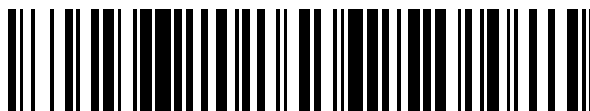


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 584**

51 Int. Cl.:

**C08K 5/35** (2006.01)

**G02B 5/23** (2006.01)

**G02C 7/10** (2006.01)

**C08F 222/10** (2006.01)

**G02B 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2002 E 02759523 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 1546248**

54 Título: **Composiciones de matriz fotocromicas para su uso en lentes oftálmicas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.07.2015**

73 Titular/es:

**SIGNET ARMORLITE, INC. (100.0%)  
1001 ARMORLITE DRIVE  
SAN MARCOS, CALIFORNIA 92069, US**

72 Inventor/es:

**ENGARDIO, THOMAS J.;  
SCHLUNT, PAUL D. y  
ADCOCK, JIMMIE E.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 540 584 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

Composiciones de matriz fotocromicas para su uso en lentes oftálmicas

### 5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a composiciones poliméricas de material compuesto y, más concretamente, a composiciones poliméricas de material compuesto mixto, adecuadas para su uso en lentes oftálmicas fotocromicas.

### 10 **Antecedentes de la invención**

Los colorantes fotocromicos orgánicos se usan ampliamente en las lentes oftálmicas (lentes de gafas) para proporcionar un oscurecimiento significativo de la lente cuando se expone a la luz solar. Cuando las lentes se devuelven a las condiciones de iluminación de interior, preferentemente vuelven rápidamente a un estado incoloro. Estas propiedades permiten al usuario de las gafas pasar de las condiciones de iluminación de interior a las de exterior sin tener que cambiar de un par de gafas "transparentes" a un par de gafas de sol.

Las lentes fotocromicas de plástico llevan en el mercado desde hace más de una década. Su rendimiento fotocromico ha mejorado a medida que la tecnología ha ido progresando. Los parámetros de medición que reflejan el rendimiento fotocromico incluyen:

- transmisión aclarada: lo más deseable es un alto nivel de transmisión de luz visible a través de la lente (en caso de la luz ambiente o lejos de la luz solar directa o reflejada intensa);
- transmisión oscurecida: lo más deseable es un bajo nivel de transmisión de luz a través de la lente (cuando se expone a la luz solar);
- rango dinámico: la diferencia en el porcentaje de transmisión de luz a través de la lente entre el estado completamente aclarado y el estado oscurecido. Lo más deseable es un intervalo amplio;
- estabilidad térmica: baja transmisión de luz sostenida cuando la lente está expuesta a la luz en un ambiente caluroso (por ejemplo, desértico o tropical). Lo más deseable es la reducción al mínimo de la reducción del rango dinámico a las temperaturas más elevadas;
- tiempo hasta el oscurecimiento desde el estado aclarado hasta el estado oscurecido: lo más deseable es un corto período de tiempo;
- tiempo hasta el aclaramiento desde el estado oscurecido hasta el estado aclarado: lo más deseable es un corto período de tiempo; y
- capacidad de aclaramiento en un período razonable de tiempo cuando se oscureció en un ambiente frío (por ejemplo, el clima del invierno): lo más deseable es un corto período de tiempo.

En general, se espera que estas características de rendimiento se mantengan durante al menos una vida útil de dos años.

El tiempo hasta el aclaramiento es una característica importante para una lente fotocromática que se encuentre actualmente en el mercado. A menudo, los clientes potenciales se desaniman por la cantidad de tiempo que la lente tarda en aclararse completamente cuando se mueve de la luz brillante (por ejemplo, del exterior) a condiciones de poca luz (por ejemplo, al interior). Durante este período de aclaramiento, las lentes pasan por un intervalo intermedio de transmisión que muchas personas encuentran poco atractivo. La definición de "tiempo en aclararse" o "tiempo hasta el aclaramiento" como el tiempo que una lente oscurecida tarda en aclararse a lo largo del 80 % de su rango dinámico hacia el estado aclarado proporciona un medio para comparar los diferentes productos de lentes y formulaciones. Estas mediciones comparativas se realizan en condiciones de luz y temperatura uniformes. Usando dicha definición, la mayoría de las lentes del estado de la técnica que se encuentran actualmente en el mercado tienen un tiempo hasta el aclaramiento que varía de 12 a 30 minutos (a 23 °C).

El tiempo hasta el aclaramiento presentado por una lente dada depende del tipo de colorante fotocromico, de la concentración de colorante, del tipo de monómeros y de otros aditivos usados para formar la matriz polimérica, así como de la concentración relativa de dichos monómeros y aditivos. El tiempo hasta el oscurecimiento y el tiempo hasta el aclaramiento para un colorante pueden estar muy influidos por la rigidez de la matriz que lo contiene. Las matrices más blandas pueden mejorar las velocidades de la respuesta fotocromica. Sin embargo, las matrices blandas también pueden conducir a la reducción de la estabilidad de la temperatura del material fotocromico. En este caso, el colorante cambiaría de color muy rápidamente. No obstante, el rango dinámico del material fotocromico se reduciría significativamente a temperaturas más altas (tales como las que se deben al calentamiento producido

como resultado de la exposición a la luz solar). Con la mayoría de los compuestos fotocromicos, el calor es la principal fuerza impulsora para la transformación del colorante del estado oscurecido al estado aclarado y, por lo tanto, una matriz blanda permitiría que el colorante se desvaneciera mientras el objeto es calentado por la radiación del sol. Un aclaramiento significativo cuando la lente está expuesta a la luz solar no es aceptable, porque dicho aclaramiento permitiría que llegara más luz solar ambiental al usuario. La matriz polimérica debe proporcionar un equilibrio entre permitir que el colorante cambie desde su estado de color hasta su estado incoloro, a la vez que se retarda un aclaramiento rápido en condiciones de calentamiento. La matriz polimérica también debe conservar su propiedad fotocromica de modo que cuando la lente se oscurezca en un ambiente frío, todavía se pueda aclarar lo suficiente para permitir que la persona pueda ver mientras pasa de una condición de sol a una condición de oscuridad, tal como el movimiento desde la luz solar hasta el interior.

En el mercado actual, es deseable producir lentes con índices de refracción superiores a 1,50 para obtener un espesor reducido de la lente y un mayor atractivo estético. La búsqueda de un índice superior a menudo se realiza a expensas del rendimiento fotocromico, como es el caso del uso de componentes estirénicos para aumentar el índice.

Uno de los primeros problemas encontrados al incorporarse colorantes fotocromicos orgánicos a materiales plásticos fue la obtención de un rango dinámico fotocromico y una velocidad desde el estado aclarado hasta el estado oscurecido y viceversa que fueran satisfactorios. En algunos de los primeros trabajos realizados incorporando colorantes fotocromicos a polímeros colados, se encontraron ciertos monómeros que potenciaban el oscurecimiento rápido e intenso del colorante en la muestra colada.

El uso del laurilmetacrilato monofuncional se sugiere en la patente de EE.UU. Nº 3.565.814, y es uno de los primeros ejemplos de un metacrilato especificado para mejorar el estado oscurecido del artículo formado. Sin embargo, esta patente no aborda el problema del tiempo hasta el aclaramiento ni de la dependencia de la temperatura.

Maltman et al. (patente de EE.UU. Nº 4.851.471) sugiere el uso de monómeros altamente reactivos para reducir el nivel de un iniciador de peróxido que está dañando inherentemente al colorante fotocromico. El nivel de colorante se usa a concentración relativamente alta para permitir algo de pérdida debido al ataque durante la polimerización por el iniciador. Se dan ejemplos usando dimetacrilato de trietilenglicol como monómero principal.

Más recientemente, la patente de EE.UU. Nº 5.914.174 desvela el uso de acrilatos y metacrilatos difuncionales a base de polietilenglicol hidrófilo (prefiriéndose el acrilato), y acrilatos y metacrilatos monofuncionales hidrófobos (prefiriéndose el metacrilato), con un resto de metileno de cadena larga, para su uso en lentes oftálmicas de material compuesto. El componente monofuncional se da como del 0 al 70 % de la matriz, siendo el monómero difuncional del 10 % al 50 % y con una asignación del 0 al 20 % para los componentes multifuncionales. La mezcla se desvela para su uso en una metodología específica en la fabricación de una lente de material compuesto, proporcionando la composición como un recubrimiento fino sobre un sustrato de resina colada, y requiere que la composición tenga una viscosidad de aproximadamente 25 mPa·s a aproximadamente 150 mPa·s (de aproximadamente 25 cps a aproximadamente 150 cps) a 25 °C. Dicha patente ilustra que al menos el 30 % de la composición es acrilatos o metacrilatos monofuncionales.

El uso de acrilatos y metacrilatos difuncionales en materiales de lentes se describe en las patentes de EE.UU. Nº 6.221.284 B1 de Florent y 6.329.482 B1 de Henry. Dichas formulaciones se desvelan como adecuadas para la utilización de colorante fotocromico dispersado por la lente, y se componen de mezclas de otros compuestos en la composición de la lente que proporcionan resistencia mecánica y alto índice de refracción. La formulación propuesta por Florent se basa en diacrilato o dimetacrilato de bisfenol A etoxilado, con componentes de monovinilo y divinilo aromáticos. La patente describe el uso de estireno para proporcionar estabilidad térmica y divinilbenceno para mejorar el nivel de oscurecimiento en formulaciones fotocromicas. Henry desvela el uso de otros monómeros difuncionales que aumentan el índice de refracción y potencian el rendimiento fotocromico.

La patente de EE.UU. Nº 5.683.628 ofrece el uso de una familia de diacrilatos y dimetacrilatos basados en una molécula de cadena con un anillo de benceno central, y lugares específicos a lo largo de la cadena para la incorporación de grupos funcionales para aumentar el índice de refracción y evitar así el uso de estirénicos. Se desvela que las resinas producidas proporcionan una excelente resistencia al calor, resistencia mecánica, adherencia a una capa de recubrimiento dura y moldeabilidad.

El moldeado por colada de lentes fotocromicas usando metacrilatos y acrilatos también se ha tratado en la patente de EE.UU. Nº 6.171.525 B1 de Effer et al. La patente requiere el uso de al menos un colorante de espirooxazina, y requiere un alto nivel de iniciador de la polimerización (de al menos el 1,5 % en peso). El documento EP 113 0032 desvela composiciones fotocromicas curables que comprenden un monómero trifuncional, un monómero difuncional y un compuesto fotocromico. El documento WO 97/05213 desvela composiciones curables para artículos ópticos fotocromicos.

Aunque la técnica anterior sugiere el uso de varias combinaciones de monómeros de materiales compuestos, ninguno explora por completo ni optimiza el uso de estos monómeros para controlar la claridad del estado aclarado, la transmisión de la luz del estado oscurecido, el tiempo hasta el aclaramiento y la estabilidad de la temperatura.

Hasta ahora, las composiciones usadas en la técnica solo han tenido, en el mejor de los casos, un éxito parcial en la producción de lentes oftálmicas que satisfagan las necesidades de los consumidores. Por lo tanto, todavía existe la necesidad de nuevas composiciones para la preparación de lentes oftálmicas que muestren una alta transmisión bajo la luz ambiental, una baja transmisión bajo la luz solar (por lo tanto, un amplio rango dinámico), una alta estabilidad térmica y tiempos cortos hasta el oscurecimiento y el aclaramiento, incluso en condiciones de baja temperatura.

### Sumario de la invención

Una composición fotocromática que comprende:

- un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible;
- un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible;
- un monómero de metacrilato hidrófobo flexible; y

un colorante fotocromático; en la que el monómero de multimetacrilato contiene tres o más grupos de metacrilato.

Las composiciones se pueden polimerizar para proporcionar materiales poliméricos fotocromáticos que muestren un amplio rango dinámico, propiedades de transmisión favorables, que tengan tiempos de aclaramiento cortos y que sean térmicamente estables. Las composiciones se pueden usar como una estratificación o un recubrimiento en lentes oftálmicas y otros productos comerciales.

### Descripción detallada de la invención

La presente invención se dirige a lentes fotocromáticas térmicamente estables de aclaramiento rápido que se pueden producir usando monómeros y colorantes disponibles en el mercado, usados en combinaciones no desveladas anteriormente. Estas composiciones son particularmente útiles para la fabricación de lentes fotocromáticas de material compuesto cuando se usan en combinación con formulaciones no fotocromáticas usadas para conferir otras características físicas a la lente, tal como se describe en la solicitud de patente presentada simultáneamente. Por ejemplo, las composiciones de lentes de poliéster de Signet Armorlite como las desveladas en las patentes de EE.UU. N° 5.694.195; 5.852.112; 5.886.764; y 6.099.123 proporcionan una buena resistencia y un buen índice para la lente de material compuesto resultante usando las composiciones fotocromáticas de acuerdo con la presente invención.

En las formas polimerizadas de las composiciones de la presente invención, se ha observado el siguiente comportamiento fotocromático:

- Los monómeros de metacrilato proporcionan un rendimiento fotocromático superior frente a los monómeros de acrilato. Las composiciones que contienen metacrilatos tienen un rango dinámico más amplio que las composiciones similares que contienen los acrilatos correspondientes.
- Los monómeros hidrófilos difuncionales flexibles favorecen una alta transmisión de la luz en el estado aclarado y una rápida cinética de aclaramiento.
- Los monómeros hidrófobos flexibles favorecen estados activados más oscuros que los monómeros hidrófilos y, por lo tanto, pueden expandir el rango dinámico de un sistema polimérico cuando se usan en combinación.
- Los monómeros multifuncionales hidrofóbos flexibles (funcionalidad superior a 2) potencian la estabilidad de la temperatura y la intensidad del color (oscuridad) cuando se activan. Sin embargo, la transmisión aclarada de estos sistemas poliméricos es inferior a la encontrada con los sistemas hidrófobos mono- o difuncionales.

En general, la invención se dirige a composiciones fotocromáticas de metacrilato, materiales polimerizados fotocromáticos preparados a partir de las composiciones fotocromáticas de metacrilato, y métodos para su preparación y uso.

Una realización de la invención se dirige a composiciones que contienen diversas combinaciones de metacrilatos y un colorante fotocromático. Una primera combinación comprende un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible, un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible y un colorante fotocromático. Una segunda combinación comprende un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible, un monómero de metacrilato hidrófobo flexible y un colorante fotocromático. Una tercera combinación comprende un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible, un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible, un monómero de metacrilato hidrófobo flexible y un colorante fotocromático. El término "multimetacrilato" se refiere a un compuesto que contiene tres o más grupos metacrilato (por ejemplo, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, etcétera).

El monómero hidrófilo difuncional flexible es preferentemente un dimetacrilato. En general, el monómero tiene una estructura principal que contiene oxígeno de cadena larga y dos restos de metacrilato. El monómero es preferentemente un dimetacrilato polimérico. Los ejemplos de dichos monómeros incluyen dimetacrilatos de

polietilenglicol (disponibles en Sartomer y otros), dimetacrilatos de uretano (tales como dimetacrilato de diuretano disponible en Rohm America), dimetacrilatos epoxi y dimetacrilatos de poliéster. Un monómero hidrófilo difuncional flexible actualmente preferido es el dimetacrilato de polietilenglicol (400).

5 En general, el monómero hidrófilo difuncional flexible puede estar presente a cualquier concentración. Las concentraciones preferidas en la actualidad son de aproximadamente el 10 por ciento en peso a aproximadamente el 60 por ciento en peso basadas en el peso de la composición, y más preferentemente de aproximadamente el 20 por ciento en peso a aproximadamente el 40 por ciento en peso. Los ejemplos específicos incluyen aproximadamente el 10 por ciento en peso, aproximadamente el 20 por ciento en peso, aproximadamente el 30 por ciento en peso, aproximadamente el 40 por ciento en peso, aproximadamente el 50 por ciento en peso, aproximadamente el 60 por ciento de peso, y los intervalos entre dos cualquiera de estos valores.

15 El monómero hidrófobo flexible es preferentemente un (mono)metacrilato o un dimetacrilato. En general, el monómero tiene una estructura principal saturada de cadena larga. Los monómeros preferidos en la actualidad son dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol y metacrilato de tridecilo. El dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol es uno de los pocos difuncionales hidrófobos de cadena larga que se encuentran actualmente disponibles en el mercado, y se usa principalmente para aplicaciones dentales. Proporciona una resistencia de reticulación flexible con la cadena hidrófoba de doce átomos de carbono. El metacrilato de tridecilo funciona como un plastificante unido, proporcionando el ambiente hidrófobo, pero no puede proporcionar una estabilidad de la temperatura ni contribuye a la resistencia.

25 En general, el monómero hidrófobo flexible puede estar presente a cualquier concentración. Las concentraciones preferidas en la actualidad son de aproximadamente el 0 por ciento en peso a aproximadamente el 50 por ciento en peso basadas en el peso de la composición. Los ejemplos específicos incluyen de aproximadamente el 10 por ciento en peso, aproximadamente el 20 por ciento en peso, aproximadamente el 30 por ciento en peso, aproximadamente el 40 por ciento en peso, aproximadamente el 50 por ciento en peso, y varía entre dos cualquiera de estos valores. Si el monómero hidrófobo flexible es un (mono)metacrilato, se prefiere que su concentración sea inferior a aproximadamente el 30 por ciento en peso, inferior a aproximadamente el 25 por ciento en peso, inferior a aproximadamente el 20 por ciento en peso o inferior a aproximadamente el 10 por ciento en peso basada en el peso de la composición.

35 En general, el monómero multifuncional hidrófobo flexible puede ser cualquier monómero hidrófobo flexible que tenga tres o más grupos metacrilato. Los ejemplos de compuestos adecuados incluyen tetrametacrilato de bis(trimetilolpropano), tanto trimetacrilato de trimetilolpropano alcoxilado como tetrametacrilato de bis(trimetilolpropano) alcoxilado con bajos niveles de alcoxilación, metacrilatos de uretano, epoxi o poliéster flexibles con tres o más grupos metacrilato. Un monómero multifuncional preferido en la actualidad es el trimetacrilato de trimetilolpropano.

40 En general, el monómero multifuncional hidrófobo flexible puede estar presente a cualquier concentración. Las concentraciones preferidas en la actualidad son de aproximadamente el 10 por ciento en peso a aproximadamente el 80 por ciento en peso basadas en el peso de la composición. Los ejemplos específicos incluyen de aproximadamente el 10 por ciento en peso, aproximadamente el 20 por ciento en peso, aproximadamente el 30 por ciento en peso, aproximadamente el 40 por ciento en peso, aproximadamente el 50 por ciento en peso, aproximadamente el 60 por ciento en peso, aproximadamente el 70 por ciento en peso, aproximadamente el 80 por ciento en peso, y varían entre dos cualquiera de estos valores.

50 En general, el colorante fotocromico puede ser cualquier colorante fotocromico. En la actualidad, los colorantes fotocromicos preferidos incluyen CNN7 y CNN8 disponibles en el mercado de Tokuyama Corporation, y Reversacol rojo rubí de James Robinson Ltd. Otros colorantes que tienen utilidad con estas matrices poliméricas preferidas son los de las familias de naftopiranos 1,2b y 2,1b. Cabe señalar que no todos los colorantes seguirán el comportamiento de estos tipos. Como se desvela en la patente de EE.UU. N° 5.914.174, ciertos colorantes presentaron una desactivación del color, que era más oscuro en la matriz polar (hidrófila). Sorprendentemente, esto se opone a lo observado con los colorantes preferidos en las composiciones preferidas. Sin embargo, el efecto observado en la patente de EE.UU. N° 5.914.174 se ha observado con ciertos colorantes, tales como el Reversacol verde agua (James Robinson Ltd.).

Las composiciones pueden comprender más de un colorante fotocromico. Por ejemplo, la composición puede contener de 2, 3, 4, 5 o más colorantes fotocromicos.

60 En general, el colorante fotocromico puede estar presente a cualquier concentración. Actualmente, las concentraciones preferidas son de aproximadamente el 0,002 por ciento en peso a aproximadamente el 0,15 por ciento en peso basadas en el peso de la composición. Estos valores de porcentaje en peso son por colorante, es decir, una composición que tiene múltiples colorantes podría contener cada colorante independientemente a estos intervalos de concentración.

65 La composición puede comprender además un iniciador de la polimerización. El iniciador de la polimerización puede

5 estar presente a una concentración de aproximadamente el 0,01 por ciento en peso a aproximadamente el 1,0 por ciento en peso basada en el peso de la composición, y más preferentemente de aproximadamente el 0,01 por ciento en peso a aproximadamente el 0,50 por ciento en peso. El iniciador puede ser un fotoiniciador o un iniciador de curado térmico. Actualmente, se prefiere un fotoiniciador que se active cuando se exponga a luz de una longitud de onda inferior a 500 nm, tal como Irgacure 819 (bis (2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfinóxido) de Ciba Specialty Chemicals Corp. añadido al 0,02-0,06 por ciento en peso. En las aplicaciones de curado térmico, los iniciadores actualmente preferidos son compuestos azo tales como Perkadox AMBN (2,2'-azobis(2-metilbutironitrilo) de Akzo Nobel Chemicals Inc.

10 Como alternativa, la composición se puede preparar sin un iniciador de la polimerización. La polimerización en ausencia de un iniciador de la polimerización se puede efectuar mediante métodos tales como el tratamiento con un haz de electrones, la radiación ionizante, la radiación ultravioleta o mediante tratamiento térmico.

15 La composición puede comprender además uno o más colorantes no volátiles para efectuar la corrección de color de la lente aclarada. El colorante no volátil está preferentemente a una concentración inferior a aproximadamente el 0,001 por ciento en peso basada en el peso de la composición. Los ejemplos de colorantes no volátiles incluyen Sudan azul 670 (BASF Corp.), Keyplast Magenta M6B, Keyplast Violeta 3B, Keyplast Oil Violeta IRS (Keystone anilina Corp.).

20 Las composiciones pueden comprender además otros aditivos. Los otros aditivos pueden incluir monómeros no flexibles, plastificantes compatibles, antioxidantes, aminas impedidas y otros absorbentes y estabilizadores de la radiación UV. La concentración total preferida de los aditivos combinados puede ser de aproximadamente el 0,5 por ciento en peso a aproximadamente el 20 por ciento en peso basada en el peso de la composición.

25 Los ejemplos específicos de las mezclas de monómeros polimerizables de la presente invención que contienen el colorante fotocromático pueden comprender: de aproximadamente el 10 por ciento en peso a aproximadamente el 35 por ciento en peso de dimetacrilato de polietilenglicol (400), de aproximadamente el 0 por ciento en peso a aproximadamente el 50 por ciento en peso de dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol, de aproximadamente el 12 por ciento en peso a aproximadamente el 80 por ciento de peso de trimetacrilato de trimetilolpropano, de aproximadamente el 0 por ciento en peso a aproximadamente el 24 por ciento en peso de metacrilato de tridecilo y de aproximadamente el 0 por ciento en peso a aproximadamente el 20 por ciento en peso de otros aditivos.

30 En general, la viscosidad de las composiciones puede ser cualquier viscosidad, tal como de aproximadamente 5 mPa·s a aproximadamente 1.000 mPa·s (de aproximadamente 5 cps a aproximadamente 1.000 cps) a 25 °C. Debido a las técnicas de colada usadas actualmente en la fabricación de lentes de material compuesto, en la actualidad, se prefieren las viscosidades más bajas. Por ejemplo, actualmente, se prefiere una viscosidad de aproximadamente 10 mPa·s a aproximadamente 40 mPa·s (de aproximadamente 10 cps a aproximadamente 40 cps) a 25 °C o de aproximadamente 10 mPa·s a aproximadamente 25 mPa·s (de aproximadamente 10 cps a aproximadamente 25 cps) a 25 °C.

35 Una realización adicional de la invención se dirige a materiales poliméricos fotocromáticos preparados mediante la polimerización de cualquiera de las composiciones descritas anteriormente. La etapa de polimerización puede comprender métodos de fotoiniciación o de curado térmico. Por ejemplo, la fotoiniciación se puede realizar mediante la exposición de las composiciones a luz de una longitud de onda adecuada para la activación del fotoiniciador (normalmente inferior a 500 nm) durante un tiempo suficiente para polimerizar la composición. Las lámparas usadas para suministrar la radiación son bien conocidas para los expertos en la materia del curado UV e incluyen lámparas de arco de haluro de mercurio (como las fabricadas por Aetek y otros), lámparas activadas por microondas (tales como las fabricadas por Fusion UV Systems y otros) y lámparas fluorescentes (tales como las fabricadas por Philips y otros) capaces de lograr una emisión de luz en el intervalo de longitud de onda requerido.

40 Los materiales polimerizados tienen preferentemente un rango dinámico de al menos aproximadamente 35 a 23 °C. El rango dinámico puede ser de al menos aproximadamente 35, al menos aproximadamente 40, al menos aproximadamente 45, al menos aproximadamente 50 o al menos aproximadamente 55 a 23 °C. El rango dinámico puede ser un intervalo entre dos cualquiera de estos valores. El cálculo del rango dinámico se describe en los ejemplos que figuran a continuación.

45 Los materiales polimerizados tienen preferentemente un tiempo hasta el aclaramiento del 80 % de su rango dinámico de aproximadamente 30 minutos o menos, aproximadamente 20 minutos o menos, aproximadamente 10 minutos o menos o aproximadamente 5 minutos o menos a 23 °C. Más preferentemente, el tiempo hasta el aclaramiento es de aproximadamente 4 minutos o menos, de aproximadamente 3 minutos o menos, de aproximadamente 2 minutos o menos, o de aproximadamente 1 minuto o menos.

50 Debido a la naturaleza de una lente de material compuesto, la presente invención permite seleccionar una matriz polimérica que potencie exclusivamente el rendimiento fotocromático. Se pueden usar combinaciones de monómeros que normalmente no funcionarían en una formulación de lente independiente. Los dimetacrilatos hidrófilos flexibles contribuyen a la alta transmisión de la luz en el estado aclarado de los colorantes. Estos se pueden combinar con

metacrilatos hidrófobos flexibles que contribuyen al color intenso y a la baja transmisión de la luz en el estado oscurecido del colorante. Los metacrilatos multifuncionales hidrófobos flexibles contribuyen a la estabilidad térmica (es decir, el rango dinámico no se reduce enormemente cuando se aumenta la temperatura del artículo) debido a la densidad de reticulación, y también contribuyen a la baja transmisión de la luz del colorante en el estado activado.

- 5 Cuando estos monómeros se combinan, proporcionan formulaciones para lentes con un rendimiento fotocromático más allá del estado de la técnica actual.

### Ejemplos

#### 10 Ejemplo 1: Preparación de lentes

Las composiciones para la presente invención se determinaron seleccionando primero los monómeros que, cuando se combinaron con el/los colorante/s fotocromático/s y se homopolimerizaron, mostraron una respuesta fotocromática favorable. Esto se determinó vertiendo las composiciones fotocromáticas en tubos de vidrio y curándolas. A 15 continuación, se expusieron los tubos a la luz solar, y se observaron comparativamente el color oscurecido, la intensidad y la velocidad de aclaramiento. Los que presentaron una velocidad favorable y un rango dinámico aparente se identificaron como los compuestos de interés. En este momento, se examinaron las familias de estos compuestos para determinar los candidatos más prometedores.

- 20 Se colaron las lentes de material compuesto usando la formulación de poliéster de índice de refracción 1,56 (descrita en la patente de EE.UU. N° 6.099.123 de Signet Armorlite) como la capa no fotocromática, con la capa fotocromática colada en la superficie exterior, como se describe en la solicitud presentada simultáneamente de Signet Armorlite. Se proporcionó a cada lente un recubrimiento duro resistente a los arañazos, aplicado mediante recubrimiento en el molde, como se describe en las patentes de EE.UU. N° 4.758.448 y 4.544.572 de Signet Armorlite. Se colaron las 25 lentes usando un molde delantero con una curvatura cóncava de cuatro dioptrías. La capa fotocromática se coló a  $1 \pm 0,1$  mm de espesor. A continuación, se molieron y pulieron las superficies posteriores de las lentes de material compuesto completadas hasta un espesor uniforme de  $2,1 \pm 0,1$  mm. Se afilaron estas lentes coladas hasta un diámetro de 50 mm para que encajaran en el aparato de ensayo fotocromático a temperatura controlada.

- 30 Para eliminar los efectos de la combinación de los colorantes en los ejemplos, solo se usó un colorante fotocromático cada vez. Todos los ejemplos realizados con CNN7 (Tokuyama Corp.) se produjeron con el colorante presente al 0,04 por ciento en peso. Todos los ejemplos realizados con Reversacol rojo rubí (James Robinson Ltd.) se hicieron con el colorante presente al 0,03 por ciento en peso.

- 35 Las lentes se curaron como se describe en la solicitud presentada simultáneamente de Signet Armorlite. Las lentes se curaron bajo una bombilla en V de Fusion (Fusion UV Systems Inc.), filtrada con una sola capa de película de filtro ultravioleta Edmund N° 39.426. La disposición de la luz y el molde fue tal que la luz entraba en el montaje a través del molde posterior convexo. La intensidad de la luz fue de de aproximadamente 1,0 milivatios/cm<sup>2</sup> medidos con un radiómetro IL1400 de International Light dotado de un filtro de banda estrecha de 405 nm. El tiempo de 40 exposición fue de 8 minutos. La matriz fotocromática contenía Irgacure 819 al 0,02-0,06 por ciento en peso, el nivel de fotoiniciador dependía de la funcionalidad de la mezcla de monómeros.

#### Ejemplo 2: Métodos analíticos

- 45 Se usó un simulador solar de arco de xenón como fuente de luz uniforme para todas las lentes. Una fuente de luz de gran superficie de 1,6 KW, Modelo 92190-1000, y una fuente de alimentación de lámpara de arco de 1.600 W, modelo 68922, (ambas fabricadas por Thermo Oriel Corp.) formaron la base de la fuente de luz de activación. Se mantuvo la intensidad de la luz durante el ensayo, usando un controlador de la intensidad de la luz Oriel, modelo 68851. Se modificó la salida del simulador usando filtros de corrección de masa de aire que eran capaces de 50 aproximarse a la luz solar a 50.000 lux ( $\pm 3.000$  lux) con un contenido de UVA de 6,5 a 11 W/m<sup>2</sup> integrados de 315 a 380 nm como los proporcionados por la norma ISO 8980-3.

- Se fijó la intensidad de la luz del simulador solar y se comprobó usando un espectrofotómetro de Ocean Optics Inc., modelo USB2000. El espectrofotómetro se calibró usando un patrón de bombilla de irradiancia espectral de Thermo 55 Oriel (Modelo 63350), con un intervalo especificado de 250-2.400 nm, y una fuente de alimentación radiométrica adecuada (Modelo 69935 de Thermo Oriel).

- Se midió la transmisión de la luz a través de las lentes de muestra usando un UltraScan XE de HunterLab. Este 60 dispositivo de ensayo estaba dotado de una celda de muestra de cuarzo para mantener la lente de ensayo en un baño de agua a temperatura controlada. Se expuso la celda de muestra a la luz solar simulada durante aproximadamente 30 segundos y, a continuación, se situó en el puerto de medición del UltraScan en un segundo para el destello de medición de la bombilla de xenón de UltraScan, y luego se situó en la luz solar simulada en un segundo, y se repitió el ciclo durante un tiempo total de exposición de 15 minutos. A continuación, se tomaron las 65 lecturas sin exposición al simulador a intervalos de 30 segundos durante 30 minutos.

Se mantuvo la temperatura del agua de la celda de muestra a 0,1 °C mediante un baño de control de la temperatura

Haake F8. Esta unidad tenía tanto una bomba de suministro como una bomba de recepción para transferir agua desde y hacia la celda de muestra de cuarzo. Dado que las lecturas de transmisión se realizaron con las muestras en un baño de agua, se hicieron correcciones para determinar los valores de transmisión en aire equivalentes.

- 5 Se determinó el porcentaje de transmisión medio ponderado por medición temporizada para cada lente mediante el uso de una corrección fotópica para los datos de transmisión individuales para cada longitud de onda analizada (el método se describe en la norma ISO 8980-3). Los datos de transmisión se recogieron entre 360 y 750 nm, a intervalos de 10 nm.
- 10 Se fijó la intensidad de la luz solar simulada en  $50 \text{ klux} \pm 2 \%$  para el intervalo visible, y la parte UV integrada entre 315 y 380 nm tenía una irradiancia de  $8,7\text{-}9,0 \text{ W/m}^2$ . Esta condición se estableció mediante el uso de un filtro de masa de aire 0 más dos filtros de masa de aire 1 en serie en el simulador solar de xenón. Se usó esta condición de luz para el oscurecimiento de todas las muestras de lentes.
- 15 Antes del ensayo, se acondicionaron todas las lentes durante el estado aclarado inicial. Las lentes se acondicionaron durante un mínimo de 8 horas bajo luz ambiental fluorescente medida a  $440 \pm 20 \text{ lux}$ .

Cada lente se ensayó a través de un ciclo de oscurecimiento y aclaramiento como se ha descrito previamente. Se midió la transmisión de la luz a través de la lente cada 30 segundos durante el ensayo. Primero se midió la transmisión de la lente en el estado aclarado. A continuación, se sometió la lente a luz solar simulada, como se ha descrito anteriormente, durante quince minutos. Luego se apagó la luz del simulador, y se midió la transmisión de la lente durante 30 minutos de aclaramiento.

Ejemplo 3: Cálculo de los valores de rendimiento fotocromico

- 25 La transmisión del estado aclarado se determina cuando la lente está en su forma condicionada antes de la exposición a la luz del simulador. La transmisión del estado oscurecido es la transmisión de la luz más baja medida durante la exposición a la luz solar simulada de 15 minutos. El rango dinámico (RD) es la diferencia entre la transmisión del estado aclarado y la transmisión del estado oscurecido. El tiempo hasta el aclaramiento, RD del 80 %, es el tiempo necesario para que la lente se aclare a lo largo del 80 % de su rango dinámico.

Ejemplo 4: Composiciones químicas de formulaciones A-N

- 35 La Tabla 1 enumera los ejemplos de formulación realizados con el colorante CNN7 en varios monómeros. En este y en los siguientes ejemplos, los compuestos se describen en términos de su porcentaje en peso de la composición total.

Tabla 1: Formulaciones usando el colorante CNN7 con diversos monómeros

Form.	BM721	SR209	SR238	SR239	SR344	SR350	SR351	SR493	SR603	Iniciador
A*				50 %				50 %		0,04 %
B*				100 %						0,04 %
C*	100 %									0,04 %
D*			100 %							0,04 %
E*		100 %								0,04 %
F*									100 %	0,04 %
G*					100 %					0,04 %
H*						100 %				0,04 %
I*							100 %			0,03 %
J	24 %	10 %				12 %		24 %	30 %	0,06 %
K*	50 %					50 %				0,04 %
L*						50 %			50 %	0,04 %
M	33,30 %					33,30 %			33,30 %	0,03 %
N*						78 %			22 %	0,02 %
* Referencia										



- Los valores en porcentajes son porcentajes en peso basados en el peso de la composición. BM721 es dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol (Rohm America); SR209 es dimetacrilato de tetraetilenglicol (Sartomer); SR238 es diacrilato de 1,6-hexanodiol (Sartomer); SR239 es dimetacrilato de 1,6-hexanodiol (Sartomer); SR344 es diacrilato de polietilenglicol (400) (Sartomer); SR350 es trimetacrilato de trimetilolpropano (Sartomer); SR351 es triacrilato de trimetilolpropano (Sartomer); SR493 es el metacrilato de tridecilo (Sartomer); y SR603 es dimetacrilato de polietilenglicol (400) (Sartomer). El iniciador es Irgacure 819 (Ciba Specialty Chemicals).

Ejemplo 5: Composiciones químicas de formulaciones O-R

- 10 La Tabla 2 enumera los ejemplos de formulación realizados con un colorante diferente, Reversacol rojo rubí, en diversos monómeros para ilustrar la similitud en el comportamiento fotocromico en relación con el colorante CNN7.

Tabla 2: Formulaciones usando colorante Reversacol Rubí con diversos monómeros

Form.	BM721	SR209	SR238	SR239	SR344	SR350	SR351	SR493	SR603	Iniciador
O*									100 %	0,04 %
P*					100 %					0,04 %
Q*	100 %									0,04 %
R	33,30 %					33,30 %			33,30 %	0,03 %
* Referencia										

- 15 Los valores en porcentajes son porcentajes en peso basados en el peso de la composición. BM721 es dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol (Rohm America); SR209 es dimetacrilato de tetraetilenglicol (Sartomer); SR238 es diacrilato de 1,6-hexanodiol (Sartomer); SR239 es dimetacrilato de 1,6-hexanodiol (Sartomer); SR344 es diacrilato de polietilenglicol (400) (Sartomer); SR350 es trimetacrilato de trimetilolpropano (Sartomer); SR351 es triacrilato de trimetilolpropano (Sartomer); SR493 es el metacrilato de tridecilo (Sartomer); y SR603 es dimetacrilato de polietilenglicol (400) (Sartomer). El iniciador es Irgacure 819 (Ciba Specialty Chemicals).

Ejemplo 6: Propiedades fotocromicas de formulaciones CNN7

- 25 La Tabla 3 muestra el rendimiento fotocromico de los ejemplos de la Tabla 1 con CNN7, ensayados a 23 °C. Los datos de rendimiento incluyen la transmisión en estado aclarado, la transmisión en estado oscurecido, el rango dinámico y el tiempo hasta el aclaramiento.

Tabla 3: Rendimiento fotocromico de las formulaciones que contienen colorante CNN7 a 23 °C

Formulación	% de transmisión en estado aclarado	% de transmisión en estado oscurecido	Rango dinámico	Tiempo en aclararse en el 80 % del RD (minutos)
A*	89,0	39,3	49,7	6
B*	88,2	42,3	46,0	4,5
C*	88,3	40,4	47,7	6,7
D*	87,9	61,7	26,1	13,7
E*	87	55,4	31,2	15,8
F*	89,1	46,5	42,6	0,7
G*	89,7	76,5	13,2	0,7
H*	86,8	31,8	55,0	2,7
I*	79,4	44,6	34,9	2,7
J	89,7	47,0	42,7	3,5
K*-	88,9	32,8	56,1	2,8
L*	88,8	40,1	48,7	1,5
M	89,2	44,3	44,9	1,8
N*	88,5	35,2	53,3	1,2
* Referencia				

- 30 Las propiedades favorables para una formulación son un porcentaje de transmisión en estado aclarado superior a aproximadamente el 84 %, un porcentaje de transmisión en estado oscurecido inferior a aproximadamente el 50 %, un rango dinámico superior a aproximadamente el 40 % y un tiempo hasta el aclaramiento en el 80 % del RD de aproximadamente cinco minutos o menos.
- 35 Los mayores rangos dinámicos se observaron en las composiciones de las Formulaciones K y H a 56,1 y 55,0 respectivamente. Ambas tuvieron un tiempo hasta el aclaramiento inferior a 3 minutos. El tiempo hasta el aclaramiento más rápido con un rango dinámico satisfactorio es el de la Formulación F, a 0,7 minutos, que presenta un rango dinámico de 42,6. En general, las formulaciones hidrófobas resultaron ser más oscuras, y los ejemplos

hidrófilos se aclararon más rápido.

Ejemplo 7: Propiedades fotocromicas de las formulaciones Reversacol rubí

- 5 La Tabla 4 muestra el rendimiento fotocromico de las composiciones con Reversacol Rubí de la Tabla 2, ensayado a 23 °C. Una vez más, las formulaciones que contienen monómeros hidrófobos lograron una menor transmisión de la luz en el estado oscurecido; y las composiciones predominantemente hidrófilas se aclararon más rápidamente que las composiciones hidrófobas.

10 Tabla 4: Rendimiento fotocromico de formulaciones que contienen colorante Reversacol Rubí a 23 °C

Formulación	% de transmisión en estado aclarado	% de transmisión en estado oscurecido	Rango dinámico	Tiempo en aclararse en el 80 % del RD (minutos)
O*	89,1	55,5	33,6	2,4
P*	88,7	64,1	24,6	1,6
Q	89,2	53,0	36,2	4
R	87,9	39,6	48,3	3
*Referencia				

Ejemplo 8: Propiedades fotocromicas de las formulaciones con CNN7 a 35 °C

- 15 La Tabla 5 muestra el rendimiento fotocromico de los ejemplos seleccionados de la Tabla 1 medido a una temperatura de 35 °C. El ejemplo que contiene el trimetacrilato hidrófobo resultó tener la mejor estabilidad de la temperatura, es decir, la diferencia en el rango dinámico entre las lecturas a 23 °C y 35 °C fue la más baja de las medidas.

Tabla 5: Rendimiento fotocromico de formulaciones a 35 °C

Formulación	% de transmisión en estado aclarado	% de transmisión en estado oscurecido	Rango dinámico	Tiempo en aclararse en el 80 % del RD (minutos)
B*	88,4	48,5	39,9	0,7
C*	89,1	52,8	36,3	2,3
F*	89,8	65,5	24,3	0,4
H*	88,0	46,9	41,1	0,9
K*	89,0	48,2	40,8	1
L*	88,7	56,6	32,1	0,6
M	89,6	59,1	30,5	0,8
*Referencia				

20 Ejemplo 9: Comparación de las formulaciones de acrilato y de metacrilato

- 25 Las formulaciones que se muestran anteriormente incluyen cuatro pares de formulaciones que difieren en virtud de que contienen bien un material de acrilato o un material de metacrilato. Esto permitió realizar una comparación directa del rendimiento de los materiales de matriz fotocromicos resultantes, conduciendo a la conclusión general de que el uso de metacrilatos en lugar de acrilatos conduce a la producción de composiciones de matriz fotocromicas superiores.

- 30 La Formulación D se preparó con diacrilato de 1,6-hexanodiol para compararla directamente con la Formulación B (que contiene dimetacrilato de 1,6-hexanodiol). El rango dinámico de la Formulación D de 26,1 es significativamente inferior al obtenido con la versión de metacrilato (46,0). El tiempo hasta el aclaramiento es aproximadamente 3 veces más largo.

- 35 La Formulación G contiene diacrilato de polietilenglicol (400). Tiene una transmisión en estado aclarado y un tiempo hasta el aclaramiento similares a los de la Formulación F (que contiene dimetacrilato de polietilenglicol (400)), pero un bajo rango dinámico (13,2 en comparación con el valor de 42,6 de la formulación F) y una alta transmisión en el estado oscurecido (76,5 % en comparación con el 46,5 % de la Formulación F).

La Formulación I se compone exclusivamente de triacrilato de trimetilolpropano. El rango dinámico es

significativamente inferior al observado con la Formulación H, que contiene trimetacrilato de trimetilolpropano (34,9 en comparación con 54,9). El tiempo hasta el aclaramiento es el mismo. La Formulación I tiene la transmisión en el estado aclarado más baja (79,4 %) de todas las formulaciones ensayadas.

- 5 La Formulación P consiste solamente en diacrilato de polietilenglicol (400) que contiene el colorante Reversacol Rubí. Como se ha observado anteriormente, la formulación de acrilato tiene un rango dinámico inferior al observado con la Formulación O, que contiene dimetacrilato de polietilenglicol (400) (24,6 en comparación con 33,6). Se aclara más rápido de lo que lo hizo la versión de metacrilato (1,6 minutos en comparación con 2,4 minutos).

10 Ejemplo 10: Formulaciones que contienen múltiples colorantes fotocromicos

Se pueden preparar formulaciones que contienen múltiples colorantes fotocromicos. Se preparó una composición que contenía los siguientes materiales.

15 Tabla 6: Composición que contiene tres colorantes fotocromicos

Componente	Porcentaje en peso
SR 493	24
BM 721	24
SR 603	30
SR350	12
SR 209	10
Iniciador 819	0,06
Colorante CNN7	0,09
Colorante CNN8	0,021
Colorante Reversacol Rojo Rubí	0,033

Las lentes se prepararon y se ensayaron como se ha descrito anteriormente en los Ejemplos 1 y 2. El material de lente resultante se caracterizó tanto a 23 °C como a 35 °C como se muestra en la siguiente tabla.

20 Tabla 7: Rendimiento fotocromico de la composición de múltiples colorantes

Propiedad	Valor a 23 °C	Valor a 35 °C
Transmisión en estado aclarado	86,7 %	86,4 %
Transmisión en estado oscurecido	19,9 %	37,1 %
Rango dinámico	66,8 %	49,3 %
Tiempo hasta aclaramiento en el 80 % del RD	4,3 minutos	1,2 minutos

La composición mostró propiedades fotocromicas favorables tanto a 23 °C como a 35 °C.

- 25 Se ha observado que las formulaciones que contienen uno o más compuestos de metacrilato presentan propiedades fotocromicas favorables. Estas formulaciones tienen altas transmisiones en estado aclarado, bajas transmisiones en estado oscurecido, rangos dinámicos amplios, tiempos cortos hasta el aclaramiento, y se comportan bien tanto a moderadas como a altas temperaturas.

30 Ejemplo 11: Evaluación de un producto de lente fotocromica comercial

- Se determinaron las propiedades de una lente fotocromica gris semiacabada adquirida en MariVision Company (Japón) como se ha descrito anteriormente en los Ejemplos 2 y 3. Se cree que la lente fue fabricada por Kureha Chemical Industry Co. (Tokyo, Japón). La lente de Kureha es una lente fotocromica de material compuesto que presenta un límite distinto entre la capa fotocromica y la capa no fotocromica. El espesor de la capa fotocromica, medido en el borde de la lente por un calibrador, es de aproximadamente 0,8 milímetros.

Se molió y pulió la lente semiacabada hasta obtener una configuración plana de 2,19 milímetros de espesor central,

5 siendo las curvas delantera y trasera de aproximadamente 3,0 dioptrías. Se afiló la lente acabada resultante hasta un diámetro de 55 milímetros para que encajara en la celda de agua del aparato de ensayo fotocromico. Se ajustó la salida del simulador solar (con dos filtros de masa de aire 1) a aproximadamente 53 klux por delante de la celda, lo que resultaría en aproximadamente un nivel de exposición de 50 klux en la lente. Todas las lecturas se tomaron con la temperatura del agua de la celda ajustada a 23 °C.

10 En el estado aclarado, la lente de Kureha tiene un aspecto amarillo-verde. Tras su oscurecimiento, el color de la lente es de color verde-azul-verde. Durante el aclaramiento, la lente va cambiando gradualmente de color verde-azul-verde a amarillo-verde. Las propiedades ópticas de la lente de Kureha se determinaron como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Propiedades de la lente de Kureha

% de transmisión (aclarada)	75,4%
% de transmisión (oscurecida)	30,5%
Rango dinámico	44,9
tiempo en aclararse en el 80 % del rango dinámico	32,2 minutos

15 El % de transmisión (en estado aclarado) es bajo y el tiempo hasta el aclaramiento es inaceptable.

20 Todas las composiciones y/o todos los métodos desvelados y reivindicados en el presente documento se pueden realizar y ejecutar sin la necesidad de realizar una experimentación excesiva a la luz de la presente divulgación. Aunque las composiciones y los métodos de la presente invención se hayan descrito en términos de realizaciones preferidas, será evidente para los expertos en la materia que se pueden aplicar variaciones a las composiciones y/o los métodos y en las etapas o en la secuencia de etapas de los métodos descritos en el presente documento sin apartarse del concepto, del espíritu ni del alcance de la invención. Más concretamente, será evidente que ciertos agentes que están químicamente relacionados se pueden sustituir con los agentes descritos en el presente documento, logrando los mismos o similares resultados. La totalidad de dichas sustituciones y modificaciones similares evidentes para los expertos en la materia se consideran dentro del espíritu, alcance y concepto de la invención.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición fotocromica que comprende:
  - 5 un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible;  
un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible;  
un monómero de metacrilato hidrófobo flexible; y  
un colorante fotocromico; en la que el monómero de multimetacrilato contiene tres o más grupos de metacrilato.
- 10 2. La composición de la reivindicación 1, que comprende además un iniciador de la polimerización.
3. La composición de la reivindicación 2, en la que el iniciador de la polimerización está presente a una concentración del 0,01 por ciento en peso al 1,0 por ciento en peso basada en el peso de la composición.
- 15 4. La composición de la reivindicación 2, en la que el iniciador de la polimerización está presente a una concentración del 0,01 por ciento en peso al 0,5 por ciento en peso basada en el peso de la composición
5. La composición de la reivindicación 1, que comprende un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible, un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible y un monómero de metacrilato hidrófobo flexible.
- 20 6. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible es un dimetacrilato de polietilenglicol.
7. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible es dimetacrilato de polietilenglicol (400).
- 25 8. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible está presente a una concentración del 10 por ciento en peso al 50 por ciento en peso basada en el peso de la composición.
- 30 9. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de metacrilato hidrófobo flexible es un dimetacrilato.
10. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de metacrilato hidrófobo flexible es dimetacrilato de 1,12-dodecanodiol.
- 35 11. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de metacrilato hidrófobo flexible es un (mono)metacrilato.
12. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de metacrilato hidrófilo flexible es metacrilato de tridecilo.
- 40 13. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de metacrilato hidrófobo flexible está presente a una concentración del 0 por ciento en peso al 50 por ciento en peso basada en el peso de la composición.
14. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible es un trimetacrilato.
- 45 15. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible es trimetacrilato de trimetilolpropano.
- 50 16. La composición de la reivindicación 1, en la que el monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible está presente a una concentración del 10 por ciento en peso al 80 por ciento en peso basada en el peso de la composición.
17. La composición de la reivindicación 1, que comprende dos o tres colorantes fotocromicos.
- 55 18. La composición de la reivindicación 1, que comprende cuatro o más colorantes fotocromicos.
19. La composición de la reivindicación 1, en la que el colorante fotocromico está presente a una concentración del 0,002 por ciento en peso al 0,15 por ciento en peso basada en el peso de la composición.
- 60 20. La composición de la reivindicación 1, que comprende además un colorante fijado.
21. La composición de la reivindicación 1, que comprende además un estabilizador de aminas impedidas, un absorbente de la radiación UV, un estabilizador de la radiación UV o un antioxidante.
- 65 22. La composición de la reivindicación 1, **caracterizada por que** tiene una viscosidad de 10 mPa·s a 40 mPa·s (10 cps a 40 cps) a 25 °C.

23. Un material polimérico fotocromico formado mediante la polimerización de una composición que comprende:
- un monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible;
  - un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible;
  - 5 un monómero de metacrilato hidrófobo flexible;
  - un colorante fotocromico; y
  - un iniciador de la polimerización, en donde el monómero de multimetacrilato hidrófobo flexible contiene tres o más grupos de metacrilato.
- 10 24. El material de la reivindicación 23, en el que la polimerización es curado de fotoiniciación o térmico.
25. El material de la reivindicación 23, que tiene un rango dinámico de al menos 35 a 23 °C.
- 15 26. El material de la reivindicación 23, que tiene un tiempo hasta el aclaramiento en el 80 % de su rango dinámico de 5 minutos o menos a 23 °C.
27. El material de la reivindicación 23, que tiene un tiempo hasta el aclaramiento en el 80 % de su rango dinámico de 4 minutos o menos a 23 °C.
- 20 28. El material de la reivindicación 23, que tiene un tiempo hasta el aclaramiento en el 80 % de su rango dinámico de 3 minutos o menos a 23 °C.
29. El material de la reivindicación 23, en el que la composición es capaz de polimerizarse cuando se somete a un haz de electrones, una radiación ionizante, una radiación ultravioleta o un tratamiento térmico.