante adicional, el material fotosensible es un material fotocromático.

En otra realización no limitante del procedimiento mencionado anteriormente, el grupo funcional hidrófilo se proporciona mediante al menos un monómero sustancialmente hidrófilo y el grupo funcional hidrófobo se proporciona mediante al menos un monómero sustancialmente hidrófobo. En una realización no limitante adicional, el componente polimerizable comprende adicionalmente al menos un material copolimerizable, que es diferente del monómero sustancialmente hidrófilo o el monómero sustancialmente hidrófobo.

Se proporciona un procedimiento no limitante alternativo para producir micropartículas fotosensibles que comprende: a) establecer una dispersión acuosa de al menos un componente de prepolímero sustancialmente hidrófilo, que opcionalmente comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible; b) establecer una dispersión acuosa de al menos un componente de prepolímero sustancialmente hidrófobo, que opcionalmente comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible; y c) someter una mezcla de a) y b) a condiciones suficientes para formar, al menos parcialmente, micropartículas, condiciones que se describen posteriormente en el presente documento, comprendiendo dichas micropartículas una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible. En una realización no limitante, el procedimiento comprende adicionalmente añadir un material co-polimerizable a la mezcla de a) y b) en c). En otra realización no limitante, el procedimiento comprende adicionalmente: d) polimerizar al menos parcialmente los componentes polimerizables de c). Como se usa en el presente documento, el término "prepolímero" significa un material parcialmente polimerizado.

En una realización no limitante adicional del procedimiento alternativo mencionado anteriormente, el prepolímero sustancialmente hidrófilo comprende un monómero o monómeros etilénicamente insaturados sustancialmente hidrófilos, en una composición acuosa, comprendiendo el prepolímero sustancialmente hidrófobo un monómero o monómeros etilénicamente insaturados sustancialmente hidrófobos, en una composición acuosa, y el material fotosensible es un material fotocromático. En otra realización no limitante adicional, el material fotocromático está presente en el prepolímero sustancialmente hidrófobo y el material fotocromático es un material fotocromático orgánico. En otra realización no limitante adicional, el material fotocromático orgánico comprende al menos un grupo polimerizable.

En otra realización no limitante la expresión "someter un material a condiciones suficientes para formar, al menos parcialmente, micropartículas" incluye someter el material a condiciones de tensión de alta cizalla para particularizar el material en micropartículas. La alta tensión de cizalla puede conseguirse por cualquiera de las técnicas de tensión de alta cizalla conocidas por los expertos en la materia.

Como se usa en el presente documento, la expresión "condiciones de tensión de alta cizalla" pretende incluir no solo técnicas de tensión de alta cizalla, tales como técnicas de choque líquido-líquido analizadas con detalle más adelante, sino también cizalla de alta velocidad por medios mecánicos. Debe entenderse que, si se desea, cualquier modo de aplicación de tensión a la composición acuosa puede utilizarse siempre y cuando se aplique una tensión suficiente para conseguir la particularización de la composición acuosa para formar micropartículas.

La composición acuosa puede someterse a las condiciones de tensión de cizalla apropiadas mediante el uso del emulsionador MICROFLUIDIZER[®], que está disponible en Microfluidics Corporation en Newton, Massachusetts. El emulsionador de choque a alta presión MICROFLUIDIZER[®] se describe en detalle en la Patente de Estados Unidos N° 4.533.254, que se incorpora en el presente documento por referencia. El dispositivo consiste en una bomba de alta presión (hasta aproximadamente $1,4 \times 10^5$ kPa (20.000 psi)) y una cámara de interacción, en la que tiene lugar la emulsión. En una realización no limitante, se prepara una pre-emulsión de la mezcla antes de someterla a tensión de alta cizalla. La bomba fuerza la mezcla al interior de la cámara, donde se divide en al menos dos corrientes, que pasan a una velocidad muy alta a través de al menos dos rendijas y colisionan, dando como resultado la formación de pequeñas partículas, por ejemplo la mezcla se "particulariza".

En una realización no limitante, cada composición acuosa se hace pasar a través del emulsionador a una presión de entre aproximadamente $3,5 \times 10^4$ y aproximadamente 1×10^5 kPa (5.000 y 15.000 psi) múltiples veces, o hasta que se producen micropartículas al menos parcialmente formadas. En otra realización no limitante, las múltiples pasadas de cada una de las composiciones acuosas dentro del emulsionador pueden dar como resultado micropartículas que tienen un tamaño de partícula medio menor y un intervalo más estrecho para la distribución del tamaño de partícula. Cuando se usa el emulsionador MICROFLUIDIZER[®] mencionado anteriormente, la tensión se aplica mediante el choque líquido-líquido. Como se ha mencionado anteriormente, pueden utilizarse otros modos de aplicación de tensión a la mezcla de pre-emulsión, siempre y cuando se aplique una tensión suficiente para conseguir micropartículas formadas al menos parcialmente, que pueden reducirse adicionalmente de tamaño por múltiples pasadas. Por ejemplo, los procedimientos no limitantes alternativos de aplicación de condiciones de tensión de alta cizalla usarían energía ultrasónica, homogeneizadores, mezcladores de rotor/ estator y/o dispersadores de chorro.

En una realización no limitante adicional, la polimerización de los componentes polimerizables de las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente formadas puede conseguirse por irradiación de la composición con una cantidad inicial de radiación y/o añadiendo a la composición una cantidad iniciadora de material, por ejemplo, un iniciador, capaz de posibilitar que ocurra la polimerización por procedimientos tales como polimerización por radicales libres, polimerización térmica, fotopolimerización o una combinación de los mismos. Los procedimientos para polimerizar los materiales usados para preparar las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención las conoce bien el experto y puede usarse cualquiera de estas técnicas bien conocidas.

Por ejemplo, los componentes polimerizables pueden estar al menos parcialmente polimerizados por polimerización térmica, por ejemplo a temperaturas que varían de 22^o C a 150^o C, por fotopolimerización o por una combinación de los dos procedimientos. Aunque se ha descrito un intervalo de temperaturas para la polimerización térmica de los componentes polimerizables en las micropartículas al menos parcialmente formadas, los expertos en la materia reconocerán que pueden usarse temperaturas distintas de las desveladas en el presente documento.

Los procedimientos no limitantes para iniciar la polimerización por irradiación incluyen el uso de radiación ultravioleta, visible, infrarroja, microondas, gamma o de electrones, de manera que se inicie la reacción de polimerización de los componentes polimerizables. Esto puede ir seguido de una etapa térmica para curar los materiales polimerizables no reaccionados.

La polimerización de los componentes polimerizables puede realizarse incluyendo en la composición acuosa una cantidad iniciadora de material capaz de generar radicales libres, tal como compuestos peroxi orgánicos o compuestos azobis(organonitrilo), por ejemplo, un iniciador. Los ejemplos no limitantes de compuestos peroxi orgánicos adecuados que pueden usarse como iniciadores de polimerización térmica incluyen: hidroperóxido de t-butilo, ésteres de peroximonocarbonato, tales como carbonato de t-butilperoxisopropilo; ésteres de peroxidicarbonato, tales como di(2-etilexil)peroxidicarbonato, di(sec-butil)peroxidicarbonato y disopropilperoxidicarbonato; diacilperóxidos, tales como peróxido de 2,4-diclorobenzoilo, peróxido de isobutirilo, peróxido de decanoilo, peróxido de lauroilo, peróxido de propionilo, peróxido de acetilo, peróxido de benzoilo, peróxido de p-clorobenzoilo; peroxiésteres, tales como pivalato de t-butilperoxi, octilato de t-butilperoxi e isobutirato de t-butilperoxi; peróxido de metiletecetona, y peróxido de acetilciclohexanosulfonilo. En una realización no limitante, los iniciadores terminales son aquellos que no decoloran la micropartícula polimérica resultante, y que pueden participar en un sistema iniciador de oxidación-reducción que no requiere calor adicional, como conocen los expertos en la materia. Véase, por ejemplo "Redox Polymerization" de G.S. Misra, Prog. Polym. Sci. Vol 8, pág. 61-131, 1982, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por preferencia.

Los ejemplos no limitantes de compuestos azobis(organonitrilo) adecuados, que pueden usarse como iniciadores de polimerización térmica incluyen: 2,2'-azobis(2,4-dimetilpentanonitrilo, 1,1'-azobisciclohexanocarbonitrilo, azobisisobutironitrilo o mezclas de los mismos.

La cantidad de iniciador de polimerización térmica usado para iniciar y polimerizar los componentes polimerizables puede variar, y dependerá del iniciador particular usado. Solo se requiere aquella cantidad necesaria para iniciar y mantener la reacción de polimerización. Con respecto a los compuestos de azobis(organonitrilo), en una realización no limitante, pueden usarse entre 0,01 y 5,0 partes del iniciador por 100 partes de los componentes polimerizables (phm). Típicamente, el ciclo de curado térmico implica calentar los componentes polimerizables en presencia del iniciador a temperaturas en un intervalo de temperatura ambiente hasta 125 °C, durante un periodo de 20 minutos a 2 horas. Aunque se ha descrito un intervalo de tiempo para la polimerización térmica de los componentes polimerizables en las micropartículas al menos parcialmente formadas, los expertos en la materia reconocerán que pueden usarse intervalos de tiempo distintos de los desvelados en el presente documento.

La fotopolimerización de los componentes polimerizables puede realizarse en presencia de un fotoiniciador usando luz ultravioleta y/o luz visible. Los ejemplos no limitantes de fotoiniciadores que pueden usarse de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento incluyen fotoiniciadores de tipo escisión y fotoiniciadores de tipo abstracción.

Los ejemplos no limitantes de fotoiniciadores de tipo escisión incluyen acetofenonas, α -aminoalquilfenonas, éteres de benzoína, benzoil oximas, óxidos de acilfosfina y óxidos de bisacilfosfina o mezclas de dichos iniciadores. Un ejemplo comercial de dicho fotoiniciador es DAROCURE® 4265, que está disponible en Ciba Chemicals. Los ejemplos no limitantes de fotoiniciadores de tipo abstracción incluyen bezofenona, cetona de Michler, tioxantona, antraquinona, alcanforquinona, fluoreno, cetocumarina, o mezclas de dichos iniciadores.

Los fotoiniciadores de tipo extracción típicamente funcionan mejor en presencia de materiales tales como aminas y otros materiales donadores de hidrógeno, para proporcionar átomos de hidrógeno inestables para su abstracción. Los donadores de hidrógeno típicos tienen un hidrógeno activo situado en posición alfa respecto a un oxígeno o nitrógeno, por ejemplo alcoholes, éteres, y aminas terciarias, o un átomo de hidrógeno activo fijado directamente al azufre, por ejemplo tioles. En ausencia de dichos materiales añadidos, la fotoiniciación aún puede ocurrir a través de abstracción de hidrógeno a partir de monómeros, oligómeros y otros componentes del sistema.

En otra realización no limitante, los fotoiniciadores catiónicos pueden usarse también junto con los fotoiniciadores mencionados anteriormente. Los ejemplos no limitantes de iniciadores catiónicos usados con los fotoiniciadores de tipo abstracción son materiales donadores de hidrógeno, tales como butiril colina, borato de trifenilbutilo o combinaciones de dichos materiales. Los ejemplos no limitantes adicionales de fotoiniciadores catiónicos son sales onio descritas en la Patente de Estados Unidos 5.639.802, columna 8, línea 59 a columna 10, línea 46, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia.

La cantidad de iniciador de fotopolimerización usado para reiniciar y polimerizar los componentes polimerizables de las micropartículas al menos parcialmente formadas puede variar, y dependerá del iniciador particular usado. Solo

se requiere aquella cantidad necesaria para iniciar y mantener la reacción de polimerización. El iniciador de fotopolimerización puede usarse en cantidades del 0,01 al 5% en peso, basado en el peso de los componentes polimerizables.

5 La fuente de luz usada para la fotopolimerización se selecciona entre aquellas que emiten luz ultravioleta y/o luz visible. En una realización no limitante, la fuente de luz puede ser una lámpara de mercurio, una lámpara de mercurio dopada con Fe_3 y/o Ga_3 , una lámpara germicida, una lámpara de xenón, una lámpara de wolframio, una lámpara de haluro metálico o una combinación de dichas lámparas. Típicamente, los espectros de absorbancia del fotoiniciador, o combinación de fotoiniciadores, se hacen coincidir con la salida espectral del bulbo, por ejemplo bulbo H, bulbo D, bulbo Q y/o bulbo V, para una mayor eficacia de curado. El tiempo de exposición puede variar
10 dependiendo de la longitud de onda y de la intensidad de la fuente de luz, el fotoiniciador, y los componentes polimerizables. Las partículas formadas al menos parcialmente pueden polimerizarse también, al menos parcialmente, usando un procedimiento de haz de electrones, que no requiere la presencia de un iniciador.

Una descripción adicional de los iniciadores y procedimientos para la polimerización de los componentes polimerizables en las micropartículas fotosensibles usando procedimientos térmicos y/o de fotopolimerización se
15 desvela en la Patente de Estados Unidos 6.602.603 en la columna 11, línea 1 a columna 13, línea 36, cuya divulgación se incorpora en el presente documento por referencia.

En una realización no limitante, la presente invención se refiere a una dispersión acuosa de las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la presente invención. En una realización no limitante
20 adicional, las micropartículas poliméricas fotosensibles resultantes de los procedimientos descritos anteriormente pueden prepararse como una dispersión acuosa sustancialmente estable, o una composición acuosa no estabilizada. La expresión "dispersión sustancialmente estable" significa que la mayor parte, por ejemplo, más del 50 por ciento de las micropartículas poliméricas fotosensibles no sedimentan, coagulan y/o floculan tras el reposo. Una composición acuosa no estabilizada es una en la que más del 50 por ciento de las micropartículas poliméricas fotosensibles sedimentan tras el reposo. En algunos casos, un tensoactivo o dispersante puede estar presente para
25 estabilizar la dispersión, como sabe un experto en la materia. Debe entenderse que, para los fines de la presente invención, la cantidad de tensoactivo necesaria para producir una dispersión estable de micropartículas, cuando se desea, a menudo puede minimizarse mediante el uso de otros ingredientes que faciliten la estabilidad de la dispersión. Por ejemplo, en una realización no limitante, un polímero que contiene una funcionalidad ácido, que puede neutralizarse con una amina, para formar un polímero dispersable en agua, puede usarse para dispersar
30 otros ingredientes en la composición acuosa, incluyendo las micropartículas.

En una realización adicional de la presente invención, las micropartículas poliméricas fotosensibles se recuperan de la composición acuosa. En una realización no limitante, se usan técnicas de separación líquido-sólido conocidas por los expertos en la materia. Los ejemplos no limitantes incluyen técnicas de filtración, rotación, floculación y
35 evaporación. En otra realización no limitante, cuando una masa de micropartículas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas se recupera, la masa puede dispersarse por alteración vibratoria. En una realización no limitante adicional, las micropartículas recuperadas pueden tratarse electrostáticamente y/o químicamente para minimizar la re-aglomeración por procedimientos conocidos por los expertos en la materia de la manipulación de sólidos a granel.

En una realización no limitante de la presente invención, se proporciona un artículo polimérico fotosensible que comprende las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención, solas o con un material polimérico al menos parcialmente curado descrito posteriormente en el presente documento. En otra realización no limitante, el artículo fotosensible es un elemento óptico. En una realización no limitante adicional, el elemento óptico se elige entre elementos de memoria ópticos, elementos de visualización, elementos oftálmicos, elementos de ventana o
40 elementos de espejo. En una realización no limitante adicional más, el artículo fotosensible es un elemento oftálmico. En otra realización no limitante adicional, el artículo fotosensible es un artículo fotocromático que comprende micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas de la presente invención.

En otra realización no limitante, el artículo fotocromático de la presente invención comprende un material orgánico polimérico, al menos parcialmente curado, y una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas de la presente invención, en las que al menos uno de los dominios de superficie y/o
50 interior de la micropartícula es fotocromático. En una realización no limitante, el material orgánico polimérico puede elegirse entre materiales orgánicos poliméricos termocurables, materiales orgánicos poliméricos termoplásticos o una mezcla de dichos materiales orgánicos poliméricos. En otra realización no limitante, el material orgánico polimérico se elige entre poli(alquilo C_1 - C_{12} metacrilatos), poli(oxialquilen dimetacrilatos), poli(fenol metacrilatos alcoxilados), acetato de celulosa, triacetato de celulosa, acetato propionato de celulosa, acetato butirato de celulosa,
55 poli(acetato de vinilo), poli(alcohol vinílico), poli(cloruro de vinilo), poli(cloruro de vinilideno), policarbonatos termoplásticos, poliésteres, poliuretanos, poliuretanos, polisulfitiuretanos, poli(urea-uretano), poli(etilen tereftalato), poliestireno, poli(alfa metilestireno), copoli(estireno-metilmecacrilato), copoli(estireno-acrilonitrilo), polivinilbutiral, polímeros preparados a partir de monómeros de bis(alil carbonato), monómeros de acrilato polifuncionales, monómeros de metacrilato polifuncionales, monómeros de dimetacrilato de dietilenglicol, monómeros de disopropenil benceno, monómeros de dimetacrilato de bisfenol A etoxilados, monómeros de
60 bismetacrilato de etilenglicol, monómeros de bismetacrilato de poli(etilenglicol), monómeros de bis metacrilato de

fenol etoxilados, monómeros de poliacrilato de alcohol polihídrico alcoxilados, monómeros de estireno, monómeros de acrilato de uretano, monómeros de acrilato de glicidilo, monómeros de metacrilato de glicidilo, monómeros de dialiliden pentaeritritol, o mezclas de dichos monómeros.

5 En una realización no limitante de la presente invención, los elementos ópticos incluyen: elementos de memoria óptica, tales como dispositivos para memoria óptica y procesamiento de imágenes; elementos oftálmicos, tales como lentes correctoras, lentes no correctoras, lentes de contacto, lentes intraoculares, lentes de aumento, lentes protectoras y visores; elementos de ventana, tales como elementos transparentes arquitectónicos, para automoción, motocicletas y aviones, filtros, obturadores y conmutadores ópticos; elementos de espejo; y elementos de visualización, tales como pantallas, monitores, celdas de cristal líquido, dispositivos emisores de luz orgánicos y
10 elementos de seguridad.

Como se usa en el presente documento, el término “óptico” significa que pertenece a un estado asociado con la luz y/o la visión. En una realización no limitante, los elementos de memoria óptica incluyen dispositivos de procesamiento de imágenes y dispositivos de almacenamiento de datos ópticos. En dichos elementos de memoria ópticos, la interacción del dispositivo con las señales ópticas provoca un cambio en la memoria óptica de estos
15 dispositivos durante un periodo de tiempo hasta que el cambio en la forma de una imagen se procesa o mantiene, o hasta que el cambio en la forma de la información se mantiene hasta que cambia adicionalmente o se borra. Como se usa en el presente documento, el término “oftálmico” significa que pertenece a o está asociado con el ojo y la visión. Los ejemplos no limitantes de los elementos oftálmicos incluyen lentes correctoras y no correctoras, incluyendo lentes de visión sencilla o multivisión, que pueden ser lentes multivisión segmentadas o no segmentadas
20 (tal como, aunque sin limitación, 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 sin limitación lentes de contacto, lentes intraoculares, lentes de aumento y lentes protectoras o visores.

Como se usa en el presente documento, el término “ventana” significa una abertura adaptada para permitir la transmisión de radiación a través de la misma. Los ejemplos no limitantes de ventana incluyen elementos transparentes arquitectónicos, para automóvil y avión, filtros, obturadores y conmutadores ópticos. Como se usa en
25 el presente documento la expresión “elemento de espejo” significa una superficie que refleja especularmente una gran fracción de la luz incidente. En la presente invención, la luz reflejada puede modificarse mediante el tipo de micropartícula polimérica fotosensible conectada al elemento de espejo.

Como se usa en el presente documento, el término “visualización” significa la representación visible o legible a máquina de información en forma de palabras, números, símbolos, diseños o dibujos. Los ejemplos no limitantes de los elementos y dispositivos de visualización incluyen pantallas, monitores, celdas de cristal líquido, dispositivos de emisión de luz orgánicos y elementos de seguridad. Como se usa en el presente documento, la expresión “celda de cristal líquido” se refiere a una estructura que contiene un material de cristal líquido, que es un material anisotrópico capaz de ser ordenado. Las celdas de cristal líquido activas son celdas en las que el material de cristal líquido es capaz de cambiar entre los estados ordenado y desordenado, o entre dos estados ordenados, por aplicación de una fuerza externa, tal como campos eléctricos o magnéticos. Las celdas de cristal líquido pasivas son celdas en las que el material de cristal líquido se mantiene en un estado ordenado. Un ejemplo no limitante de un elemento o dispositivo de celda de cristal líquido activa es una pantalla de cristal líquido.
35

Como se usa en el presente documento, el término “orden” significa llevar a una disposición o posición adecuada, tal como por alineación con otra estructura o material, o mediante otra fuerza o efecto. De esta manera, como se usa en el presente documento, el término “orden” abarca procedimientos tanto de contacto de ordenación de un material, tales como alineación con otra estructura o material, como procedimientos sin contacto de ordenación de material, tales como por exposición a una fuerza o efecto externo. El término “orden” abarca también combinaciones de procedimientos de contacto y sin contacto.
40

Los ejemplos no limitantes de los procedimientos para ordenar, al menos parcialmente, materiales de cristal líquido, así como otros materiales anisotrópicos, tales como materiales ópticos no lineales, materiales fotocromicos-dicroicos, así como tintes dicroicos, de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento, usando un material de cristal líquido como un ejemplo, incluyen exponer al menos una porción del material de cristal líquido a al menos uno de: un campo magnético, un campo eléctrico, radiación infrarroja linealmente polarizada, radiación ultravioleta linealmente polarizada, radiación invisible linealmente polarizada y una fuerza de cizalla.
45 50

Además de los procedimientos mencionados anteriormente de ordenación al menos parcial de un material de cristal líquido, los materiales de cristal líquido de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento pueden ser ordenados, al menos parcialmente, por alineación de al menos una porción del material de cristal líquido con otro material o estructura, tal como una instalación de orientación. Como se usa en el presente documento, la expresión “instalación de orientación” significa un mecanismo que puede facilitar la colocación de una o más de estructuras distintas que están expuestas, directa y/o indirectamente, a al menos una porción de las mismas. Se desvela información adicional sobre las instalaciones de orientación en la solicitud de Patente de Estados Unidos P-108.935 de los párrafos [0153] a [0288], presentada el 17 de mayo de 2004, cuya descripción se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.
55 60

En una realización no limitante de la presente invención, se proporciona un elemento óptico que comprende a) un primer sustrato que tiene una primera superficie; b) un segundo sustrato que tiene una segunda superficie, en el que la segunda superficie del segundo sustrato es opuesta a la primera superficie del primer sustrato; y c) un material situado entre dicha primera superficie y dicha segunda superficie, comprendiendo dicho material una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la presente invención. El material situado entre la primera superficie y la segunda superficie, en una realización no limitante, está separado físicamente de ambas superficies o está en contacto con al menos una de las superficies. En una realización no limitante adicional, el material de c) está en contacto con la primera superficie y la segunda superficie del primer y segundo sustratos.

En otra realización no limitante, el elemento óptico se elige entre elementos de memoria ópticos, elementos de visualización, elementos oftálmicos, elemento de ventana o elementos de espejo. En una realización no limitante adicional, el elemento de visualización se elige entre pantallas, monitores, celdas de cristal líquido, dispositivos de emisión de luz orgánicos o elementos de seguridad. En una realización no limitante adicional más, el elemento óptico es un dispositivo emisor de luz orgánico "OLED", en el que la primera superficie es un ánodo, la segunda superficie es un cátodo, y el material situado entre ellas es un material emisor, estando dicho material emisor en contacto eléctrico con dicho ánodo y dicho cátodo.

Cuando se aplica una corriente al OLED, en una realización no limitante, el ánodo inyecta huecos y el cátodo inyecta electrones en el material emisor, que comprende una cantidad eficaz de las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención. Los huecos y electrones inyectados migran cada uno hacia el electrodo cargado de forma opuesta. Cuando un electrón y un hueco están localizados en la misma molécula, se forma un "excitón", que es un par electrón-hueco localizado, que tiene un estado de energía excitado. La luz se emite cuando el excitón se relaja a través de un mecanismo de fotoemisión, como conocen los expertos en la materia. Véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos 6.687.266 en la columna 2 línea 47 a columna 18 línea 59, cuya divulgación se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia. En una realización no limitante adicional, las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas comprenden una cantidad eficaz de los materiales fotosensibles, elegidos entre materiales fluorescentes, materiales fosforescentes o mezclas de los mismos.

Los ejemplos no limitantes de elementos de seguridad incluyen artículos que tiene una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la presente invención, que se incorporan y/o están conectadas con al menos una porción de al menos una superficie del artículo. La cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotosensibles es una cantidad de dichas micropartículas que permite la autenticación del artículo. La cantidad eficaz de las micropartículas fotosensibles puede estar localizada en una marca de autenticación. Los ejemplos no limitantes de dichos elementos de seguridad incluyen, sin limitación: tarjetas y pases de acceso, por ejemplo billetes, distintivos, tarjetas de identificación o de socios, tarjetas de débito, etc.; instrumentos negociables e instrumentos no negociables, por ejemplo borradores, cheques, fianzas, notas, certificados de depósito, certificados de existencias, etc.; documentos gubernamentales, por ejemplo moneda, licencias, tarjetas de identificación, tarjetas de beneficio, visados, pasaportes, certificados oficiales, escrituras, etc.; artículos de consumo, por ejemplo software, discos compactos ("CD"), discos de vídeo digitales ("DVD"), aparatos, electrónica de consumo, bienes deportivos, coches, etc.; tarjetas de crédito; o etiquetas, marcadores y envases de mercancías.

Aunque sin limitación en el presente documento, de acuerdo con otra realización no limitante, el elemento de seguridad puede estar conectado a al menos una porción de un sustrato, elegido entre un sustrato transparente y un sustrato reflectante. Como alternativa, de acuerdo con ciertas realizaciones no limitantes 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 porción del sustrato, antes de que aplicar la marca de autenticación al mismo. Por ejemplo, puede aplicarse un revestimiento de aluminio al menos parcialmente reflectante a al menos una porción del sustrato antes de la formación de elemento de seguridad sobre el mismo. Aun más, un elemento o elementos de seguridad pueden estar conectados a al menos una porción de un sustrato, elegido entre sustratos no teñidos, sustratos teñidos, sustratos fotocromáticos, sustratos fotocromáticos teñidos y un sustrato polarizado linealmente al menos parcialmente, polarizado circularmente al menos parcialmente y un sustrato polarizado elípticamente al menos parcialmente. En una realización no limitante, los elementos de seguridad son elementos de seguridad polarizados linealmente al menos parcialmente.

Adicionalmente, el elemento de seguridad de acuerdo con la realización no limitante mencionada anteriormente puede comprender adicionalmente uno o más revestimientos o láminas distintos para formar un elemento de seguridad reflectante multicapa, con un ángulo de visualización dependiente de las características, como se describe en la Patente de Estados Unidos 6.641.874 en la columna 1, línea 6 a columna 13, línea 28, que se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.

En una realización no limitante, el artículo fotosensible de la presente invención comprende: a) un sustrato; y b) al menos una composición de revestimiento parcialmente curada, conectada a una porción de al menos una superficie del sustrato, comprendiendo dicha composición de revestimiento una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas, en la que al menos uno de los dominios de superficie y/o interior de

las micropartículas están adaptados para ser fotosensibles. En una realización no limitante, el sustrato se elige entre vidrio, mampostería, tejidos, cerámicos, por ejemplo materiales sol-gel, metales, madera, papel o materiales orgánicos poliméricos. En una realización no limitante adicional, el sustrato es un material de vidrio, cerámico o polimérico, y se elige entre sustratos no teñidos, sustratos teñidos, sustratos fotocromáticos, sustratos fotocromáticos teñidos, sustratos polarizados linealmente al menos parcialmente, sustratos polarizados circularmente al menos parcialmente, sustratos polarizados elípticamente al menos parcialmente o sustratos al menos parcialmente reflectantes.

Los ejemplos no limitantes de materiales orgánicos poliméricos que pueden usarse como sustratos junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento incluyen materiales poliméricos, por ejemplo homopolímeros y copolímeros, preparados a partir de los monómeros y mezclas de monómeros desvelados en la Patente de Estados Unidos 6.733.887 en la columna 9, línea 55 a columna 17, línea 7, y en la Patente de Estados Unidos 5.658.501 de la columna 15, línea 28 a columna 16, línea 17, incorporándose dichas divulgaciones de Patente de Estados Unidos en el presente documento por preferencia.

Como se usa en el presente documento, la expresión “polarización lineal al menos parcial”, con referencia a los revestimientos o sustratos, se refiere a revestimientos o sustratos que están adaptados para polarizar linealmente la radiación (por ejemplo, confinar de algunas a todas las vibraciones del vector de campo eléctrico de las ondas de luz en una dirección). Como se usa en el presente documento, la expresión “polarización circular al menos parcial”, con referencia a los revestimientos o sustratos, se refiere a revestimientos o sustratos que están adaptados para polarizar circularmente de parte a toda la radiación. Como se usa en el presente documento, la expresión “polarización elíptica al menos parcial”, con referencia a los revestimientos o sustratos, se refiere a revestimientos o sustratos que están adaptados para polarizar elípticamente de parte a toda la radiación. Como se usa en el presente documento, el término “fotocromático”, cuando se usa en referencia a revestimientos o sustratos, se refiere a un revestimiento o sustrato que tiene un espectro de absorción para radiación visible que varía como respuesta a al menos una radiación actínica. Adicionalmente, como se usa en el presente documento con referencia a sustratos, la expresión “fotocromático teñido” significa sustratos que contienen un agente colorante, así como un material fotocromático, y que tienen un espectro de absorción para radiación visible, ultravioleta y/o infrarroja, que varía como respuesta a al menos radiación actínica. De esta manera, por ejemplo, en una realización no limitante, el sustrato fotocromático teñido puede tener una primera característica de color del agente colorante y una segunda característica de color de la combinación del agente colorante y el material fotocromático cuando se expone a radiación actínica.

En una realización no limitante, la composición de revestimiento puede estar en forma líquida o sólida, y puede aplicarse como un revestimiento al menos parcial de una composición de revestimiento curada al menos parcialmente. Un revestimiento al menos parcial cubre de parte a toda la superficie revestida, y de parte a todos los componentes curables de la composición de revestimiento están curados, por ejemplo reaccionados o polimerizados.

En una realización no limitante adicional, la composición de revestimiento es un adhesivo, una pintura o una tinta. En una realización no limitante adicional más, la composición de revestimiento es un adhesivo. Los adhesivos, tales como adhesivos termoplásticos o termocurables, así como composiciones de cebado de los agentes de acoplamiento descritos en el presente documento, pueden usarse en la presente invención. Las pinturas, que son líquidas o pastas pigmentadas, usadas para decoración, protección y/o identificación de un sustrato, y las tintas, que son líquidas o pastas pigmentadas usadas para escritura o impresión sobre sustratos, pueden usarse en la presente invención.

En una realización no limitante adicional más, el artículo fotosensible que tiene un adhesivo como la composición de revestimiento comprende adicionalmente una primera lámina polimérica, al menos parcialmente curada, conectada a al menos una superficie de la composición de revestimiento. Como se usa en el presente documento, la expresión “conectado a” significa un contacto directo con un objeto o contacto indirecto con un objeto a través de una o más estructuras o materiales diferentes, de los cuales al menos uno está en contacto directo con el objeto. En una realización no limitante adicional más, el artículo fotosensible comprende adicionalmente una segunda lámina polimérica curada al menos parcialmente, siendo dicha segunda lámina polimérica adyacente al sustrato y estando conectada a la primera lámina polimérica mediante la composición de revestimiento de adhesivo. En otra realización no limitante, el artículo fotosensible es uno en el que al menos una de la primera y segunda láminas poliméricas es fotosensible.

En una realización no limitante adicional de la presente invención, el artículo fotosensible comprende un sustrato y una composición de revestimiento curada al menos parcialmente, conectada a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato, en la que la composición comprende un material anisotrópico al menos parcialmente ordenado, y las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas están al menos parcialmente alineadas con el material anisotrópico.

Los procedimientos no limitantes de aplicación de composiciones de revestimiento que comprenden las micropartículas poliméricas fotosensibles de la presente invención incluyen aquellos procedimientos conocidos en la técnica para aplicar revestimientos, tales como revestimiento por rotación, revestimiento por pulverización, revestimiento por pulverización y rotación, revestimiento por cortina, revestimiento por flujo, revestimiento por

inmersión, moldeo por inyección, colada, revestimiento por laminado, revestimiento por cable y sobremoldeo. De acuerdo con una realización no limitante, un revestimiento al menos parcial, que comprende las micropartículas poliméricas fotosensibles, se aplica a un molde y el sustrato se forma encima del revestimiento, o un sustrato preformado se coloca encima del revestimiento, por ejemplo por sobremoldeo, y el revestimiento se cura al menos parcialmente. En esta realización, el revestimiento puede aplicarse como un revestimiento líquido o en polvo, que comprende las micropartículas poliméricas fotosensibles. Los artículos fotocromáticos que incluyen una lámina polimérica descrita anteriormente en el presente documento pueden prepararse también usando el procedimiento de sobremoldeo.

Otra realización no limitante de la presente invención es un artículo revestido fotocromático que comprende: a) un sustrato; y b) al menos un revestimiento fotocromático parcialmente curado, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato, comprendiendo el revestimiento fotocromático un polímero formador de película y una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas de la presente invención. En las diversas realizaciones no limitantes de la presente invención, la naturaleza exacta del polímero formador de película no es crítica. Puede usarse cualquier material polimérico formador de película que sea compatible con las micropartículas poliméricas fotocromáticas.

En una realización no limitante, el polímero formador de película se elige entre materiales poliméricos termocurables, materiales poliméricos termoplásticos o una mezcla de dichos materiales poliméricos. En otra realización no limitante, el polímero formador de película es un material polimérico termoestable que se elige entre poliuretanos, poli(urea-uretanos), resinas de aminoplasto, polisiloxanos, polianhídridos, poli(acrilamidas), resinas de epoxi o poli(met)acrilatos, por ejemplo polimetacrilatos, poli(acrilatos) o mezclas de los mismos.

Los ejemplos no limitantes de composiciones de revestimiento de polímeros formadores de película que incluyen materiales fotocromáticos incluyen revestimientos fotocromáticos de poliuretano, tales como los descritos en la Patente de Estados Unidos 6.187.444 en la columna 3, línea 4 a columna 12, línea 15; revestimientos fotocromáticos de resina de aminoplasto, tales como los descritos en las Patentes de Estados Unidos 6.432.544 en la columna 2, línea 52 a columna 14, línea 5 y 6.506.488 en la columna 2, línea 43, a columna 12, línea 23; revestimientos fotocromáticos de polisiloxano, tales como los descritos en la Patente de Estados Unidos 4.556.605 en la columna 2, línea 15 a columna 7, línea 27; revestimientos fotocromáticos de poli(met)acrilato, tales como los descritos en las Patentes de Estados Unidos 6.602.603 en la columna 3, línea 15 a columna 7, línea 50, 6.150.430 en la columna 8, líneas 15-38, y 6.025.026 en la columna 8, línea 66 a columna 10, línea 32; revestimientos fotocromáticos de polianhídrido, tales como los descritos en la Patente de Estados Unidos 6.436.525 en la columna 2, línea 52 a columna 11, línea 60; revestimientos fotocromáticos de poli(acrilamida), tales como los descritos en la Patente de Estados Unidos 6.060.001 en la columna 2, línea 6 a columna 5, línea 40; revestimientos fotocromáticos de resina epoxi, tales como aquellos descritos en las Patentes de Estados Unidos 6.268.055 en la columna 2, línea 63 a columna 15, línea 12; y revestimientos fotocromáticos de poli(urea-uretano), tales como los descritos en la Patente de Estados Unidos 6.531.076 en la columna 2, línea 60 a columna 10, línea 49. Las divulgaciones de las Patentes de Estados Unidos mencionadas anteriormente que están relacionadas con los polímeros formadores de película se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

En una serie de realizaciones no limitantes adicionales del artículo revestido fotocromático de la presente invención, el revestimiento fotocromático al menos parcialmente curado está conectado con al menos una porción de al menos una superficie del sustrato; el artículo revestido comprende adicionalmente un revestimiento al menos parcial de un revestimiento de imprimación conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato; el artículo revestido comprende adicionalmente un revestimiento al menos parcialmente resistente a abrasión, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato; el artículo revestido comprende adicionalmente un revestimiento al menos parcialmente antirreflectante, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato; el artículo revestido comprende adicionalmente un revestimiento al menos parcial de un revestimiento de transición, interpuesto entre el revestimiento fotocromático y el revestimiento resistente a abrasión; y el artículo revestido comprende adicionalmente una película o revestimiento polimérico, polarizado al menos parcialmente, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato.

En otra serie de realizaciones no limitantes, los revestimientos mencionados anteriormente pueden conectarse con al menos una porción de la misma superficie de un sustrato, en el siguiente orden, desde la superficie: imprimador; fotocromático; de transición, resistente a abrasión, película o revestimiento de polarización; antirreflectante; y resistente a abrasión; o imprimador, fotocromático; de transición, resistente a abrasión y antirreflectante; o fotocromático; de transición; y de polarización; o imprimador; fotocromático; y de polarización; o imprimador; fotocromático y antirreflectante. Son posibles numerosas combinaciones diferentes de los revestimientos mencionados anteriormente, como saben los expertos en la materia. Todos los revestimientos mencionados anteriormente pueden aplicarse a una o más superficies de un sustrato, por ejemplo, ambas superficies de un sustrato óptico. En una realización no limitante adicional, el revestimiento fotocromático típicamente se aplica a una superficie. El sustrato puede ser cualquier tipo de materiales descrito en el presente documento como un sustrato. En una realización no limitante, el sustrato es un elemento óptico. En otra realización no limitante, el elemento óptico es un elemento oftálmico.

Los ejemplos no limitantes de los revestimientos de imprimación pueden usarse junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento, que incluyen revestimientos que comprenden agentes de acoplamiento, hidrolizados al menos parciales de agentes de acoplamiento, y mezclas de los mismos. Como se usa en el presente documento, "agente de acoplamiento" significa un material que tiene al menos un grupo capaz de reaccionar, unirse a y/o asociarse con un grupo sobre al menos una superficie. En una realización no limitante, un agente de acoplamiento puede servir como un puente molecular en la interfaz de al menos dos superficies, que pueden ser superficies similares o no similares. Los agentes de acoplamiento, en otra realización no limitante, pueden ser monómeros, prepolímeros y/o polímeros. Dichos materiales incluyen, aunque sin limitación, organometálicos, tales como silanos, titanatos, zirconatos, aluminatos, aluminatos de zirconio, hidrolizados de los mismos y mezclas de los mismos. Como se usa en el presente documento, la expresión "hidrolizados al menos parciales de agentes de acoplamiento" significa que al menos de algunos a todos los grupos hidrolizables en el agente de acoplamiento están hidrolizados. Otros ejemplos no limitantes de revestimientos de imprimación que son adecuados para su uso junto con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento incluyen aquellos revestimientos de imprimación descritos en la Patente de Estados Unidos 6.025.026 en la columna 3, línea 3 a columna 11 línea 40 y en la Patente de Estados Unidos 6.150.430 en la columna 2, línea 39 a columna 7, línea 58, cuyas divulgaciones se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

Como se usa en el presente documento la expresión "revestimiento de transición" significa un revestimiento que ayuda a crear un gradiente en las propiedades entre dos revestimientos. Por ejemplo, aunque sin limitación en el presente documento, un revestimiento de transición puede ayudar a crear un gradiente en la dureza entre un revestimiento relativamente duro y un revestimiento relativamente blando. Los ejemplos no limitantes de revestimientos de transición incluyen películas finas basadas en acrilato, curadas por radiación, como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2003/165686, divulgación de revestimiento que se incorpora de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos no limitantes de un revestimientos, al menos parcialmente resistentes a abrasión, incluyen revestimientos resistentes a abrasión que comprenden organosilanos, organosiloxanos, revestimientos resistentes a abrasión basados en materiales inorgánicos, tales como sílice, titania y/o zirconia, revestimientos resistentes a abrasión orgánicos, del tipo que son curables por luz ultravioleta, revestimientos de barrera para el oxígeno, revestimientos de protección UV, y combinaciones de los mismos.

La expresión "un revestimiento o lámina al menos parcialmente resistente a abrasión" se refiere a un revestimiento o una lámina al menos parcial de un material polimérico protector, que demuestra una resistencia a la abrasión que es mayor que la de un material de referencia convencional, por ejemplo, un polímero fabricado a partir del monómero CR-39®, disponible en PPG Industries, Inc, como se ensaya en un procedimiento comparable al procedimiento de ensayo convencional ASTM F-735 para resistencia a abrasión de plásticos transparentes y revestimientos, usando el Procedimiento Oscilatorio con Arena.

La expresión "un revestimiento al menos parcialmente antirreflectante" se refiere a un revestimiento que mejora, al menos parcialmente, la naturaleza antirreflectante del sustrato al que se aplica, reduciendo la cantidad de brillo deslumbrante reflejado por la superficie del sustrato, y para sustratos transparentes, aumentando el porcentaje de transmitancia en comparación con un sustrato no revestido. Los ejemplos no limitantes de revestimientos antirreflectantes incluyen una monocapa o multicapa de óxidos metálicos, fluoruros metálicos u otros materiales similares, que pueden depositarse sobre los artículos de la presente invención por evaporación al vacío, bombardeo o algún otro procedimiento.

Los ejemplos no limitantes de revestimientos de polarización al menos parcialmente lineal incluyen, aunque sin limitación, revestimientos que comprenden compuestos dicroicos convencionales tales como, aunque sin limitación, aquellos analizados anteriormente.

En una realización no limitante, el artículo de la presente invención es un artículo compuesto fotocromático que comprende: a) un sustrato; y b) una lámina polimérica fotocromática, al menos parcialmente curada, conectada a al menos una superficie del sustrato, comprendiendo la lámina polimérica fotocromática una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas de la presente invención. Los artículos fotocromáticos de la presente invención que comprenden un sustrato y una o más láminas se denominan artículos compuestos fotocromáticos.

En otra realización no limitante, el sustrato es el mismo que el descrito anteriormente en el presente documento, y el artículo compuesto fotocromático es un elemento óptico. En una realización no limitante adicional, el elemento óptico es un elemento oftálmico. Los ejemplos no limitantes de la lámina polimérica al menos parcialmente curada comprenden materiales poliméricos termocurables, materiales poliméricos termoplásticos o mezclas de los mismos. En una realización no limitante, la lámina polimérica al menos parcialmente curada comprende un poliuretano termoplástico.

En una realización no limitante adicional, los artículos compuestos fotocromáticos de la presente invención descritos en el presente documento pueden comprender adicionalmente una lámina polimérica protectora, al menos parcialmente resistente a abrasión, conectada a al menos una porción de al menos una superficie de una lámina

polimérica fotocromica al menos parcialmente curada. En otra realización no limitante, la lámina polimérica protectora al menos parcialmente resistente a abrasión comprende materiales poliméricos termocurables, materiales poliméricos termoplásticos o mezclas de los mismos. En una realización no limitante adicional, la lámina polimérica protectora al menos parcialmente resistente a abrasión comprende policarbonato termoplástico.

5 En otra realización no limitante, el artículo compuesto fotocromico de la presente invención comprende: a) un sustrato; b) un revestimiento al menos parcialmente curado de un adhesivo fotocromico, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato, comprendiendo dicho abrasivo un adhesivo y una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromicas al menos parcialmente reticuladas de la presente invención; y c) una primera lámina polimérica, al menos parcialmente curada, conectada al revestimiento adhesivo fotocromico. En una
10 realización no limitante, el artículo compuesto fotocromico es un elemento óptico. En una realización no limitante adicional, el artículo compuesto fotocromico es un elemento oftálmico.

En otra realización no limitante, el artículo compuesto fotocromico comprende, adicionalmente, una segunda lámina polimérica al menos parcialmente curada, siendo dicha segunda lámina polimérica adyacente al sustrato, y estando conectada a una primera lámina polimérica mediante el revestimiento adhesivo fotocromico. En una realización no
15 limitante adicional, al menos una de la primera y segunda láminas poliméricas es fotocromica. En una realización no limitante adicional, el artículo compuesto fotocromico es un elemento de seguridad.

Adicionalmente, de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento, el revestimiento al menos parcial y/o la lámina al menos parcial pueden comprender, adicionalmente, al menos un aditivo que puede facilitar uno o más de las características de procesamiento, las propiedades o el rendimiento del
20 revestimiento y/o lámina al menos parcial. Los ejemplos no limitantes de dichos aditivos incluyen tintes, promotores de alineación, aditivos de potenciación cinética, fotoiniciadores, iniciadores térmicos, inhibidores de polimerización, disolventes, estabilizadores de luz (tales como, aunque sin limitación, absorbedores de luz ultravioleta y estabilizadores de luz, tales como estabilizadores de luz de amina con impedimentos estéricos (HALS)), estabilizadores térmicos, agentes de liberación de molde, agentes de control de reología, agentes de nivelación
25 (tales como, aunque sin limitación, tensioactivos), aceptores de radicales libres, agentes de reticulación y promotores de adhesión (tales como diacrilato de hexanodiol y agentes de acoplamiento).

Los ejemplos no limitantes de tintes y pigmentos que pueden estar presentes en el revestimiento y/o lámina al menos parcial de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento, incluyen tintes y pigmentos orgánicos e inorgánicos que son capaces de conferir un color deseado u otra propiedad
30 óptica a un revestimiento y/o lámina al menos parcial.

Como se usa en el presente documento, la expresión "promotor de la alineación" significa un aditivo que puede facilitar al menos una de la velocidad y uniformidad de la alineación de un material al que se añade. Los ejemplos no limitantes de promotores de la alineación que pueden estar presentes en los revestimientos y/o láminas al menos
35 parciales de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento, incluyen aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos 6.338.808 en la columna 1, línea 48 a columna 9, línea 40 y la Publicación de Patente de Estados Unidos 2002/ 0039627 en los párrafos [0010] a [0119], divulgaciones de promotores de alineación que se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia

Los ejemplos no limitantes de aditivos potenciadores de la cinética que pueden estar presentes en un revestimiento y/o lámina al menos parcial de acuerdo con las diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente
40 documento, incluyen compuestos que contienen epoxi, polioles orgánicos y/o plastificantes. Los ejemplos más específicos de dichos aditivos potenciadores de la cinética se desvelan en la Patente de Estados Unidos 6.433.043 en la columna 2, línea 57 a columna 8, línea 37 y la Patente de Estados Unidos 6.713.536 en la columna 2, línea 62 a columna 10, línea 6, divulgaciones de aditivos de potenciación cinética que se incorporan de esta manera en el presente documento por referencia.

Los ejemplos A a J representan materiales que se combinaron y se hicieron reaccionar con otros ingredientes en los ejemplos K a S para producir dispersiones acuosas de micropartículas fotocromicas. Los Ejemplos 1 a 22
45 representan diferentes composiciones de revestimiento que incorporan las dispersiones acuosas de micropartículas fotocromicas de los ejemplos K a S. El Ejemplo 23 describe la preparación y ensayo de lentes revestidas de los Ejemplos 1 a 22. Las lentes se ensayaron para microdureza de Fischer, densidad óptica y semi-vidas de decoloración. Los resultados de ensayo se muestran en las Tablas 12 y 13.
50

Ejemplo A

Prepolímero de Uretano Hidrófilo

Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con una sonda de temperatura electrónica, agitador mecánico, condensador y una camisa calefactora.

55 Carga A

Material	Peso en gramos
N-metil pirrolidinona (NMP)	138,9
ácido dimetilolpropiónico (DMPA)	134,1
trifenil fosfito	1,1
dilaurato de dibutil estaño	1,1
hidroxitolueno butilado	1,1

Carga B

Material	Peso en gramos
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	344,4

Carga C

Material	Peso en gramos
metilen bis(4-ciclohexilisocianato)	524,0

Carga D

Material	Peso en gramos
dietanolamina	105,1
monobutil éter de propilenglicol	138,9

- 5 La carga A se agitó en el matraz a una temperatura de 100 °C hasta que todos los sólidos se disolvieron. La carga B se añadió y la mezcla se recalentó a 80 °C. La carga C se añadió durante un periodo de 15 minutos y la mezcla resultante se mantuvo a 80 °C durante 3 horas. La carga D se añadió y la mezcla se enfrió a temperatura ambiente. El producto final era una solución de color amarillo claro, extremadamente viscosa, con un valor de ácido de 38,0 y un porcentaje de sólidos del 81,4%. El valor de ácido se midió por valoración potenciométrica con KOH.
- 10 El porcentaje de sólidos se determinó añadiendo una cantidad conocida del material a un recipiente de aluminio, añadiendo agua adicional para diluir el material y distribuirlo más uniformemente sobre el recipiente. El recipiente se puso en un horno a 110 °C durante 1 hora. El recipiente se volvió a pesar entonces y el porcentaje de sólidos se determinó a partir de la masa restante (menos la del recipiente) dividido por la masa inicial (menos la del recipiente).

Ejemplo B15 Polímero de Uretano Hidrófobo Fotocrómico

Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con una sonda de temperatura electrónica, agitador mecánico, condensador y una camisa calefactora.

Carga A

Material	Peso en gramos
N-metil pirrolidinona	72,1
Fotocrómico A ⁽¹⁾	67,3
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	103,4
dilaurato de dibutil estaño	0,3
hidroxitolueno butilado	0,3

ES 2 377 215 T3

Carga B

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
2-heptil-3,4-bis(9-isocianatononil)-1-pentil-ciclohexano ⁽²⁾	117,4
(1) El Fotocrómico A es 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-(2-(2-(2-hidroxietoxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano. (2) Diisocianato disponible en Cognis Corporation.	

5 La carga A se agitó en el matraz y se calentó a una temperatura de 90 °C. La carga B se añadió durante un periodo de 17 minutos y la mezcla se mantuvo a 90 °C durante 90 minutos y después se enfrió a temperatura ambiente. El producto final era un líquido de color morado oscuro, con una viscosidad Brookfield de 1390 cps (eje N° 3, 50 rpm, 25 °C).

Ejemplo C

Polímero de Uretano Hidrófilo

10 Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con una sonda de temperatura electrónica, agitador mecánico, condensador y una camisa calefactora.

Carga A

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
N-metil pirrolidinona	313,3
ácido dimetilolpropiónico (DMPA)	241,5
metacrilato de hidroxietilo (HEMA)	234,3
trifenil fosfito	2,3
dilaurato de dibutil estaño	2,3
hidroxitolueno butilado	2,3

Carga B

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
poli(óxido de butileno) que tiene un peso molecular promedio en número de 1000	1200,0

15 Carga C

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
diisocianato de isoforona	666,9

Carga D

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
acrilato de butilo	153,0

Carga E

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
acrilato de butilo	1100,0

ES 2 377 215 T3

5 La carga A se agitó en el matraz a una temperatura de 100 °C hasta que todos los sólidos se disolvieron. La carga B se añadió y la mezcla se recalentó a 90 °C. La carga C se añadió durante un periodo de 90 minutos. La carga D se añadió y la mezcla resultante se mantuvo a 90 °C durante 2 horas. La carga E se añadió y la mezcla se enfrió a temperatura ambiente. El producto final era una solución transparente con un valor de ácido de 25,8, porcentaje de sólidos del 58,5% y una viscosidad Gardner-Holdt (ASTM D1545-89) de W+.

Ejemplos D-I

Polímeros de Uretano Hidrófobos Fotocrómicos

10 Los materiales mostrados en cantidades en gramos para cada uno de los Ejemplos D a I en la Tabla 1 se añadieron, en el orden descrito, a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con una sonda de temperatura electrónica, agitador magnético, condensador y una camisa calefactora.

15 La carga A se agitó en el matraz y se calentó a una temperatura de 90 °C. La carga B se añadió durante un periodo de hasta 10 minutos y la mezcla se mantuvo a 90 °C durante 1 hora, excepto para el Ejemplo D, que se mantuvo durante 2 horas. Después de cambiar a una atmósfera de aire, la carga C se añadió y la mezcla se mantuvo a 90 °C durante 34-35 minutos para los Ejemplos D y E, 23 minutos para los Ejemplos F e I, 20 minutos para el Ejemplo G y 32 minutos para el Ejemplo H, y después se enfrió a temperatura ambiente. El producto final era un líquido oscuro que tenía los porcentajes de sólidos mostrados en la Tabla 2.

Tabla 1 - Ejemplos D-I

	D	E	F	G	H	I
<u>Material</u>	<u>Carga A</u>					
N-metil pirrolidona	12,1					
tolueno		18,65	20,06	18,26	18,33	18,73
fotocrómico A ⁽¹⁾					3,03	3,03
fotocrómico B ⁽³⁾	18,0					
fotocrómico C ⁽⁴⁾		3,01				
fotocrómico D ⁽⁵⁾			0,02			
fotocrómico E ⁽⁶⁾				2,98		
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo,	24,1					
dilaurato de dibutil estaño	0,08	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
hidroxitolueno butilado	0,08			0,02	0,01	0,01
<u>Material</u>	<u>Carga B</u>					
2-heptil-3,4-bis (9-isocianatononil)-1-pentil-ciclohexano ⁽²⁾	34,2	6,06	7,40	6,6	6,6	
isocianurato de diisocianato de hexametileno						2,27
<u>Material</u>	<u>Carga C</u>					
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	7,1	6,66	8,13	7,25	7,26	4,01
hidroxitolueno butilado		0,01				

Tabla 2 - Porcentaje de sólidos de los ejemplos D-I

	D	E	F	G	H	I
Porcentaje de sólidos del producto resultante	32,7	58,6	50,4	57,2	53,4	37,7
(3) El fotocromico B es 3-fenil-3-(4-morfolinofenil)-6,7-dimetoxi-13-butil-13-(2-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b] pirano. (4) El fotocromico C es 3,3-di(4-metoxifenil)-6-metoxi-7-morfolino-13-etil-13-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano. (5) El fotocromico D es 3-(4-(2-hidroxi)etoxi)fenil)-3-(4-morfolinofenil)-13,13-dimetil)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano. (6) El fotocromico E es 3-(4-metoxifenil)-3-(4-fluorofenil)-6,7-dimetoxi-13-etil-13-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano.						

Ejemplo J

Prepolímero de Uretano Hidrófobo

- 5 Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con una sonda de temperatura electrónica, agitador superior, condensador y una camisa calefactora.

Carga A

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
N-metil pirrolidinona	649,3
hidroxitolueno butilado	3,1
dilaurato de dibutil estaño	3,1
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	1770,9

Carga B

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
2-heptil-3,4-bis(9-isocianatonil)-1-pentil-ciclohexano ⁽²⁾	1408,8

10

La carga A se agitó en el matraz en una atmósfera de aire y se calentó a una temperatura de 90 °C. La carga B se añadió durante 25 minutos y la mezcla se mantuvo a 90 °C durante 50 minutos. El producto final era un líquido ligeramente amarillo con un porcentaje de sólidos del 81,4% y una viscosidad Gardner-Holdt de R+.

Ejemplo k

- 15 Dispersión Acuosa de Micropartículas Fotocrómicas Formadas A Partir de los Ejemplos A y B

Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito como sigue.

Carga A

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
agua	282,0
dimetiletanolamina	5,76
monobutiléter de propilenglicol	15,84
tensioactivo IGEPAL [®] CO-897 ⁽¹⁾	3,57
EJEMPLO A	90,0

ES 2 377 215 T3

Carga B

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	9,6
EJEMPLO B	49,7
ácido dodecilbencenosulfónico (70% en isopropanol)	2,33
dimetiletanolamina	0,65

Carga C

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
agua	2,0
sulfato de amonio ferroso	0,01
hidroperóxido de t-butilo	0,16

Carga D

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
agua	6,0
metabisulfito sódico	0,2

Carga E

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
dimetiletanolamina	0,24
agua	0,48
(7) Un tensioactivo no iónico disponible en Rhodia.	

- 5 Se preparó una pre-emulsión agitando la Carga A en un vaso de precipitados de vidrio. De la pre-emulsión, 132,37 g se reciclaron durante 15 minutos a través de un Microfluidizador M110T a 55 MPa y 28 °C mientras la Carga B se añadió en orden. El Microfluidizer® M110T está disponible en la división Microfluidics™ de MFIC Corporation, Newton, MA. La microemulsión resultante se transfirió a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con un agitador superior, condensador, sonda de temperatura electrónica y una entrada de nitrógeno. La Carga C se añadió rápidamente como una mezcla y después la Carga D se añadió como una mezcla durante un periodo de 30 minutos. La temperatura subió de 30 °C a 33 °C a medida que se añadía la Carga D. Finalmente, la Carga E se añadió para producir una dispersión morada lechosa, con un pH de 8,22.

Ejemplo L

Dispersión Acuosa de las Micropartículas Formadas A Partir del Ejemplo C

- 15 Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito como sigue.

Carga A

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
EJEMPLO C	133,3
tensioactivo IGEPAL® CO-897 ⁽⁷⁾	2,88
Dimetiletanolamina	5,6
ácido dodecilbencenosulfónico (70% en isopropanol)	5,76
acrilato de butilo	37,3

ES 2 377 215 T3

(continuación)

Material	Peso en gramos
monobutiléter de propilenglicol	20,0
Agua	232,0

Carga B

Material	Peso en gramos
Agua	20,0

Carga C

Material	Peso en gramos
Agua	6,0
sulfato de amonio ferroso	0,02
metabisulfito sódico	0,5

Carga D

Material	Peso en gramos
agua	12,0
hidroperóxido de t-butilo	0,4

5 Carga E

Material	Peso en gramos
Dimetiletanolamina	1,2
Agua	2,4

Carga F

Material	Peso en gramos
resina CYMEL® 327 ⁽⁸⁾	50,0
(8) Se informa que es una resina de melamina/formaldehído parcialmente metilada, comercializada como una dispersión al 90% en peso en isobutanol, disponible en Cytec, Inc.	

10 Se preparó una pre-emulsión agitando la Carga A en un vaso de precipitados de acero inoxidable. La pre-emulsión se hizo pasar una vez a través de un Microfluidizador M110T a 55 MPa. La microemulsión resultante se transfirió a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con un agitador superior, condensador, sonda de temperatura electrónica y una entrada de nitrógeno. La Carga B se usó para enjuagar el vaso de precipitados y el Microfluidizador M110T y se añadió al matraz. La Carga C se añadió rápidamente como una mezcla y después la Carga D se añadió como una mezcla durante un periodo de 30 minutos. La temperatura subió de 30 °C a 54 °C a medida que se añadía la Carga D. La Carga E se añadió como una mezcla. La Carga F se añadió para producir una dispersión blanca lechosa, con un pH de 8,11, una viscosidad Brookfield de 39,7 centipoise (eje N° 1, 50 rpm, 25 °C) y un porcentaje de sólidos del 36,9%.

Ejemplo M

Dispersión Acuosa de las Micropartículas Fotocrómicas Formadas A Partir de los Ejemplo A y D

Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito como sigue.

ES 2 377 215 T3

Carga A

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
agua	291,3
dimetiletanolamina	5,2
monobutiléter de propilenglicol	14,3
tensioactivo IGEPAL® CO-897 ⁽⁷⁾	3,1
EJEMPLO A	81,4

Carga B

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	7,0
EJEMPLO D	47,0
ácido dodecilbencenosulfónico (70% en isopropanol)	2,07
dimetiletanolamina	0,55

Carga C

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
agua	2,1
sulfato de amonio ferroso	0,01
hidroperóxido de t-butilo	0,14

Carga D

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
agua	6,2
metabisulfito sódico	0,19

5

Se preparó una pre-emulsión agitando la Carga A en un vaso de precipitados de vidrio. Se reciclaron 131,8 g de la pre-emulsión durante 15 minutos a través de un Microfluidizador M110T a 55 MPa y 28 °C, mientras la Carga B se añadía en orden. La microemulsión resultante se transfirió a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con un agitador superior, condensador, sonda de temperatura electrónica y una entrada de nitrógeno. La Carga C se añadió rápidamente como una mezcla y después la Carga D se añadió como una mezcla durante un periodo de 30 minutos. La temperatura subió de 30 °C a 33 °C a medida que se añadía la Carga D. El producto final era una dispersión gris lechosa, con un pH de 8,21 y un porcentaje de sólidos del 33,1%.

10

Ejemplos N-R

Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas Formadas A Partir del Ejemplo A con los Ejemplos E, F, G, H, o I y J

15

La Tabla 3 muestra las cantidades de materiales en gramos usadas en la preparación de los Ejemplos N-R, que se usaron en el orden descrito como sigue. Se preparó una pre-emulsión agitando la Carga A en un vaso de precipitados de vidrio. De la pre-emulsión resultante: 53,7 gramos para el Ejemplo N; 73,59 gramos para el Ejemplo O; 60,31 gramos para el Ejemplo P; 57,31 gramos para el Ejemplo Q y 66,14 gramos para el Ejemplo R se reciclaron cada uno durante 15 minutos a través de un Microfluidizador M110T a 55 MPa y 70 °C, mientras la Carga B se añadía en orden. La microemulsión resultante se transfirió a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con un agitador magnético, condensador, sonda de temperatura electrónica y una entrada de nitrógeno. La Carga C se usó para enjuagar el Microfluidizador y después se añadió al matraz. La temperatura de la microemulsión se ajustó a 23 °C. La Carga D se añadió rápidamente como una mezcla y después la Carga E se añadió como una mezcla durante un periodo de 30 minutos. La temperatura subió a 24-26 °C a medida que se añadía la Carga E. La

20

25

ES 2 377 215 T3

microdispersión resultante se destiló a presión reducida hasta que la cantidad mostrada en la Tabla 4 permaneció para cada Ejemplo. El producto final era un líquido oscuro, con el pH y porcentaje de sólidos que se muestra también en la Tabla 4.

Tabla 3 - Ejemplos N-R

Materiales	N	O	P	Q	R
<u>Material</u>	<u>Carga A</u>				
Ejemplo J					17,40
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	2,2	3,8	2,8	2,6	2,9
Ejemplo A	19,6	23,5	20,9	20,3	20,3
ácido dodecilbencenosulfónico (70% en isopropanol)	1,5	1,8	1,6	1,5	1,5
dimetiletanolamina	1,3	1,6	1,4	1,4	1,4
Agua	82,8	116,5	94,0	88,8	88,8
<u>Material</u>	<u>Carga B</u>				
Ejemplo E	24,75				
Ejemplo F		34,4			
Ejemplo G			26,65		
Ejemplo H				27,76	
Ejemplo I					20,89
tolueno	2,09	1,25	2,22		
<u>Material</u>	<u>Carga C</u>				
agua	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
<u>Material</u>	<u>Carga D</u>				
agua	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
solución de sulfato de amonio ferroso (al 1% en agua)	0,1	0,13	0,11	0,11	0,11
hidroperóxido de t-butilo (70% en agua)	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05
<u>Material</u>	<u>Carga E</u>				
agua	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
metabisulfito sódico	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07

Tabla 4 - Características de los Ejemplos N-R

	N	O	P	Q	R
Cantidad de cada Ejemplo en gramos que queda después de la destilación	67,5	76,3	65,2	57,5	55,8
pH	6,5	6,48	6,75	6,52	6,63
porcentaje de sólidos	34	35,7	35,9	39,9	41,6

Ejemplos

Una Dispersión Acuosa de Micropartículas Fotocrómicas Formadas a Partir de los Ejemplos A y B

5 Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito como sigue.

Carga A

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
Agua	562,4
dimetiletanolamina	1,7
monobutiléter de propilenglicol	22,44
EJEMPLO A	127,5
acrilato de 2-(dicaprolactona)etilo	40,66

Carga B

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
EJEMPLO B	210,8
ácido dodecibencenosulfónico (70% en isopropanol)	9,71
dimetiletanolamina	6,97

Carga C

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
Agua	30,0

Carga D

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
Agua	10,0
sulfato de amonio ferroso	0,01
hidroperóxido de t-butilo	0,68

10 Carga E

<u>Material</u>	<u>Peso en gramos</u>
Agua	30,0
metabisulfito sódico	0,85

5 Se preparó una pre-emulsión por agitación de la Carga A en un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con un agitador superior, condensador, sonda de temperatura electrónica y una entrada de aire. La pre-emulsión se calentó a 60 °C y se recicló durante 15 minutos a través de un Microfluidizer® M110T a 55 MPa, sin enfriamiento, mientras la Carga B se añadía en orden. El agua de refrigeración se aplicó al Microfluidizer® M110T para bajar la temperatura de la microemulsión resultante a 25 °C. La microemulsión se transfirió a un matraz de fondo redondo de cuatro bocas, equipado con un agitador superior, condensador, sonda de temperatura electrónica y una entrada de nitrógeno. La Carga C se uso para enjuagar el Microfluidizer® y después se añadió al matraz. La Carga D se añadió rápidamente como una mezcla y después la Carga E se añadió como una mezcla durante un periodo de 30 minutos. 10 La temperatura subió de 25 °C a 30 °C a medida que se añadía la Carga E. La dispersión morada lechosa resultante tenía un pH de 6,58, una viscosidad Brookfield de 48,3 centipoise (eje N° 1, 50 rpm, 25 °C) y un porcentaje de sólidos del 30,8%.

Ejemplos 1-8

Composiciones de Revestimiento de Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas del Ejemplo K Usando Resinas de Melamina Como Reticulantes

15 Parte A

Se añadió suficiente agua al material del Ejemplo K para dar como resultado una medición del porcentaje de sólidos del 23,2%. La solución resultante se agitó durante aproximadamente 1 hora.

Parte B

20 Los materiales mostrados en cantidades en gramos para cada uno del Ejemplo 1-8 en la Tabla 5, se añadieron en el orden descrito como sigue:

Mientras la Carga A se agitaba con una barra de agitación magnética en un vaso de precipitados sobre una placa de agitación, la Carga B se añadió a la misma usando una pipeta ajustable. La mezcla resultante se agitó durante 2,5 minutos. La Carga C se añadió de la misma manera que la Carga B. La Carga D se añadió y la mezcla resultante se agitó ocasionalmente de 2-10 veces para asegurar que estaba mezclado desde arriba a abajo, y se agitó durante 20-45 minutos. Después de que la agitación se detuviera, la solución resultante permaneció quieta durante 30-60 minutos para expulsar las burbujas que se habían formado.

Tabla 5 - Ejemplos 1-8

	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Materiales</u>	<u>Carga A</u>							
Producto de la Parte A	10,0	10,1	10,0	10,1	10,0	10,1	10,0	10,1
<u>Materiales</u>	<u>Carga B</u>							
A-187 ⁽⁹⁾	0,31	0,31	0,30	0,33	0,31	0,3	0,31	0,33
<u>Materiales</u>	<u>Carga C</u>							
Primer Estabilizador ⁽¹⁰⁾	1,0				1,0			
resina CYMEL® 327 ⁽⁸⁾		0,71	2,5	6,55				
resina CYMEL® 385 ⁽¹¹⁾						0,72	2,73	7,24
<u>Materiales</u>	<u>Carga D</u>							
resina CYMEL® 327 ⁽⁸⁾	0,71							
resina CYMEL® 385 ⁽¹¹⁾					0,81			

(9) Se informa que es un gamma-glicidoxipropiltrimetoxisilano y está disponible en Osi Specialty Chemicals.

(10) TINUVIN-144 al 5 por ciento en peso, se informa que tiene un N° CAS 63843-89-0 y está disponible en Ciba Specialty Chemicals, en NMP. La primera solución de estabilizador se preparó por agitación hasta que se disolvió el TINUVIN-144

(11) Se informa que es una resina de metoximetil metilol melamina disponible en Cytec, Inc.

Ejemplos 9-13

Composiciones de Revestimiento de las Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas del Ejemplo L o M Usando Resina de Melamina como un Reticulante en Todos Excepto el Ejemplo 9

5 Se siguió el procedimiento de la Parte B del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades indicadas en gramos en la Tabla 6.

Tabla 6 - Ejemplos 9-13

	9	10	11	12	13
<u>Materiales</u>	<u>Carga A</u>				
Ejemplo L	5,1	5,1	5,1	5,1	
Ejemplo M					15,0
<u>Materiales</u>	<u>Carga B</u>				
A-187 ⁽⁹⁾	0,32	0,33	0,31	0,3	0,44
<u>Materiales</u>	<u>Carga C</u>				
Fotocrómico/Estabilizador ⁽¹²⁾	5,1	5,0	5,0	5,0	
Primer Estabilizador ⁽¹⁰⁾					1,5
<u>Materiales</u>	<u>Carga D</u>				
resina CYMEL® 327 ⁽⁸⁾		2,1	4,1	15,1	1,47
(12) El Fotocrómico/Estabilizador se preparó añadiendo el Fotocrómico F, que es 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-hidroxi-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano, 1,75 g y TINUVIN-144 0,87 g, que se describe como un material en el Primer Estabilizador ⁽¹⁰⁾ en NMP, 50,0 g. Los materiales se disolvieron con agitación y calentamiento de la solución a menos de 45 °C para producir una solución que tenía un 3,3 por ciento en peso de Fotocrómico F y un 1,7 por ciento en peso de TINUVIN-144 en NMP.					

Ejemplos 14-16

10 Composiciones de Revestimiento de las Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas del Ejemplo K Usando Como un Reticulante: Policarbodiimida; Poliaziridina; o un Organosilano con Funcionalidad Isocianato

Parte A

Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se añadió suficiente agua al material del Ejemplo K para dar como resultado una medición de los sólidos presentes del 31,4 por ciento de sólidos.

Parte B

15 Se siguió el procedimiento del Ejemplo 1 excepto que se usaron los siguientes materiales en las cantidades indicadas en gramos en la Tabla 7.

Tabla 7 - Ejemplos 14-16

	14	15	16
<u>Materiales</u>	<u>Carga A</u>		
Producto de la Parte A	33,6	33,6	30,0
<u>Materiales</u>	<u>Carga B</u>		
CARBODILITE V-02-L2 ⁽¹²⁾	4,6		

(continuación)

	14	15	16
<u>Materiales</u>	<u>Carga B</u>		
poliaziridina CX-100 ⁽¹⁵⁾		1,85	
Isocianurato de tris(trimetoxisililpropilo)			3,31
<u>Materiales</u>	<u>Carga C</u>		
Estabilizador/Promotor de Adhesión ⁽¹⁴⁾	5,1	5,1	
(13) Una policarbodiimida multifuncional proporcionada como 40% de sólidos en agua y fabricada por Nisshinbo Industries, Inc. de Japón. (14) El Estabilizador/Promotor de Adhesión se preparó disolviendo un 3,5 por ciento en peso de TINUVIN-144 y un 19,9 por ciento en peso del promotor de adhesión A-187 en NMP. (15) Una poliaziridina proporcionada como 100% de sólidos de NeoResins, Inc.			

Ejemplo 17

5 Una Composición de Revestimiento de las Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas de los Ejemplos N, O y P Usando una Resina de Melamina Como Un Reticulante e Incluyendo un Uretano Diol

Se siguió el procedimiento de la Parte B del EJEMPLO 1, excepto que se usaron los siguientes materiales, en las cantidades indicadas en gramos en la Tabla 8.

Tabla 8 - Ejemplo 17

	17 Parte 1	17 Parte 2	17 Parte 3
<u>Materiales</u>	<u>Carga A</u>		
Ejemplo N	15,03		
Ejemplo O		15,04	
Ejemplo P			15,06
<u>Materiales</u>	<u>Carga B</u>		
Estabilizador/Promotor de Adhesión ⁽¹⁴⁾	2,56	2,68	2,68
<u>Materiales</u>	<u>Carga C</u>		
resina CYMEL [®] 328 ⁽¹⁶⁾	7,04	6,30	6,45
<u>Materiales</u>	<u>Carga D</u>		
diol K-FlexUD-350w ⁽¹⁷⁾	2,01	2,00	1,88
(16) Se informa que es una resina de melamina de alto contenido de imino disponible como activa al 85% en agua, de Cytec, Inc. (17) Se informa que es un uretano diol proporcionado como activo al 88% en agua, y está disponible en King Industries, Inc.			

10 Parte 4

Los siguientes materiales se añadieron en el orden descrito a un vaso de precipitados, y se mezclaron durante aproximadamente 10 minutos para producir el Ejemplo 17.

ES 2 377 215 T3

Material	Peso en gramos
Producto de la Parte 2	7,75
Producto de la Parte 3	4,19
Producto de la Parte 1	2,67

Ejemplos 18-19

Composiciones de Revestimiento de las Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas de los Ejemplos Q o R Usando una Resina de Melamina Como Un Reticulante e Incluyendo un Uretano Diol

- 5 Se siguió el procedimiento de la Parte B del EJEMPLO 1, excepto que se usaron los siguientes materiales, en las cantidades indicadas en gramos en la Tabla 9.

Tabla 9 - Ejemplos 18-19

	18	19
<u>Materiales</u>	<u>Carga A</u>	
Ejemplo Q	10,04	
Ejemplo R		10,02
<u>Materiales</u>	<u>Carga C</u>	
resina CYMEL® 328 ⁽¹⁶⁾	4,68	4,91
<u>Materiales</u>	<u>Carga D</u>	
diol K-FlexUD-35OW ⁽¹⁷⁾	1,32	1,54

Ejemplos 20-22

Composiciones de Revestimiento de las Dispersiones Acuosas de Micropartículas Fotocrómicas del Ejemplo S Usando Soluciones de Producción de Revestimiento Duro Sol-Gel Disponibles en el Mercado

- 10 Se siguió el procedimiento de la Parte B del EJEMPLO 1, excepto que se usaron los siguientes materiales, en las cantidades indicadas en gramos en la Tabla 10.

Tabla 10 - Ejemplos 20-22

	20	21	22
<u>Materiales</u>	<u>Carga A</u>		
EJEMPLO S	10,0	10,0	15,0
<u>Materiales</u>	<u>Carga B</u>		
solución de revestimiento HiGard® 1020 ⁽¹⁸⁾	8,57		
solución de revestimiento HiGard® 1080 ⁽¹⁹⁾		10,0	
solución de revestimiento HiGard® 1035 ⁽²⁰⁾			15,0
(18, 19 y 20) solución de revestimiento HiGard® 1020, solución de revestimiento HiGard® 1080 y solución de revestimiento HiGard® 1035; son cada una una solución de revestimiento de producción de revestimiento duro sol-gel, disponible en el mercado en PPG Industries, Inc.			

Ejemplo 23

- 15 La preparación de las lentes se describe en la Parte A; el revestimiento de las lentes se describe en la Parte B; el ensayo de microdureza de Fischer de las lentes revestidas se describe en la Parte C; y el ensayo de rendimiento fotocromico de las lentes revestidas se describe en la Parte D.

PARTE A

5 Las lentes planas de policarbonato Gentex[®], revestidas con PDQ[®], que tenían un diámetro de 76 milímetros, se usaron tal cual fueron suministradas o se lavaron con un detergente para lavavajillas y agua, se enjuagaron con el agua desionizada y se secaron. Las lentes de los Ejemplos 1 a 13 se usaron tal cual fueron suministradas y se trataron con plasma de oxígeno a un caudal de 100 mililitros (ml) por minuto de oxígeno, a 100 vatios de potencia durante un minuto. Las lentes limpiadas de los Ejemplos 14 a 22 se trataron con una ráfaga de aire ionizado, para retirar cualquier partícula de polvo, y se sometieron a tratamiento corona en un sistema 3DT MultiDyne 1, poniendo cada lente a aproximadamente 1 pulgada (2,54 cm) por debajo de la fuente corona, haciéndolo girar aproximadamente a 200 rpm y tratándola durante aproximadamente 3 a 4 segundos.

10 Parte B

15 Las lentes preparadas en la Parte A se revistieron con las soluciones de los Ejemplos 1-22 mediante un procedimiento de revestimiento por rotación. Se dispensaron aproximadamente 1-2 ml de la solución de cada ejemplo sobre las lentes, y las lentes se hicieron girar a las velocidades y durante los tiempos mostrados en la Tabla 11. Las lentes revestidas de los Ejemplos 1-19 se curaron en un horno de aire forzado, a lo largo del siguiente ciclo de curado: 80 °C durante 20 minutos, rampa hasta 120 °C durante 5 minutos, mantenido a 120 °C durante 1 hora y enfriado a temperatura ambiente. Las lentes revestidas de los Ejemplos 20-22 se curaron en un horno de aire forzado, a 60 °C durante 20 minutos, y después se curaron a 120 °C durante 3 horas.

Tabla 11 - Parámetros de Revestimiento por Centrifugación

Nº de Ejemplo	Velocidad de rotación (rpm)	Tiempo de rotación (segundos)
1, 2, 5, 6	1.100	5,0
3	1.100	3,7
4, 7	1.100	3,0
8	1.100	2,3
9	850	3,5*
10	850	3,0*
11	850	3,3*
12	850	4,0*
13	1.100	4,5
14, 15, 16, 20, 21, 22	1.100	6,0
17	700	5,0*
18	1.600	2,0
19	1.600	3,0
*Indica que parte del material se dispensó antes de la rotación, y que parte se dispensó durante hasta 1,0 segundos durante el conformado por rotación de las lentes.		

20 PARTE C

25 Las lentes revestidas preparadas en la Parte B se sometieron a un ensayo de microdureza usando un Fischerscope HCV, modelo H-100, de Fischer Technology, Inc. La microdureza se mide en Newtons por mm². Las mediciones se realizaron después de que las lentes se acondicionaran a una humedad relativa de aproximadamente el 48%, a una temperatura de 21-23 °C, durante al menos 12 horas. Cada lente se midió de 2 a 5 veces, y los datos se promediaron. Las mediciones de dureza se tomaron como la dureza a una profundidad de penetración de 2 micrómetros después de una carga de 100 Newton durante 15 segundos. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

PARTE D

ES 2 377 215 T3

Las lentes revestidas preparadas en la Parte B se inspeccionaron para absorbancia ultravioleta en un espectrofotómetro UV-Visible VARIAN CARY 3, o un instrumento comparable. Las lentes que tenían una absorbancia UV comparable a 390 nanómetros se ensayaron para la respuesta fotocromica en un banco óptico. Antes del ensayo de respuesta en un banco óptico, las lentes revestidas se acondicionaron por exposición de las mismas a luz ultravioleta de 365 nm, durante 10 minutos, a una distancia de aproximadamente 14 cm de la fuente para pre-activar los materiales fotocromicos. La irradiación UVA en la muestra se midió con un espectroradiómetro Licor, modelo Li-1800, y se encontró que era de 22,2 vatios por metro cuadrado. Las muestras se pusieron después bajo una lámpara de halógeno (500 W, 120 V) durante aproximadamente 10 minutos y a una distancia de aproximadamente 36 cm de la lámpara, para blanquear o inactivar los materiales fotocromicos en las muestras. La iluminancia en la muestra se midió con el espectroradiómetro Licor, y se encontró que era de 21,9 Klux. Las muestras se mantuvieron después en un entorno de oscuridad durante al menos 1 hora para enfriarlas, y continuaron decolorándose hasta un estado inicial antes del ensayo.

El banco óptico usado para medir la respuesta fotocromica estaba equipado con una lámpara de arco de xenón de 300 vatios Oriel, modelo N° 66011, un obturador controlado por ordenador Oriel, modelo 71445, un filtro de paso de banda KG-2 de 3 mm de Schott, para retirar la radiación de longitud de onda corta, un filtro o filtros de densidad neutra de sílice condensada revestida, para atenuar la luz de la lámpara de xenón, una lente de condensación de sílice condensada, para colimación de los rayos, y se insertó un soporte para celdas/muestras de agua de cuarzo, para mantener la temperatura de la muestra en la que se va a ensayar la muestra. La temperatura en la celda de agua se controló con un sistema de circulación de agua bombeada, en el que el agua se hacía pasar a través de bobinas de cobre que se pusieron en el depósito de una unidad de refrigeración. La celda de agua usada para contener las muestras de ensayo contenía láminas de sílice condensada en las caras delantera y trasera, para eliminar el cambio espectral de la activación o control de los rayos de luz. El agua filtrada que pasa a través de la celda de agua se mantuvo a $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}$ para el ensayo de respuesta fotocromica. Se usó una unidad Photofeedback Oriel, modelo 68850, para controlar la intensidad de la lámpara de arco de xenón durante la activación de la muestra.

Se usó una fuente de luz de halógeno de wolframio Ocean Optics LS-1 como la fuente de luz de control para la medición de la respuesta fotocromica. La luz, concentrada en un cable de fibra óptica, se colimó y se hizo pasar perpendicularmente a través del centro de la muestra, en la celda de agua. Después de hacerla pasar a través de la muestra, la luz se reenfozó hacia una esfera de integración de 5,1 cm, y se alimentó a un espectrofotómetro Ocean Optics S2000 mediante cables de fibra óptica. El programa Ocean Optics OOIBase 32 y el programa PPG patentado se usaron para medir la respuesta y controlar el funcionamiento del banco óptico.

La irradiación para el ensayo de respuesta de las muestras fotocromicas en el banco óptico se estableció en la muestra usando un Radiómetro de Investigación Luminosa Internacional, modelo IL-1700, con un sistema detector que comprendía un detector modelo SED033, Filtro B y difusor. La pantalla de salida del radiómetro se corrigió (valores de factores ajustados) contra un Calibrador de Calibrado Óptico Licor 1800-02, para mostrar valores que representan vatios por metro cuadrado de UVA. La irradiación en el punto de la muestra para el ensayo de respuestas se ajustó a 6,7 vatios por metro cuadrado de UVA, y tenía una iluminancia de aproximadamente 18 Klux. Las muestras de ensayo se expusieron a la luz de activación a 31° de la normal, mientras permanecían perpendiculares a la luz de control.

Las muestras se activaron en la celda de agua controlada a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 15 o 30 minutos, hasta que la muestra alcanzó una densidad saturada. En ese momento, el obturador para el rayo de activación se cerró. La muestra continuó controlándose durante la decoloración en condiciones de luz ambiente durante un máximo de 30 minutos. Se determinó la semi-vida de decoloración ($T\ 1/2$) para cada muestra, mientras se decoloraba sobre el banco óptico. La primera semi-vida de decoloración era el intervalo de tiempo en segundos para que la ΔDO saturada de la forma activada de material fotocromico en el revestimiento sobre la lente se decolorara a la mitad de la mayor ΔDO medida, después de 15 o 30 minutos de activación a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, después de la retirada de la fuente de luz de activación, por ejemplo cerrando el obturador. La segunda semi-vida de decoloración era el intervalo de tiempo en segundos para la ΔDO de la forma activada del material fotocromico en el revestimiento sobre la lente para decolorarse a un cuarto de la mayor ΔDO medida como se ha descrito anteriormente. La tercera semi-vida de decoloración era el intervalo de tiempo en segundos para la ΔDO de la forma activada del material fotocromico en el revestimiento sobre las lentes para que se decolorara a un octavo de la mayor ΔDO medida, como se ha descrito anteriormente. Las diversas semi-vidas de decoloración medidas para cada muestra se incluyen en la Tabla 13.

Tabla 12

N° de Ejemplo	Microdureza de Fischer (N/mm^2)
1	45
2	44
3	84

ES 2 377 215 T3

(continuación)

Nº de Ejemplo	Microdureza de Fischer (N/mm ²)
4	122
5	56
6	53
7	98
8	147
9	21
10	80
11	104
12	130
13	65
14	16
15	23
16	42
17	99
18	99
19	101
20	10
21	33
22	49

Tabla 13

Nº de Ejemplo	Absorbancia a 390 nm	Densidad Óptica a la Longitud de Onda ensayada (nm)	Primera semi-vida de decoloración (s)	Segunda semi-vida de decoloración (s)	Tercera semi-vida de decoloración (s)
1	1,14	0,84 a 565	42	95	196
2	1,28	0,87 a 565	43	96	204
3	1,52	0,92 a 565	48	108	264
4	1,63	0,94 a 565	62	173	827
5	1,12	0,83 a 565	43	94	186
6	1,22	0,84 a 565	42	92	185
7	1,32	0,85 a 565	42	90	176
8	1,37	0,89 a 565	52	144	-
9	0,92	0,62 a 565	48	122	-
10	0,86	0,44 a 565	146	1168	-

(continuación)

Nº de Ejemplo	Absorbancia a 390 nm	Densidad Óptica a la Longitud de Onda ensayada (nm)	Primera semi-vida de decoloración (s)	Segunda semi-vida de decoloración (s)	Tercera semi-vida de decoloración (s)
11	0,86	0,38 a 565	215	>1800	-
12	0,84	0,78 a 565	422	>1800	-
13	1,12	0,58 (fotópico)	54	129	-
14	1,52	0,87 a 570	44	96	-
15	1,62	0,90 a 570	45	97	-
16	1,99	0,92 a 570	44	95	-
17	1,20	0,59 (fotópico)	50	109	198
18	1,39	0,85 a 565	46	102	204
19	1,30	0,88 a 565	70	167	436
20	1,48	0,87 a 565	42	90	-
21	1,17	0,79 a 565	42	92	-
22	1,24	0,79 a 565	42	92	-

Los resultados de la Tabla 12 muestran que los valores de microdureza de Fischer de los revestimientos preparados usando los Ejemplos 1 a 22 de la presente invención variaban de 10 a 147 (N/mm²).

- 5 En la Tabla 13, los resultados de los Ejemplos 1 a 22 mostraron que los valores de rendimiento fotocromático de los revestimientos podría hacerse que variaran ampliamente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una composición acuosa que comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable, que comprende al menos un monómero hidrófilo y al menos un monómero hidrófobo, estando adaptados dicho monómero hidrófilo y dicho monómero hidrófobo para combinarse y formar, al menos parcialmente, partículas de dicho componente polimerizable con el que está asociado el material fotosensible.
2. Una composición acuosa que comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable, que comprende al menos un grupo funcional hidrófilo y al menos un grupo funcional hidrófobo, estando adaptados dicho al menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable para formar micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas.
- 10 3. La composición acuosa de la reivindicación 2 en la que el grupo funcional hidrófilo está provisto de al menos un monómero hidrófilo y el grupo funcional hidrófobo está provisto de al menos un monómero hidrófobo.
4. La composición acuosa de la reivindicación 3 en la que el, tras la polimerización, el monómero hidrófobo forma un polímero que tiene una temperatura de transición vítrea mayor de o igual a la temperatura de transición vítrea del polímero formado tras la polimerización del monómero hidrófilo.
- 15 5. La composición acuosa de la reivindicación 3 en la que, tras la polimerización, el monómero hidrófobo forma un polímero que tiene una temperatura de transición vítrea menor que la temperatura de transición vítrea del polímero formado tras la polimerización del monómero hidrófilo.
- 20 6. La composición acuosa de la reivindicación 3 en la que el monómero hidrófilo comprende un material de uretano que está adaptado para formar un segmento rígido, y el monómero hidrófobo comprende un material de uretano que está adaptado para formar un segmento flexible.
7. La composición acuosa de la reivindicación 2 en la que al menos un componente polimerizable comprende al menos un prepolímero hidrófilo, al menos un prepolímero hidrófobo y una cantidad eficaz de al menos un material fotocromático orgánico, que comprende al menos un grupo polimerizable, estando adaptado dicho componente polimerizable para formar micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas.
- 25 8. La composición acuosa de la reivindicación 2 en la que el componente polimerizable comprende adicionalmente una funcionalidad que es reactiva con los materiales reticulantes.
9. La composición acuosa de cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3 en la que el material fotosensible se elige entre materiales fluorescentes, materiales fosforescentes, materiales ópticos no lineales, materiales fotocromáticos o mezclas de los mismos.
- 30 10. La composición acuosa de la reivindicación 9, en la que el material fotosensible se elige entre materiales fotocromáticos.
11. La composición acuosa de la reivindicación 10 en la que el material fotocromático se elige entre materiales fotocromáticos inorgánicos, materiales fotocromáticos orgánicos o mezclas de los mismos.
- 35 12. La composición acuosa de la reivindicación 11 en la que el material fotocromático es un material fotocromático orgánico elegido entre piranos, oxazinas, fulgidas, fulgimidas, diariletanos o mezclas de los mismos.
13. La composición acuosa de la reivindicación 11 en la que el material fotocromático es un material fotocromático inorgánico que comprende haluros de plata, haluros de cadmio, haluros de cobre, europio (II), cerio (III) o mezclas de los mismos.
- 40 14. La composición acuosa de cualquiera de las reivindicación 3, 7 o 10 en la que el componente polimerizable comprende adicionalmente al menos un material copolimerizable que es diferente del monómero hidrófilo y el monómero hidrófobo, o diferente del material fotocromático, el prepolímero hidrófilo y el prepolímero hidrófobo.
- 45 15. La composición acuosa de la reivindicación 14 en la que el material copolimerizable se elige entre materiales que contienen isocianato; materiales que contienen el grupo epoxi; materiales que contienen el grupo carboxi; materiales que contienen el grupo carbonato; materiales que contienen un grupo etilénicamente insaturado; materiales que contienen el grupo sililo o mezclas de los mismos.
16. La composición acuosa de la reivindicación 7 en la que el material fotocromático orgánico está presente en cantidades de hasta el 50% en peso del peso total de los sólidos del componente polimerizable.
- 50 17. La composición acuosa de la reivindicación 14, en tanto que depende de la reivindicación 7, en la que el componente polimerizable comprende del 2 al 25 por ciento en peso del prepolímero hidrófilo, del 2 al 25 por ciento en peso del prepolímero hidrófobo, del 1 al 45 por ciento en peso del material fotocromático orgánico y del 2 al 45 por ciento en peso del al menos un material copolimerizable, basado en el peso total de los sólidos de dicho componente polimerizable.

18. La composición acuosa de la reivindicación 7 en la que el material fotocromico orgánico se elige entre:
- (a) 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-(2-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
 - (b) 3-fenil-3-(4-morfolinofenil)-6,7-dimetoxi-13-butil-13-(2-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
 - (c) 3,3-di(4-metoxifenil)-6-metoxi-7-morfolino-13-etil-13-(2-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
 - (d) 3-(4-(2-hidroxi)etoxi)fenil)-3-(4-morfolinofenil)-13,13-dimetil-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
 - (e) 3-(4-metoxifenil)-3-(4-fluorofenil)-6,7-dimetoxi-13-etil-13-(2-(2-(2-hidroxi)etoxi)etoxi)-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano;
 - (f) 3,3-di(4-metoxifenil)-6,11,13-trimetil-13-hidroxi-3H,13H-indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano; o
 - (g) mezclas de los mismos.
19. La composición acuosa de la reivindicación 7 en la que el prepolimero hidrófilo comprende un prepolimero de (met)acrilato de uretano que está adaptado para formar un segmento rígido, y el prepolimero hidrófobo comprende un prepolimero de (met)acrilato de uretano que está adaptado para formar un segmento flexible.
20. Micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas que comprenden un componente, al menos parcialmente polimerizado, que comprende dominios integrales de superficie e interior, comprendiendo dicho dominio de superficie al menos una región hidrófila, comprendiendo dicho dominio interior al menos una región hidrófoba, y al menos uno de dichos dominios de superficie y/o interior es fotosensible.
21. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 20 en las que el dominio de superficie y/o interior que es fotosensible comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible elegido entre materiales fluorescentes, materiales fosforescentes, materiales ópticos no lineales, materiales fotocromicos o mezclas de los mismos.
22. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 20 en las que la cantidad eficaz de al menos un material fotosensible es sustancialmente no extraíble de dichas micropartículas poliméricas fotosensibles.
23. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 20 en las que el tamaño de partícula medio de dichas micropartículas poliméricas fotosensibles está dentro del intervalo de 10 a 10.000 nanómetros.
24. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 20 o 21, en las que el material fotosensible se elige entre al menos un material fotocromico.
25. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 24 en las que el material fotocromico se elige entre materiales fotocromicos inorgánicos, materiales fotocromicos orgánicos o mezclas de los mismos.
26. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 25 en las que el material fotocromico está en una forma particulada, es un polimero fotocromico, es un oligomero fotocromico o comprende al menos un grupo funcional reactivo con los dominios de superficie y/o interior de dichas micropartículas, para permitir que dicho material fotocromico sea sustancialmente no extraíble de las micropartículas.
27. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 24 en las que el tamaño de partícula medio de dichas micropartículas poliméricas o fotosensibles está dentro del intervalo de 40 a 10.000 nanómetros.
28. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 24 en las que dicho dominio interior comprende al menos un material fotocromico orgánico.
29. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 28 en las que el material fotocromico orgánico se elige entre piranos, oxazinas, fulgidas, fulgimidas, diariletanos o mezclas de los mismos.
30. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 28 en las que el material fotocromico orgánico es un material fotocromico térmicamente reversible elegido entre piranos, oxazinas, fulgidas, fulgimidas o mezclas de los mismos.
31. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 28 en las que el material fotocromico orgánico es un material fotocromico térmicamente no reversible elegido entre diariletano, fulgidas, fulgimidas o mezclas de los mismos.
32. Las micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 30 en las

que el material fotocromico organico es un material fotocromico-dicroico.

33. Las microparticulas polimericas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de la reivindicacion 28 en las que dichas microparticulas polimericas fotocromaticas tienen un tamaño de partícula medio de 50 a 200 nanómetros.

5 34. Las microparticulas polimericas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de cualquiera de las reivindicaciones 20, 24 o 28, en las que dichas microparticulas polimericas fotosensibles están adaptadas para formar microparticulas que son reactivas con el material de reticulacion, magnetico, magneticamente sensible, electricamente conductor, dicroico, cromatico o combinaciones de los mismos.

35. Una dispersion acuosa de las microparticulas polimericas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas de cualquiera de las reivindicaciones 20-34.

10 36. Un procedimiento para producir microparticulas microsensibles que comprende:

- a) establecer una dispersion acuosa de una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible y al menos un componente polimerizable, que comprende al menos un grupo funcional hidrofilo y al menos un grupo funcional hidrofobo; y
- b) someter la dispersion de a) a condiciones suficientes para formar microparticulas, al menos parcialmente.

15 37. El procedimiento de la reivindicacion 38 que comprende adicionalmente:

- c) polimerizar al menos parcialmente el al menos un componente polimerizable de b).

38. El procedimiento de la reivindicacion 37 en el que el grupo funcional hidrofilo se proporciona mediante al menos un monomero hidrofilo y el grupo funcional hidrofobo se proporciona mediante al menos un monomero hidrofobo.

20 39. El procedimiento de la reivindicacion 38 en el que material fotosensible es un material fotocromico y las condiciones de b) son condiciones de tension de alta cizalla.

40. El procedimiento de la reivindicacion 38 en el que el componente polimerizable comprende adicionalmente, al menos, un material copolimerizable que es diferente del monomero hidrofilo o del monomero hidrofobo.

41. Un procedimiento para producir microparticulas fotosensibles que comprende:

- 25 a) establecer una dispersion acuosa de al menos un componente de prepolimero hidrofilo, que opcionalmente comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible;
- b) establecer una dispersion acuosa de al menos un componente de prepolimero hidrofobo, que opcionalmente comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible; y
- c) someter una mezcla de a) y b) a condiciones suficientes para formar, al menos parcialmente, microparticulas, comprendiendo dichas microparticulas una cantidad eficaz de al menos un material fotosensible.

30 42. El procedimiento de la reivindicacion 41 que comprende adicionalmente:

- d) polimerizar, al menos parcialmente, los componentes polimerizables de c).

43. El procedimiento de la reivindicacion 41 en el que el material fotosensible se elige entre materiales fluorescentes, materiales fosforescentes, materiales opticos no lineales, materiales fotocromaticos o mezclas de los mismos.

44. El procedimiento de la reivindicacion 42, en el que:

35 el material fotosensible es un material fotocromico, el prepolimero hidrofilo comprende al menos un monomero etilenicamente insaturado hidrofilo en una composicion acuosa, comprendiendo adicionalmente opcionalmente dicho prepolimero hidrofilo una cantidad eficaz de al menos un material fotocromico; y

40 el prepolimero hidrofobo comprende al menos un monomero etilenicamente insaturado hidrofobo en una composicion acuosa, comprendiendo adicionalmente opcionalmente dicho prepolimero hidrofobo una cantidad eficaz de al menos un material fotocromico.

45. El procedimiento de la reivindicacion 44 que comprende adicionalmente añadir un material co-polimerizable a la mezcla de a) y b) en c).

45 46. El procedimiento de la reivindicacion 44 en el que el prepolimero de b) comprende una cantidad eficaz de al menos un material fotocromico.

47. El procedimiento de la reivindicacion 46 en el que al menos uno de los materiales fotocromaticos es un material fotocromico organico que comprende al menos un grupo polimerizable.

48. Un artículo fotosensible que comprende microparticulas polimericas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicacion 20.

49. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 en el que el artículo es fotocromico y comprende un material orgánico polimérico, al menos parcialmente curado, y una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromicas al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicación 24.
50. El artículo fotosensible de la reivindicación 49 en el que el material orgánico polimérico se elige entre un material orgánico polimérico termoestable, material orgánico polimérico termoplástico o una mezcla de los mismos.
51. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 que comprende:
- a) un sustrato; y
 - b) una composición de revestimiento al menos parcialmente curada, conectada a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato, comprendiendo dicha composición de revestimiento una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicación 20.
52. El artículo fotosensible de la reivindicación 51 en el que el sustrato se elige entre sustratos no teñidos, sustratos teñidos, sustratos fotocromicos, sustratos fotocromicos teñidos, sustratos de polarización lineal, sustratos de polarización circular, sustratos de polarización elíptica o sustratos reflectantes.
53. El artículo fotosensible de la reivindicación 51 en el que la composición de revestimiento al menos parcialmente curada es un adhesivo, una pintura o una tinta.
54. El artículo fotosensible de la reivindicación 53 en el que la composición de revestimiento es un adhesivo.
55. El artículo fotosensible de la reivindicación 54 en el que dicho artículo fotosensible comprende adicionalmente una primera lámina polimérica al menos parcialmente curada, conectada a al menos una porción de al menos una superficie de la composición de revestimiento.
56. El artículo fotosensible de la reivindicación 55 en el que en dicho artículo fotosensible comprende adicionalmente una segunda lámina polimérica al menos parcialmente curada, siendo dicha segunda lámina polimérica adyacente al sustrato y estando conectada a la primera lámina polimérica mediante la composición de revestimiento.
57. El artículo fotosensible de la reivindicación 56 en el que al menos una de la primera y segunda láminas poliméricas es fotosensible.
58. El artículo fotosensible de la reivindicación 51 en el que la composición de revestimiento comprende un material anisotrópico al menos parcialmente ordenado, y en el que las micropartículas poliméricas fotosensibles reticuladas están al menos parcialmente alineadas con dicho material anisotrópico.
59. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 que es un elemento óptico que comprende:
- a) un primer sustrato que tiene una primera superficie;
 - b) un segundo sustrato que tiene una segunda superficie, en el que la segunda superficie del segundo sustrato es opuesta a la primera superficie del primer sustrato; y
 - c) un material situado entre dicha primera superficie y dicha segunda superficie, comprendiendo dicho material una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotosensibles al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicación 20.
60. El artículo fotosensible de la reivindicación 59 en el que dicho elemento óptico es un dispositivo emisor de luz orgánico, en el que la primera superficie es un ánodo, la segunda superficie es un cátodo y el material situado entre ellas es un material emisor, estando dicho material emisor en contacto eléctrico con dicho ánodo y dicho cátodo.
61. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 que es un artículo fotocromico revestido que comprende:
- a) un sustrato; y
 - b) un revestimiento fotocromico al menos parcialmente curado, conectado a al menos una porción de al menos una superficie de dicho sustrato, comprendiendo dicha revestimiento fotocromico un polímero formador de película y una cantidad eficaz de partículas poliméricas fotocromicas al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicación 24.
62. El artículo fotosensible de la reivindicación 61 en el que el polímero formador de película se elige entre materiales poliméricos termocurables, materiales poliméricos termoplásticos o una mezcla de dichos materiales poliméricos.
63. El artículo fotosensible de la reivindicación 62 en el que el polímero formador de película es un material polimérico termoestable que se elige entre poliuretanos, poli(urea-uretanos), resinas de aminoplasto, polisiloxanos, polianhidridos, poli(acrilamidas), resinas epoxi o poli(met)acrilatos.
64. El artículo fotosensible de la reivindicación 61 que comprende adicionalmente un revestimiento de imprimación

conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato.

65. El artículo fotosensible de la reivindicación 61 que comprende adicionalmente un revestimiento al menos parcialmente resistente a abrasión, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato.

5 66. El artículo fotosensible de la reivindicación 65 que comprende adicionalmente un revestimiento de transición interpuesto entre el revestimiento fotocromico y el revestimiento resistente a abrasión.

67. El artículo fotosensible de la reivindicación 61 que comprende adicionalmente un revestimiento al menos parcialmente antirreflectante, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato.

68. El artículo fotosensible de la reivindicación 61 que comprende adicionalmente un revestimiento o lámina polimérica de polarización, conectado a al menos una porción de al menos una superficie del sustrato.

10 69. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 que es un artículo compuesto fotocromico que comprende:

a) un sustrato; y

b) una lámina polimérica fotocromica al menos parcialmente curada, conectada a al menos una porción de al menos una superficie de dicho sustrato, comprendiendo dicha lámina polimérica fotocromica una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromicas al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicación 24.

15 70. El artículo fotosensible de la reivindicación 69 en el que la lámina polimérica fotocromica comprende materiales poliméricos termocurables, materiales poliméricos termoplástico o mezclas de los mismos.

71. El artículo fotosensible de la reivindicación 70 en el que la lámina polimérica fotocromica comprende un poliuretano termoplástico.

20 72. El artículo fotosensible de la reivindicación 69 que comprende adicionalmente una lámina polimérica protectora, al menos parcialmente resistente a abrasión, conectada a la superficie de dicha lámina polimérica fotocromica.

73. El artículo fotosensible de la reivindicación 72 en el que la lámina polimérica protectora comprende materiales poliméricos termocurables, materiales poliméricos termoplástico o mezclas de los mismos.

25 74. El artículo fotosensible de la reivindicación 73 en el que la lámina polimérica protectora comprende un policarbonato termoplástico.

75. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 que es un artículo compuesto fotocromico que comprende:

a) un sustrato;

b) un revestimiento al menos parcialmente curado de un adhesivo fotocromico, conectado a al menos una porción de al menos una superficie de dicho sustrato, comprendiendo dicho adhesivo fotocromico un material adhesivo y una cantidad eficaz de micropartículas poliméricas fotocromicas al menos parcialmente reticuladas, de acuerdo con la reivindicación 24; y

30 c) una primera lámina polimérica, al menos parcialmente curada, conectada a dicho revestimiento adhesivo fotocromico.

35 76. El artículo fotosensible de la reivindicación 75 en el que dicho artículo fotocromico comprende adicionalmente una segunda lámina polimérica al menos parcialmente curada, siendo dicha segunda lámina polimérica adyacente al sustrato y estando conectada a la primera lámina polimérica mediante el revestimiento adhesivo fotocromico.

77. El artículo fotosensible de cualquiera de las reivindicaciones 51 a 61 en el que el sustrato es un material elegido entre vidrio, mampostería, tejido, cerámico, metal, madera, papel o material orgánico polimérico.

40 78. El artículo fotosensible de cualquiera de las reivindicaciones 49 y 77, en tanto que dependen de la reivindicación 61, en el que dicho material orgánico polimérico se elige entre poli(alquil C₁-C₁₂ metacrilatos), poli (oxialquilen dimetracrilatos), poli(fenol metacrilatos alcoxilados), acetato de celulosa, triacetato de celulosa, acetato propionato de celulosa, acetato butirato de celulosa, poli(acetato de vinilo), poli(alcohol vinilico), poli(cloruro de vinilo), poli(cloruro de vinilideno), policarbonatos termoplásticos, poliésteres, poliuretanos, politiuretanos, polisulfitiuretanos, poli(urea-uretano), poli(etilen tereftalato), poliestireno, poli(alfa metil estireno), copoli(estireno-metilmacrilato), copoli(estireno-acrilonitrilo), polivinilbutiral o polímeros preparados a partir de monómeros de bis(alil carbonato), monómeros de acrilato polifuncionales, monómeros de metacrilato polifuncionales, monómeros de dimetacrilato de dietilenglicol, monómeros de disopropenil benceno, monómeros de dimetacrilato de bisfenol A etoxilados, monómeros de bismetacrilato de etilenglicol, monómeros de bismetacrilato de poli(etilenglicol), monómeros de bis metacrilato de fenol etoxilados, monómeros de poli acrilato de alcohol polihídrico alcoxilados, monómeros de estireno, monómeros de acrilato de uretano, monómeros de acrilato de glicidilo, monómeros de metacrilato de glicidilo, monómeros de dialiliden pentaeritritol, o mezclas de los mismo.

50

79. El artículo fotosensible de cualquiera de las reivindicaciones 48, 51, 59, 69, 75 o 78 en el que dicho artículo es un elemento óptico.
- 5 80. El artículo polimérico fotosensible de la reivindicación 79 en el que dicho elemento óptico se elige entre elementos de memoria ópticos, elementos de visualización, elementos oftálmicos, elementos de ventana o elementos de espejo.
81. El artículo polimérico fotosensible de la reivindicación 80 en el que el elemento oftálmico se elige entre lentes correctoras, lentes no correctoras, lentes de contacto, lentes intraoculares, lentes de aumento, lentes protectoras o visores.
- 10 82. El artículo fotosensible de la reivindicación 80 en el que el elemento óptico es un elemento de visualización elegido entre pantallas, monitores o elementos de seguridad.
83. El artículo fotosensible de la reivindicación 82 en el que el elemento de seguridad comprende tarjetas y pases de acceso; instrumentos negociables e instrumentos no negociables; documentos gubernamentales; bienes de consumo; tarjetas de crédito; o etiquetas, marcadores y envases de mercancías.
- 15 84. El artículo fotosensible de la reivindicación 76 en el que al menos una de la primera y segunda láminas poliméricas es fotocromática.
85. El artículo fotosensible de la reivindicación 48 que comprende las micropartículas poliméricas fotocromáticas al menos parcialmente reticuladas de la reivindicación 28.