

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 334**

51 Int. Cl.:

C08F 220/28	(2006.01)
C08F 2/44	(2006.01)
C08F 290/06	(2006.01)
C09K 9/02	(2006.01)
G02C 7/10	(2006.01)
C08F 2/50	(2006.01)
G02B 1/10	(2015.01)
G02B 5/22	(2006.01)
G02B 5/23	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2014 PCT/JP2014/055527**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014 WO14136804**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2014 E 14760178 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2966102**

54 Título: **Composición fotocromática curable, producto curado de la misma, y laminado que incluye el producto curado**

30 Prioridad:

04.03.2013 JP 2013041975
26.07.2013 JP 2013155590

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.10.2019

73 Titular/es:

TOKUYAMA CORPORATION (100.0%)
1-1 Mikage-cho
Shunan-shi, Yamaguchi 745-0053, JP

72 Inventor/es:

SHIMIZU YASUTOMO;
TAKENAKA JUNJI;
MOMODA JUNJI y
MORI KATSUHIRO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 728 334 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Composición fotocromática curable, producto curado de la misma, y laminado que incluye el producto curado

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una composición curable fotocromática novedosa, un producto curado de la misma y un laminado que incluye el producto curado. Más específicamente, se refiere a una composición curable fotocromática novedosa que proporciona un producto curado que tiene excelentes propiedades fotocromáticas sin producir un defecto de apariencia incluso en condiciones de alta temperatura y alta humedad, un producto curado de la misma y un laminado que incluye el producto curado.

Antecedentes de la técnica

10 El fotocromismo es la función reversible de un cierto compuesto que cambia su color rápidamente después de la exposición a la luz que incluye luz ultravioleta tal como luz solar o luz de una lámpara de mercurio y regresa a su color original cuando se pone en la oscuridad deteniendo su exposición a la luz y se aplica para diversos usos. Como los compuestos fotocromáticos que tienen esta propiedad, se descubrieron compuestos de fulgimida, compuestos de espirooxazina, compuestos de cromeno, etc. Dado que los artículos ópticos que tienen propiedades fotocromáticas
15 pueden obtenerse combinando estos compuestos con plástico, se ha realizado un gran número de estudios en la composición de estos compuestos.

Por ejemplo, incluso en el campo de lentes para gafas, se aplica el fotocromismo. Las lentes para gafas fotocromáticas que comprenden un compuesto fotocromático funcionan como gafas para sol cuyas lentes son rápidamente coloreadas al aire libre cuando son irradiadas con luz que incluye luz ultravioleta, tal como luz solar y como gafas transparentes normales cuyas lentes se desvanecen en interiores, donde no existe irradiación, y la demanda de gafas fotocromáticas está creciendo hoy en día.
20

En cuanto a lentes para gafas fotocromáticas, las lentes de plástico son particularmente preferidas desde el punto de vista de peso ligero y seguridad, y las propiedades fotocromáticas se proporcionan generalmente a las lentes de plástico combinando los compuestos fotocromáticos anteriores. Se conoce un procedimiento en el que se disuelve un compuesto fotocromático en un monómero que se polimeriza para obtener una lente fotocromática directamente (que se denominará "procedimiento de amasado" en lo sucesivo en el presente documento) y un procedimiento en el que una capa que tiene propiedades fotocromáticas (que se denominará "capa fotocromática" en lo sucesivo en el presente documento) se forma en la superficie de un plástico que no tiene propiedades fotocromáticas (que se denominará "procedimiento de laminación" en lo sucesivo en el presente documento). Se han hecho diversas propuestas para las técnicas del procedimiento de amasado (documentos WO01/005854, WO2009/075388, JP-A 2005-239887 y WO2013/002825A1) y el procedimiento de laminación (documentos WO01/005854, WO03/011967 y WO05/014717).
25
30

En cuanto a los compuestos fotocromáticos y artículos ópticos de plástico que comprenden estos compuestos y que tienen propiedades fotocromáticas, se requieren las siguientes propiedades desde el punto de vista de la función fotocromática: (I) el grado de coloración a un intervalo de luz visible antes que se aplique la luz ultravioleta (que se denominará "coloración inicial" en lo sucesivo en el presente documento) debe ser bajo, (II) el grado de coloración después de la exposición a la luz ultravioleta (que se denominará "densidad óptica de color" en lo sucesivo en el presente documento) debe ser alto, (III) la velocidad de detención de la aplicación de luz ultravioleta con respecto al tiempo cuando el compuesto regresa a su estado original (que se denominará "velocidad de desvanecimiento" en lo sucesivo en el presente documento) debe ser alta, (IV) la durabilidad repetida de esta función reversible debe ser alta, (V) la estabilidad de almacenamiento debe ser alta, (VI) el compuesto debe moldearse fácilmente en un artículo óptico, y (VII) la resistencia mecánica de un artículo óptico debe ser alta.
35
40

Con estas tecnologías como un antecedente, se proponen lentes de plástico fotocromáticas (materiales ópticos) que tengan alta densidad óptica del color y alta velocidad de desvanecimiento. El desarrollo de composiciones curables fotocromáticas que comprenden una combinación de diversos monómeros polimerizables y un compuesto fotocromático (especialmente un compuesto de cromeno) en el procedimiento de amasado y el procedimiento de laminación está ahora en curso.
45

Puesto que el procedimiento de amasado en particular hace posible producir en masa lentes de plástico fotocromáticas a un bajo coste usando un molde de vidrio, ahora es el procedimiento de producción principal de las lentes de plástico fotocromáticas. Por lo tanto, se han hecho diversas mejoras en el procedimiento.

50 Por ejemplo, los cuatro documentos de patente anteriores relacionados con el procedimiento de amasado desvelan composiciones curables fotocromáticas que comprenden monómeros (met)acrílicos polimerizables específicos y un compuesto de cromeno. Usando estas composiciones curables fotocromáticas, se pueden fabricar productos curados que tengan excelentes propiedades de resistencia mecánica y fotocromáticas (lentes de plástico fotocromáticas).

Los tres documentos de patente anteriores relacionados con el procedimiento de laminación divulgan (1) un procedimiento en el que una composición curable fotocromática se aplica a una lente de plástico por recubrimiento por rotación que se cura ópticamente (también puede denominarse como "técnica de recubrimiento" en lo sucesivo en
55

el presente documento) y (2) un procedimiento en el que una lente de plástico se dispone con un espacio entre ésta y un molde para rellenar con una composición curable fotocromática el espacio y curarla (también puede denominarse "técnica de polimerización de dos etapas" en lo sucesivo en el presente documento). Estos tres documentos de patente divulgan composiciones curables fotocromáticas que comprenden monómeros (met)acrílicos polimerizables específicos y un compuesto de cromo, que pueden usarse ventajosamente en la técnica de recubrimiento y la técnica de polimerización de dos etapas. Cuando se usan estas composiciones curables fotocromáticas, los laminados que tienen excelentes propiedades fotocromáticas (lentes de plástico fotocromáticas) se pueden fabricar usando el procedimiento de laminación anterior.

Sin embargo, debido a la creciente demanda de un rendimiento mejorado de las lentes de plástico fotocromáticas, se ha deseado una composición curable fotocromática a partir de la cual se puede fabricar una lente de mayor rendimiento que la anterior tanto en el procedimiento de amasado como en el procedimiento de laminación.

Como se indica más específicamente, está aumentando una solicitud del uso de una lente de plástico fotocromática en condiciones de alta temperatura y alta humedad. De acuerdo con los estudios realizados por los inventores de la presente invención, se descubrió que, cuando se usan repetidamente los productos curados fotocromáticos divulgados por los documentos WO01/005854 y WO2009/075388 en condiciones de alta temperatura y alta humedad, se puede producir un defecto de apariencia, tal como una grieta. Además, se reveló que un producto curado fotocromático divulgado por JP-A 2005-239887 puede resistir el uso repetido en condiciones relativamente de alta temperatura y alta humedad pero su velocidad de desvanecimiento es baja y por consiguiente, sus propiedades fotocromáticas se deben mejorar adicionalmente.

Es decir, en la técnica anterior, no hay ningún producto curado fotocromático que satisfaga en gran medida los requisitos para las propiedades fotocromáticas y las propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad al mismo tiempo, y se ha deseado el desarrollo de un producto curado fotocromático que satisfaga ambas.

Además, está aumentando una solicitud para el uso de laminados fotocromáticos divulgados por los tres documentos de patente anteriores relacionados con el procedimiento de laminación en condiciones de alta temperatura y alta humedad. De acuerdo con los estudios realizados por los inventores de la presente invención, se descubrió que, cuando el laminado fotocromático de la técnica anterior se usa repetidamente en condiciones de alta temperatura y alta humedad, se puede producir un defecto de apariencia, tal como una grieta. Además, también se encontró que un laminado fotocromático que puede soportar el uso repetido en condiciones de temperatura relativamente alta y humedad alta puede no obtener una dureza de la superficie suficientemente alta.

Es decir, en la técnica anterior, no hay ningún laminado fotocromático que satisfaga en gran medida los requisitos de propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad y las propiedades mecánicas (especialmente alta dureza de superficie), que al mismo tiempo conserve altas propiedades fotocromáticas, y se ha el desarrollo de un laminado fotocromático que satisfaga a ambos.

El documento US 2005/0089630 A1 divulga una composición de capa de matriz fotocromática que comprende: una mezcla de monómeros que comprende un monómero de dimetacrilato hidrófilo flexible, un monómero hidrófobo, un monómero de (met)acrilato hidrófobo flexible, y un oligómero de metacrilato de uretano, en la que el monómero de (met)acrilato contiene tres o más grupos metacrilato o grupos acrilato; y un tinte fotocromático.

El documento US 2007/0045596 A1 describe un artículo que comprende: (a) un sustrato rígido que tiene al menos una superficie adecuada para alojar un recubrimiento fotocromático, y (b) un recubrimiento fotocromático transparente que comprende acrilato polimérico dendrítico en al menos una parte de dicha superficie de dicho sustrato, comprendiendo dicho recubrimiento una cantidad fotocromática de al menos un material fotocromático.

El documento US 2008/0225400 A1 se refiere a materiales fotocromáticos y a composiciones y artículos fotocromáticos que incluyen los materiales fotocromáticos. Los materiales fotocromáticos pueden ser el producto de reacción de un poliéster poliol hiperramificado que tiene, en promedio, al menos dos grupos hidroxilo reactivos, y al menos un naftopirano de indeno-fusión fotocromático.

El documento EP 1 130 038 A1 divulga una composición curable que, cuando se cura, presenta una dureza Rockwell de escala L no inferior a 60, que comprende: A) un monómero polimerizable que, cuando se homopolimeriza, presenta la dureza Rockwell de escala L no más mayor de 40; B) un monómero polimerizable polifuncional que es trifuncional o más altamente funcional y que, cuando se homopolimeriza, presenta una dureza Rockwell de escala L no inferior a 60; C) un monómero polimerizable bifuncional que, cuando se homopolimeriza, presenta una dureza Rockwell de escala L no inferior a 60; y D) un compuesto fotocromático.

Divulgación de la invención

Problema a resolver por la invención

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar una composición curable fotocromática capaz de obtener un producto curado fotocromático que puede usarse incluso en condiciones de alta temperatura y alta humedad y que tiene excelentes propiedades fotocromáticas y propiedades mecánicas. Es otro objeto de la presente

invención proporcionar una composición curable fotocromática que tenga alta moldeabilidad, especialmente moldeabilidad en el procedimiento de amasado, y alta dispersabilidad.

5 Es aún otro objeto de la presente invención proporcionar una composición curable fotocromática capaz de formar una capa fotocromática que tenga excelentes propiedades fotocromáticas y propiedades mecánicas con alta dureza de superficie, que se pueda usar incluso en condiciones de alta temperatura y alta humedad, y tenga una buena apariencia con pocos defectos, tales como grietas.

Otros objetos y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción.

Medios para resolver el problema

10 Los inventores de la presente invención realizaron estudios extensos para resolver los problemas anteriores. Los inventores compararon la constitución monomérica de un producto curado que tiene excelentes propiedades fotocromáticas pero malas propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad con la constitución monomérica de un producto curado que tiene excelentes propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad pero malas propiedades fotocromáticas. A continuación, encontraron que los productos curados obtenidos difieren en el coeficiente de absorción de agua de acuerdo con la constitución monomérica en uso con el resultado
15 que hay diferencias en las propiedades fotocromáticas y propiedades en condiciones de alta humedad entre estos. Como se indica más específicamente, puesto que el producto curado que tiene excelentes propiedades fotocromáticas tiene un contenido relativamente alto de una cadena de óxido de etileno, tiene un alto coeficiente de absorción de agua y fácilmente se rompe en condiciones de alta temperatura y alta humedad. Por otro lado, puesto que el producto curado que tiene excelentes propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad tiene un contenido relativamente bajo de la cadena de óxido de etileno, tiene un bajo coeficiente de absorción de agua y raramente se rompe incluso en condiciones de alta temperatura y alta humedad pero tiene propiedades fotocromáticas inferiores.

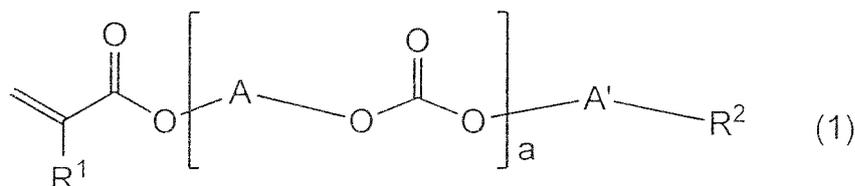
20 Cuando investigaron la relación entre la dureza de superficie y la frecuencia de aparición de agrietamiento en condiciones de alta temperatura y alta humedad de un laminado fotocromático, encontraron que un laminado fotocromático que tiene un bajo contenido de la cadena de óxido de etileno en la capa fotocromática tiene alta dureza de superficie pero se rompe fácilmente. Mientras tanto, encontraron que un laminado fotocromático que tiene un alto contenido de la cadena de óxido de etileno raramente se rompe pero tiene baja dureza de superficie. Dado que el volumen del cuerpo curado en el laminado fotocromático es menor que el de un producto curado fotocromático obtenido por el procedimiento de amasado, raramente se rompe en condiciones relativamente de alta temperatura y alta humedad. Por lo tanto, encontraron que el intervalo permisible del contenido de la cadena de óxido de etileno del laminado fotocromático es más amplio que el del producto curado fotocromático obtenido por el procedimiento de amasado.
25

Se considera a partir de este resultado que el uso en condiciones de alta temperatura y alta humedad y la supresión de agrietamiento mientras se retiene alta dureza de superficie se podría hacer posible mejorando la interacción entre los componentes constituyentes contenidos en la capa fotocromática.

35 Cuando investigaron diversas constituciones monoméricas con las cuales las propiedades fotocromáticas, propiedades mecánicas y propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad del producto curado obtenido llegaron a ser excelentes basándose en la información anterior, encontraron que los problemas anteriores se pueden resolver usando un monómero de (met)acrilato específico que tiene un grupo policarbonato. La presente invención se realizó basándose en este descubrimiento.

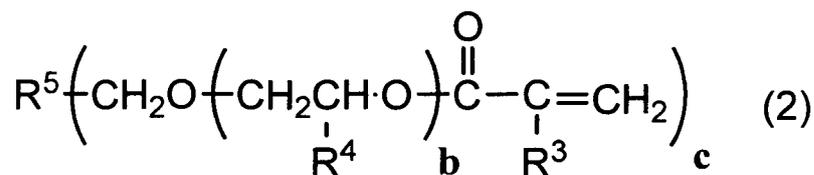
40 Es decir, la primera invención es una composición fotocromática curable que comprende (A) como un componente de (met)acrilato polimerizable:

[A1] un monómero de carbonato polimerizable representado por la siguiente fórmula (1):



45 (en la que A y A' son cada uno un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 15 átomos de carbono, "a" es un valor promedio de 1 a 20, cuando hay una pluralidad de A, pueden ser iguales o diferentes, R¹ es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, y R² es un grupo (met)acrililoiloxi o un grupo hidroxilo);

[A2] un monómero polimerizable polifuncional representado por la siguiente fórmula (2):



(en la que R^3 es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, R^4 es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 2 átomos de carbono, R^5 es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene 1 a 10 átomos de carbono, "b" es un valor promedio de 0 a 3, y "c" es un número entero de 3 a 6); y

- 5 [A3] otro monómero de (met)acrilato polimerizable diferente de los componentes anteriores [A1] y [A2], y (B) un compuesto fotocromático (B), en la que el componente de (met)acrilato polimerizable (A) contiene uno de (i) del 5 al 50 % en masa del componente [A1], del 1 al 30 % en masa del componente [A2] y del 20 al 94 % en masa del componente [A3] (el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] es del 100 % en masa) o (ii) del 5 al 50 % en masa del componente [A1], más del 30 % en masa al 70 % en masa o menos del componente [A2] y del 1 % en masa o más a menos del 65% en masa del componente [A3] (el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] es del 100 % en masa), y el compuesto fotocromático (B) está contenido en una cantidad de 0,0001 a 10 partes en masa basándose en 100 partes en masa del componente de (met)acrilato polimerizable (A).

Además, la segunda invención es un producto curado fotocromático obtenido curando la composición curable fotocromática anterior.

- 15 La tercera invención es un laminado fotocromático que incluye un producto curado obtenido curando la composición curable fotocromática anterior en un sustrato de lente de plástico.

En lo sucesivo en el presente documento, un producto curado fotocromático obtenido por el procedimiento de amasado puede denominarse simplemente "producto curado". Además, un laminado fotocromático que tiene una capa compuesta de un producto curado formado curando la composición curable fotocromática en un sustrato de lente de plástico por el procedimiento de laminación puede denominarse simplemente "laminado".

Mejor modo de llevar a cabo la invención

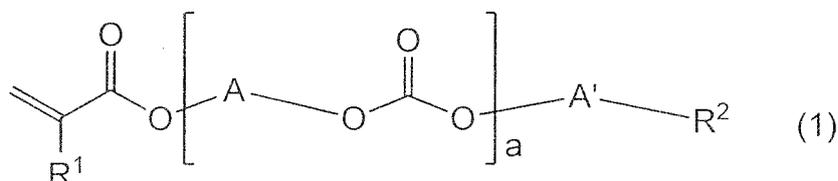
La composición curable fotocromática de la presente invención comprende cómo (A) un componente de (met)acrilato polimerizable: [A1] un monómero polimerizable a base de carbonato representado por la fórmula anterior (1) (también puede denominarse simplemente "componente [A1]" en lo sucesivo en el presente documento), [A2] un monómero polimerizable polifuncional representado por la fórmula anterior (2) (también puede denominarse simplemente "componente [A2]" en lo sucesivo en el presente documento), [A3] otro monómero de (met)acrilato polimerizable diferente de los componentes [A1] y [A2] (también puede denominarse simplemente "componente [A3]" en lo sucesivo en el presente documento), y además (B) un compuesto fotocromático (también puede denominarse simplemente "componente (B)" posteriormente). Posteriormente se da una descripción de cada uno de los componentes anteriores.

- 30 (A) Componente de (met)acrilato polimerizable

El componente de (met)acrilato polimerizable de la presente invención contiene el componente [A1], el componente [A2] y el componente [A3] que se detallan a continuación en el presente documento. El (met)acrilato polimerizable se refiere a un monómero polimerizable que tiene un grupo metacrilato o un grupo acrilato.

Componente [A1]: monómero polimerizable a base de carbonato

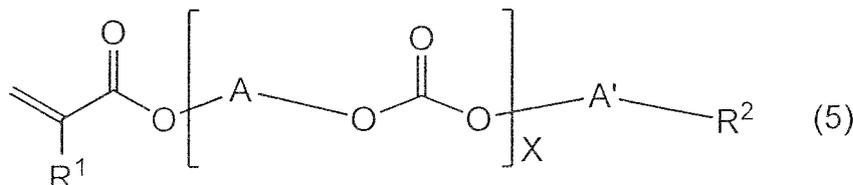
- 35 Primero se da una descripción del componente [A1], es decir, el monómero polimerizable que tiene un grupo policarbonato representado por la siguiente fórmula (1). El componente [A1] se representa por la siguiente fórmula (1).



En la fórmula anterior, A y A' son cada uno un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 15 átomos de carbono, "a" es un valor promedio de 1 a 20, cuando hay una pluralidad de A, pueden ser iguales o diferentes, R^1 es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, y R^2 es un grupo (met)acrililoiloxi o un grupo hidroxilo. En la fórmula anterior (1), A y A' son cada uno un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 15 átomos de carbono. Es un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene preferentemente 3 a 9 átomos de carbono, más preferentemente 4 a 7 átomos de carbono desde el punto de vista de la moldeabilidad de la composición curable fotocromática, las propiedades fotocromáticas (densidad óptica de color, velocidad de desvanecimiento) del producto curado o laminado obtenido, y la dureza de superficie del laminado fotocromático obtenido. Los ejemplos del grupo alquileo incluyen grupo

trimetileno, grupo tetrametileno, grupo pentametileno, grupo hexametileno, grupo octametileno, grupo nonametileno, grupo dodecametileno, grupo pentadecametileno, grupo 1-metiltriétileno, grupo 1-etiltriétileno y grupo 1-isopropiltriétileno.

5 En la fórmula anterior (1), "a" es un valor promedio de 1 a 20. Es decir, el componente [A1] puede estar compuesto por solo moléculas que tienen enlaces -A-O-(C=O)- con la misma longitud (mismo peso molecular) o una mezcla de monómeros que tienen enlaces con diferentes longitudes (diferentes en peso molecular). Dado que el componente [A1] generalmente se obtiene como una mezcla de monómeros que tienen diferentes pesos moleculares, "a" se da como un valor promedio. Particularmente, el componente [A1] es preferentemente una mezcla de monómero polimerizable a base de carbonato representado por la siguiente fórmula (5).



En la fórmula anterior, A, A', R¹ y R² son como se definen en la fórmula anterior (1), y "x" es un número entero de 1 a 30.

15 En la fórmula anterior (5), "x" es preferentemente un número entero de 1 o más a 30 o menos. El componente [A1] puede ser una mezcla de monómeros que difieren en "x" (diferentes en peso molecular). En el caso de una mezcla, "a" (valor promedio) en la fórmula (1) se obtiene dividiendo el total de "x" por el número de moléculas. Cuando el componente [A1] no es una mezcla (x es un número entero de 1), "a" es igual a "x" como cuestión de rutina.

20 Como se ha descrito anteriormente, preferentemente, "a" es un valor promedio de 1 a 20 y, "x" es un número entero de 1 a 30. Desde el punto de vista de la moldeabilidad, las propiedades fotocromáticas (densidad óptica de color, velocidad de desvanecimiento) y dureza de superficie, más preferentemente, "a" es un valor promedio de 2 a 8 y "x" es un número entero de 2 a 15 y, mucho más preferentemente, "a" es un valor promedio de 2 a 5 y "x" es un número entero de 2 a 10.

25 Como se ha descrito anteriormente, existe un caso donde hay una pluralidad de A. En este caso, las A pueden ser iguales o diferentes. Desde el punto de vista de la compatibilidad con los otros monómeros, las A son preferentemente diferentes entre sí. Cuando las A son diferentes entre sí, preferentemente, del 10 al 90 % en moles de un grupo alquileo que tiene de 3 a 5 átomos de carbono y del 10 al 90 % en moles de un grupo alquileo que tiene de 6 a 9 átomos de carbono, están contenidos basándose en el contenido total de A. Mucho más preferentemente, del 10 al 90 % en moles de un grupo alquileo que tiene de 4 a 5 átomos de carbono y del 10 al 90 % en moles de un grupo alquileo que tiene de 6 a 7 átomos de carbono están contenidos basándose en el contenido total de A. Usando estas A, se mejora la compatibilidad con otros monómeros polimerizables y se puede obtener una composición curable fotocromática que tiene alta dispersabilidad. Como resultado, se puede obtener un producto curado fotocromático o laminado cuya turbidez se suprime.

En la fórmula (1), R¹ es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, preferentemente un átomo de hidrógeno desde el punto de vista de las propiedades fotocromáticas (densidad óptica de color, velocidad de desvanecimiento).

35 En la fórmula (1), R² es un grupo (met)acrililoiloxi o grupo hidroxilo. El grupo (met)acrililoiloxi se refiere a un grupo metacrililoiloxi o un grupo acrililoiloxi.

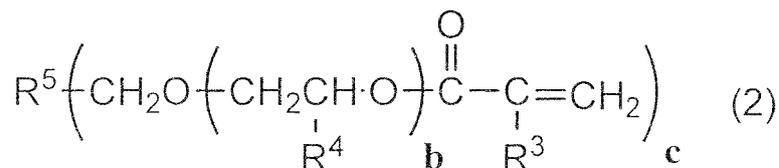
40 El componente [A1] puede ser una mezcla de un monómero en el que R² es un grupo (met)acrililoiloxi y un monómero en el que R² es un grupo hidroxilo. Cuando la proporción de un componente en el que R² es un grupo hidroxilo es mayor que la proporción de un componente en el que R² es un grupo (met)acrililoiloxi, la compatibilidad con los demás monómeros polimerizables se puede degradar, por lo que el producto curado fotocromático o laminado obtenido se puede enturbiar y además la dureza o dureza de superficie del producto curado fotocromático o laminado se puede deteriorar. Por lo tanto, en el componente monomérico polimerizable [A1], la relación molar del componente monomérico en el que R² es un grupo (met)acrililoiloxi y el componente monomérico en el que R² es un grupo hidroxilo es preferentemente de 2:1 a 1:0. Mucho más preferentemente, el componente [A1] solo es el componente monomérico en el que R² es un grupo (met)acrililoiloxi.

45 Un monómero polimerizable a base de carbonato [Ala] de la fórmula anterior (5) en la que R² es un grupo (met)acrililoiloxi se representa por la siguiente fórmula (6).

5 eliminada es dos veces (200 % en moles) tanto como el del diol de policarbonato, se produce el componente [A1a]. Cuando la cantidad de agua eliminada está entre el 100 y el 200 % en moles, se puede obtener una mezcla de los componentes [A1a] y [A1b]. Como se indica más específicamente, cuando la cantidad de agua eliminada es de 1,7 mol (170 % en moles) basado en 1 mol del diol de policarbonato en uso, se puede producir una mezcla de los componentes [A1a] y [A1b] en una relación molar de 7:3 (componente [A1a]: componente [A1b]=7:3). Cuando existe un diol de policarbonato sin reaccionar, se debe eliminar por purificación.

Componente [A2]

10 Posteriormente se da una descripción del componente [A2], es decir, el monómero polimerizable polifuncional representado por la siguiente fórmula (2). Usando este componente [A2], se pueden mejorar las propiedades fotocromáticas y la dureza o dureza de superficie del producto curado fotocromático o laminado.



En la fórmula anterior, R³ es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, R⁴ es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 2 átomos de carbono, R⁵ es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene 1 a 10 átomos de carbono, "b" es un valor promedio de 0 a 3, y "c" es un número de 3 a 6.

15 En la fórmula anterior (2), R⁵ es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene 1 a 10 átomos de carbono, como se ilustra por grupos hidrocarburos trivalentes a hexavalentes que tienen de 1 a 10 átomos de carbono, grupos trivalentes a hexavalentes que tienen de 1 a 10 átomos de carbono y que contienen un átomo de oxígeno en la cadena, y grupos orgánicos trivalentes a hexavalentes que contienen un enlace de uretano. R⁴ es preferentemente un grupo metilo.

20 Los ejemplos preferidos del componente [A2] incluyen trimetacrilato de trimetilolpropano, triacrilato de trimetilolpropano, trimetacrilato de trimetilolmetano, triacrilato de tetrametilolmetano, tetrametacrilato de tetrametilolmetano, tetraacrilato de tetrametilolmetano, trimetacrilato de trimetilolpropano trietilenglicol, triacrilato de trimetilolpropano trietilenglicol, tetrametacrilato de ditrimetilolpropano y tetraacrilato de ditrimetilolpropano. Estos monómeros polimerizables polifuncionales se pueden usar en combinación de dos o más.

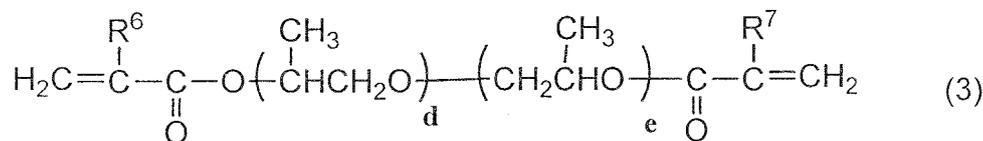
25 Estos monómeros polimerizables polifuncionales son preferentemente de modo que R⁵ es un grupo hidrocarburo trivalente desde el punto de vista de las propiedades fotocromáticas, especialmente la velocidad de desvanecimiento, de manera particular preferentemente trimetacrilato de trimetilolpropano o tetrametacrilato de ditrimetilolpropano desde el punto de vista del efecto.

Componente [A3]

30 Posteriormente se da una descripción del componente [A3], es decir, otro monómero (met)acrílico polimerizable diferente de los componentes [A1] y [A2]. El índice de refracción se puede cambiar de acuerdo con el monómero seleccionado como el componente [A3] en la presente invención. Seleccionando el tipo de componente [A3] y ajustando la relación de mezcla del componente [A3], se puede preparar una composición curable fotocromática que es más adecuada para el procedimiento de amasado y el procedimiento de laminación. En el procedimiento de amasado, el índice de refracción del producto curado fotocromático obtenido se puede ajustar cambiando el tipo de componente [A3]. Además, en el procedimiento de laminación, se puede obtener un laminado que se puede usar en condiciones de alta temperatura y alta humedad y presenta excelentes propiedades fotocromáticas ajustando la relación de mezcla del monómero que tiene una cadena larga de óxido de etileno-óxido de propileno. Posteriormente se da una descripción del componente [A3].

40 Componente [A3a]

Para obtener un producto curado fotocromático que tiene un bajo índice de refracción de 1,49 a 1,51, se usa un monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la siguiente fórmula (3) [A3a].



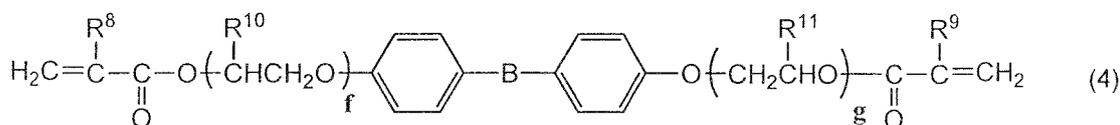
45 En la fórmula anterior, R⁶ y R⁷ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, "d" y "e" son cada uno un número entero de 0 o más, con la condición de que cuando tanto R⁶ como R⁷ sean grupos metilo, (d+e) sea un valor

promedio de 2 o más a menos de 7, cuando R⁶ sea un grupo metilo y R⁷ sea un átomo de hidrógeno, (d+e) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 5, y cuando tanto R⁶ como R⁷ sean átomos de hidrógeno, (d+e) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 3. El monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (3) (componente [A3a]) generalmente se obtiene como una mezcla de moléculas que difieren en peso molecular. Por lo tanto, "d" y "e" se dan como valores promedios.

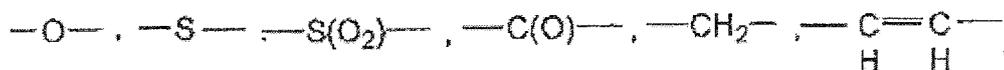
Como el componente [A3a], por ejemplo, preferentemente se usa un monómero de di(met)acrilato tal como dimetacrilato de tripropilenglicol y dimetacrilato de tetrapropilenglicol. Cuando se usa el componente [A3a], los números de átomos de carbono y átomos de hidrógeno llegan a ser grandes en la estructura del producto curado con el resultado que el producto curado puede llegar a ser frágil. Por lo tanto, un (met)acrilato de uretano polifuncional que se detalla posteriormente se usa preferentemente para mejorar la resistencia del producto curado.

Componente [A3b]

Para obtener un producto curado fotocromático que tiene un índice de refracción intermedio de 1,52 a 1,57, como otra combinación más adecuada, preferentemente se usa un monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la siguiente fórmula (4) [A3b] como el componente [A3].



En la fórmula anterior, R⁸ y R⁹ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, R¹⁰ y R¹¹ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, B es cualquiera de los siguientes grupos, y "f" y "g" son cada uno un número entero de 1 o más, con la condición de que cuando tanto R⁸ como R⁹ sean grupos metilo, (f+g) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 7, cuando R⁸ sea un grupo metilo y R⁹ sea un átomo de hidrógeno, (f+g) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 5, y cuando tanto R⁸ como R⁹ sean átomos de hidrógeno, (f+g) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 3.

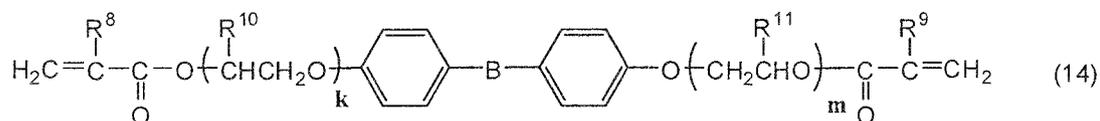


-C(CH₃)₂- y **-C(CH₃)(C₆H₅-)** El monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (4) (componente [A3a]) generalmente se obtiene como una mezcla de moléculas que difieren en peso molecular. Por lo tanto, "f" y "g" se dan como valores promedios.

Los ejemplos del componente [A3b] incluyen dimetacrilato de bisfenol A, 2,2-bis(4-metacrililoiloxietoxifenil)propano, 2,2-bis(3,5-dibromo-4-metacrililoiloxietoxifenil)propano, 2,2-bis(4-metacrililoiloxidipropoxifenil)propano y diacrilato de bisfenol A. Se usa preferentemente 2,2-bis(4-metacrililoiloxietoxifenil)propano desde el punto de vista de la resistencia mecánica y moldeabilidad.

Componente [A3c]

Para obtener un laminado fotocromático en particular, como aún otra combinación más adecuada, el componente [A3] contiene preferentemente un monómero polimerizable bifuncional representado por la siguiente fórmula (14).



En la fórmula anterior, R⁸, R⁹, R¹⁰, R¹¹ y B son como se definen en la fórmula anterior (4), y "k" y "m" son cada uno un número entero de 1 o más, con la condición de que cuando tanto R⁸ como R⁹ sean grupos metilo, (k+m) sea un valor promedio de 7 a 30, cuando R⁸ sea un grupo metilo y R⁹ sea un átomo de hidrógeno, (k+m) sea un valor promedio de 7 a 25, y cuando tanto R⁸ como R⁹ sean átomos de hidrógeno, (k+m) sea un valor promedio de 7 a 20.

El monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (14) (componente [A3c]) generalmente se obtiene como una mezcla de moléculas que difieren en peso molecular. Por lo tanto, "k" y "m" se dan como valores promedios.

El monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula (14) tiene una cadena de óxido de etileno o cadena de óxido de propileno más larga que la del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula (4). Por lo tanto, este componente [A3c] se puede usar ventajosamente en una relación de mezcla que se detalla en lo sucesivo en el presente documento para producir un laminado que puede reducir el volumen del producto curado obtenido.

Los ejemplos del componente [A3c] incluyen 2,2-bis[4-metacriloxi(poliétoxi)fenil]propano ($k+m = 10$), 2,2-bis[4-metacriloxi(poliétoxi)fenil]propano ($k+m = 17$), 2,2-bis[4-metacriloxi(poliétoxi)fenil]propano ($k+m = 30$), 2,2-bis[4-acriloxi(poliétoxi)fenil]propano ($k+m = 10$) y 2,2-bis[4-acriloxi(poliétoxi)fenil]propano ($k+m = 20$). Particularmente, 2,2-bis[4-metacriloxi(poliétoxi)fenil]propano ($k+m = 10$) puede usarse preferentemente en el procedimiento de laminación desde el punto de vista de la resistencia mecánica, propiedades fotocromáticas y dureza de superficie.

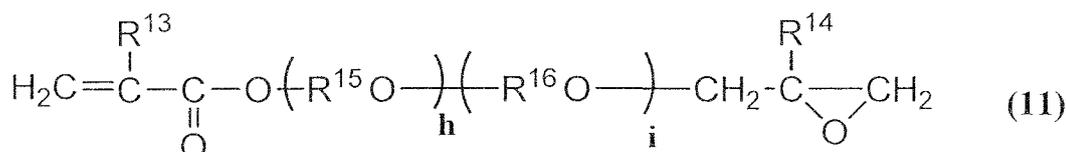
Otro componente [A3]

Un monómero (met)acrílico polimerizable excepto para los componentes [A1] y [A2] se puede usar sin restricción. Los ejemplos del otro componente [A3] incluyen ácidos carboxílicos insaturados tal como metacrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 293, metacrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 468, acrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 218, acrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 454, 2-hidroxi metacrilato, 2-hidroxi acrilato, dimetacrilato de dietilenglicol, dimetacrilato de trietilenglicol, dimetacrilato de tetraetilenglicol, dimetacrilato de pentaetilenglicol, dimetacrilato de pentapropilenglicol, diacrilato de dietilenglicol, diacrilato de trietilenglicol, diacrilato de tetraetilenglicol, diacrilato de pentaetilenglicol, diacrilato de tripropilenglicol, diacrilato de tetrapropilenglicol, diacrilato de pentapropilenglicol, dimetacrilato compuesto por una mezcla de polipropilenglicol y polietilenglicol (el polietileno tiene 2 unidades recurrentes y el polipropileno tiene 2 unidades recurrentes), dimetacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 330, dimetacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 536, dimetacrilato de politetrametilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 736, dimetacrilato de tripropilenglicol, dimetacrilato de tetrapropilenglicol, dimetacrilato de polipropilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 536, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 258, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 308, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 508, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 708, metacrilato y acrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 536, diacrilatos de polietileno y polipropilenglicol que tienen un peso molecular promedio de 330, acrilato de ciclohexanodimetanol etoxilado que tiene un peso molecular promedio de 434, 2,2-bis[4-metacriloxietoxi]fenil]propano que tiene un peso molecular promedio de 452, 2,2-bis[4-metacriloxidietoxi]fenil]propano que tiene un peso molecular promedio de 478, 2,2-bis[4-acriloxipoliétoxi]fenil]propano que tiene un peso molecular promedio de 466, hexaacrilato de oligómero de poliéster, hexaacrilato de dipentaeritritol modificado con caprolactona, oligómeros de poliéster tetrafuncionales que tienen un peso molecular de 2.500 a 3.500 (tal como EB80 de Daicel-UCB Co., Ltd. (que tiene cuatro grupos (met)acrílicos en una molécula)), oligómeros de poliéster tetrafuncionales que tienen un peso molecular de 6.000 a 8.000 (tal como EB450 de Daicel-UCB Co., Ltd. (que tienen 4 grupos (met)acrílicos en una molécula)), oligómeros de poliéster hexafuncionales que tienen un peso molecular de 45.000 a 55.000 (tal como EB1830 de Daicel-UCB Co., Ltd. (que tienen 6 grupos (met)acrílicos en una molécula)), oligómeros de poliéster tetrafuncionales que tienen un peso molecular de 10.000 (tal como GX8488B de Daiichi Kogyo Seiyaku Co., Ltd. (que tienen 6 grupos (met)acrílicos en una molécula)), bisglicidil metacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de 1,4-butilenglicol, dimetacrilato de 1,9-nonilenglicol, dimetacrilato de neopentilenglicol, bis(2-metacriloiloxietil)etilo]sulfuro, bis(metacriloiloxietil)etilo]sulfuro, bis(acriloiloxietil)etilo]sulfuro, 1,2-bis(metacriloiloxietil)etano, 1,2-bis(acriloiloxietil)etano, bis(2-metacriloiloxietil)etilo]sulfuro, bis(2-acriloiloxietil)etilo]sulfuro, 1,2-bis(metacriloiloxietil)etilo]sulfuro, 1,2-bis(acriloiloxietil)etilo]sulfuro, 1,2-bis(acriloiloxietil)etilo]sulfuro, 1,2-bis(metacriloiloxiisopropil)isopropil]sulfuro, metacrilato de estearilo, metacrilato de laurilo, acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de butilo, acrilato de octilo, acrilato de laurilo, ácido acrílico, ácido metacrílico y anhídrido maleico; compuestos de éster de ácido acrílico o ácido metacrílico tales como metacrilato de metilo, metacrilato de bencilo, metacrilato de fenilo y metacrilato de 2-hidroxietilo; compuestos de éster de ácido tioacrílico o ácido tiometacrílico tales como acrilato de metiltilio, acrilato de benciltilio y metacrilato de benciltilio; y (met)acrilato de uretano polifuncionales tales como di(met)acrilato de uretano, monómeros de silsesquioxano que tienen un grupo (met)acrílico y estructuras tipo jaula, tipo escalera y aleatorias, metacrilato de 2-isocianatoetilo, γ -metacriloxipropil trimetoxisilano y γ -metacriloxipropilmetil dimetoxisilano.

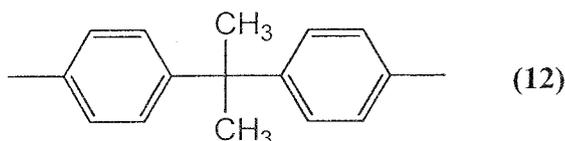
Preferentemente, los (met)acrilatos de uretano polifuncionales anteriores no tienen anillo aromático en la estructura molecular y no son amarillentos desde el punto de vista de la resistencia a la luz de una resina curada. Más específicamente, los (met)acrilatos de uretano polifuncionales incluyen monómeros de (met)acrilato de uretano los cuales son mezclas de reacción obtenidas haciendo reaccionar diisocianato de hexametileno, diisocianato de isoforona, isocianato de lisina, diisocianato de 2,2,4-hexametileno, isocianato de ácido dimérico, isocianato de isopropilideno-bis-4-ciclohexilo, diisocianato de dicitlohexilmetano, diisocianato de norborneno o diisocianato de metilciclohexano con un polialquilenglicol que tiene una unidad recurrente de óxido de etileno u óxido de propileno que tiene 2 a 4 átomos de carbono o una unidad recurrente de óxido de hexametileno, diol de poliéster tal como diol de policaprolactona, poliol polifuncional tal como diol de policarbonato o diol de polibutadieno, o diol tal como pentaeritritol, etilenglicol, propilenglicol, 1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,9-nonanodiol, 1,8-nonanodiol, neopentilglicol, dietilenglicol, dipropilenglicol, 1,4-ciclohexanodiol, 1,4-ciclohexanedimetanol, glicerina, trimetilolpropano y pentaeritritol para obtener un prepolímero de uretano y además hacer reaccionar el diisocianato con (met)acrilato de 2-hidroxi, o mezclas de reacción obtenidas haciendo reaccionar directamente el diisocianato anterior con (met)acrilato de 2-hidroxi. El número de grupos funcionales de cada uno de los (met)acrilatos es preferentemente 2 a 15. Cuando el número de grupos funcionales es grande, el producto curado fotocromático obtenido puede llegar a ser frágil. Por lo tanto, es preferido un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene dos grupos funcionales. Cuando el monómero de (met)acrilato de uretano es bifuncional, el equivalente (met)acrílico es

de manera particular preferentemente 200 o más a menos de 600 ya que el efecto de mejora de las propiedades mecánicas es grande. Los ejemplos del monómero de (met)acrilato de uretano incluyen monómeros de (met)acrilato de uretano polifuncionales tales como U-4HA (peso molecular de 596, 4 grupos funcionales), U-6HA (peso molecular de 1.019, 6 grupos funcionales), U-6LPA (peso molecular de 818, 6 grupos funcionales) y U-15HA (peso molecular de 2.300, 15 grupos funcionales), monómeros de (met)acrilato de uretano bifuncionales tales como U-2PPA (peso molecular de 482), UA-122P (peso molecular de 1.100) y U-122P (peso molecular de 1.100) (todos son fabricados por Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.), EB4858 (peso molecular de 454) (fabricado por Daicel-UCB Co., Ltd.), y monómeros de (met)acrilato de uretano que tienen un equivalente (met)acrílico de 600 o más tales como U-108A, U-200PA, UA-511, U-412A, UA-4100, UA-4200, UA-4400, UA-2235PE, UA-160TM, UA-6100, UA-6200, U-108, UA-4000 y UA-512 de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd., y UX-2201, UX-3204, UX4101, 6101, 7101 y 8101 de Nippon Kayaku Co., Ltd.

Además de los compuestos anteriores, también se puede usar un monómero polimerizable que tiene un grupo epoxi y se representa por la siguiente fórmula (11).



En la fórmula anterior, R¹³ y R¹⁴ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, R¹⁵ y R¹⁶ son cada uno un grupo alquileo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono que se puede sustituir por un grupo hidroxilo o un grupo representado por la siguiente fórmula (12), y "h" e "i" son cada uno un valor promedio de 0 a 20.

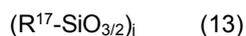


Cuando está contenido el monómero polimerizable que tiene un grupo epoxi y representado por la fórmula anterior (11) (monómero polimerizable que contiene grupo epoxi), se pueden obtener excelentes propiedades fotocromáticas durante un largo tiempo.

Los ejemplos del grupo alquileo representado por R¹⁵ y R¹⁶ incluyen un grupo metileno, grupo etileno, grupo propileno, grupo butileno, grupo trimetileno y grupo tetrametileno. El compuesto representado por la fórmula anterior (11) se puede obtener como una mezcla de moléculas que difieren en peso molecular. Por lo tanto, "h" e "i" se dan como valores promedios.

Los ejemplos del compuesto representado por la fórmula anterior (11) incluyen metacrilato de glicidilo, metacrilato de glicidiloximetilo, metacrilato de 2-glicidiloxietilo, metacrilato de 3-glicidiloxipropilo, metacrilato de 4-glicidiloxibutilo, glicidil metacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 406, glicidil metacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 538, glicidil metacrilato de polipropilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 664, bisfenol A-monoglicidil éter-metacrilato, metacrilato de 3-(glicidil-2-oxietoxi)-2-hidroxiopropilo, acrilato de glicidilo, acrilato de glicidiloximetilo, acrilato de 2-glicidiloxietilo, acrilato de 3-glicidiloxipropilo, acrilato de 4-glicidiloxibutilo, glicidil acrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 406, glicidil acrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 538, glicidil acrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 1.022, acrilato de 3-(glicidiloxi-1-isopropiloxi)-2-hidroxiopropilo y acrilato de 3-(glicidiloxi-2-hidroxiopropiloxi)-2-hidroxiopropilo. De estos, se prefieren metacrilato de glicidilo, metacrilato de glicidiloximetilo, metacrilato de 2-glicidiloxietilo, metacrilato de 3-glicidiloxipropilo y acrilato de glicidilo, y se prefiere particularmente metacrilato de glicidilo.

Los monómeros de silsesquioxano incluyen, por ejemplo, un monómero representado por la siguiente fórmula (13).



En la fórmula anterior, una pluralidad de R¹⁷ pueden iguales o diferentes, al menos tres R¹⁷ son grupos orgánicos que contienen un grupo radicalmente polimerizable, los otros R¹⁷ excepto para el grupo orgánico que contiene un grupo radicalmente polimerizable son cada uno un átomo de hidrógeno, grupo alquilo, grupo cicloalquilo, grupo alcoxi o grupo fenilo, y "j" es un número entero de 6 a 100 el cual indica el grado de polimerización.

El grupo orgánico que contiene un grupo radicalmente polimerizable de R¹⁷ incluye un grupo orgánico compuesto de solo un grupo polimerizable (incluye un grupo orgánico que tiene un grupo polimerizable (tal como un grupo (met)acrílico) unido directamente a un átomo de silicio). Los ejemplos del grupo orgánico incluyen grupos orgánicos que tienen un grupo (met)acrílico tales como grupo (met)acrílico, grupo (met)acriloxipropilo y grupo (3-(met)acriloxipropil)dimetilsiloxi; grupos orgánicos que tienen un grupo alilo tales como grupo alilo, grupo alilpropilo y

5 grupo alilpropildimetilsiloxi; grupos orgánicos que tienen un grupo vinilo tales como grupo vinilo, grupo vinilpropilo y grupo vinildimetilsiloxi; grupos orgánicos que tienen un grupo ciclohexenilo tales como grupo (4-ciclohexenil)etildimetilsiloxi; grupos orgánicos que tienen un grupo norbornenilo tales como grupo norborneniletilo y grupo norborneniletildimetilsiloxi; y grupos orgánicos que tienen un grupo maleimida tal como grupo N-maleimidepropilo. De estos, los grupos orgánicos que tienen un grupo (met)acrílico son particularmente preferidos ya que tienen alta resistencia de película mientras mantienen excelentes propiedades fotocromáticas.

El grupo alquilo de R¹⁷ es preferentemente un grupo alquilo que tiene 1 a 10 átomos de carbono. Los ejemplos del grupo alquilo que tiene 1 a 10 átomos de carbono incluyen grupo metilo, grupo etilo, grupo n-propilo, grupo isopropilo, grupo n-butilo, grupo sec-butilo, grupos *terc*-butilo, grupo n-pentilo, grupo n-hexilo, grupo n-octilo y grupo isoocilo.

10 El grupo cicloalquilo es preferentemente un grupo cicloalquilo que tiene 3 a 8 átomos de carbono. Los ejemplos del grupo cicloalquilo que tiene 3 a 8 átomos de carbono incluyen grupo ciclopropilo, grupo ciclobutilo, grupo ciclooctilo, grupo ciclohexilo, grupo cicloheptilo y grupo ciclooctilo.

15 El grupo alcoxi es preferentemente un grupo alcoxi que tiene 1 a 6 átomos de carbono. Los ejemplos del grupo alcoxi que tiene 1 a 6 átomos de carbono incluyen grupo metoxi, grupo etoxi, grupo n-propoxi, grupo isopropoxi, grupo n-butoxi, grupo sec-butoxi y grupo *terc*-butoxi.

Aunque el compuesto de silsesquioxano puede tomar varias estructuras tales como estructuras tipo jaula, tipo escalera y aleatorias, es preferentemente una mezcla que tiene una pluralidad de estructuras en la presente invención.

Los componentes [A3] anteriores se pueden usar en solitario o en combinación.

Relación de mezcla de componentes en el componente (A) (monómeros (met)acrílicos polimerizables)

20 El componente de (met)acrilato polimerizable (A) (componente (A)) usado en la presente invención contiene los componentes [A1], [A2] y [A3].

25 La relación de mezcla de estos componentes se puede determinar adecuadamente de acuerdo con el uso propuesto. Cuando la cantidad del componente (A) es del 100% en masa (el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] es del 100 % en masa), el componente (A) contiene del 5 al 50 % en masa del componente [A1]. Puesto que la composición curable fotocromática de la presente invención comprende del 5 al 50 % en masa del componente [A1], es de excelentes propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad. Puesto que el procedimiento de amasado y el procedimiento de laminación difieren entre sí en los contenidos óptimos y tipos de monómeros óptimos en uso, cada uno se describe a continuación en el presente documento.

(relación de mezcla de componentes en el componente (A) preferidos para el procedimiento de amasado)

30 Cuando se usa el procedimiento de amasado en la presente invención, están contenidos del 5 al 50 % en masa del componente [A1], del 1 al 30 % en masa del componente [A2] y del 20 al 94 % en masa del componente [A3]. El contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] es del 100 % en masa.

35 El contenido del componente [A1] es más preferentemente del 10 al 30 % en masa basado en el 100 % en masa del componente (A) para reducir el coeficiente de absorción de agua y asegurar la dureza del producto curado fotocromático obtenido. Además, el contenido del componente [A2] es más preferentemente del 5 al 20 % en masa, mucho más preferentemente del 7 al 15 % en masa basado en el 100 % en masa del componente (A) desde el punto de vista de la velocidad de desvanecimiento y resistencia mecánica del producto curado fotocromático obtenido. El contenido del componente [A3] se determina para asegurar que el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] llegue a ser del 100 % en masa.

40 En la presente invención, cuando el contenido de los componentes [A1] y [A2] satisfacen los intervalos anteriores, el producto curado fotocromático obtenido produce un excelente efecto. Aun cuando el índice de refracción del producto curado fotocromático obtenido se ajusta por el componente [A3], es posible almacenar y usar el producto curado fotocromático en condiciones de alta temperatura y alta humedad, y se puede obtener un producto curado fotocromático que tiene excelentes propiedades fotocromáticas. En el procedimiento de amasado, una composición curable fotocromática que forma un producto curado que tiene un índice de refracción de 1,49 a 1,51 y una composición curable fotocromática que forma un producto curado que tiene un índice de refracción de 1,52 a 1,57 difieren entre sí en las relaciones de mezcla óptimas y tipos de monómeros. Posteriormente se da una descripción de la composición curable fotocromática que forma un producto curado que tiene un índice de refracción de 1,49 a 1,51.

(procedimiento de amasado: producto curado fotocromático que tiene un bajo índice de refracción (1,49 a 1,51))

50 Para obtener un producto curado fotocromático que tiene un índice de refracción de 1,49 a 1,51 de la composición curable fotocromática de la presente invención por el procedimiento de amasado, la composición preferentemente comprende del 20 al 100 % en masa del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (3) (componente [A3a]) basado en el 100 % en masa del total del componente [A3]. Los ejemplos específicos del componente [A3a] incluyen dimetacrilato de tripropilenglicol y dimetacrilato de tetrapropilenglicol.

- 5 Cuando se va a obtener un producto curado fotocromático que tiene un índice de refracción de 1,49 a 1,51 y el componente [A3] contiene otro componente [A3] diferente del componente [A3a], el siguiente componente preferentemente está contenido como el otro componente [A3]. Como se indica más específicamente, están contenidos preferentemente un monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11), un monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional, un monómero de di(met)acrilato que tiene 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes y un monómero de (met)acrilato monofuncional.
- El monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional es preferentemente un (met)acrilato de uretano polifuncional que tiene un equivalente (met)acrílico de 100 o más a menos de 600.
- 10 Los ejemplos preferidos del monómero de di(met)acrilato que tiene de 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes incluyen dimetacrilato de trietilenglicol, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 330 (dimetacrilato de tetraetilenglicol), dimetacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 536 (9 unidades recurrentes), diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 308 (diacrilato de tetraetilenglicol) y diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 508 (9 unidades recurrentes).
- 15 Los ejemplos preferidos del monómero de (met)acrilato monofuncional incluyen metacrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 293, metacrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 468, acrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 218 y acrilato de metoxi polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 454.
- 20 En cuanto a las relaciones de mezcla de estos componentes, preferentemente, el contenido del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (3) (componente [A3a]) es del 20 al 95 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11) es del 1 al 5 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional es del 4 al 40 % en masa, el contenido del monómero de di(met)acrilato que tiene de 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes es del 0 al 20 % en masa, y el contenido del monómero de (met)acrilato monofuncional es del 0 al 15 % en masa basado en el 100 % en masa del total de los componentes [A3]. Además, más preferentemente, el contenido del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (3) ([A3a]) es del 46 al 78 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11) es del 1 al 4 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional es del 20 al 40 % en masa, y el contenido del monómero de (met)acrilato monofuncional es del 1 al 10 % en masa.
- 25 30 Posteriormente se da una descripción de una composición curable fotocromática que forma un producto curado que tiene un índice de refracción de 1,52 a 1,57.
(procedimiento de amasado: producto curado fotocromático que tiene un alto índice de refracción (1,52 a 1,57))
- Para obtener un producto curado fotocromático que tiene un índice de refracción de 1,52 a 1,57 de la composición curable fotocromática de la presente invención por el procedimiento de amasado, la composición preferentemente comprende del 20 al 100 % en masa del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (4) ([A3b]) basado en el 100 % en masa del total de los componentes [A3]. De los monómeros de di(met)acrilato representados por la fórmula anterior (4), se prefiere particularmente 2,2-bis(4-metacrililoioxietoxifenil)propano, en el que el valor promedio de (f+g) es 2,6.
- 35 Cuando se va a obtener un producto curado fotocromático que tiene un índice de refracción de 1,51 a 1,57 y el componente [A3] contiene otro componente [A3] diferente del componente [A3b], el siguiente componente preferentemente está contenido como el otro componente [A3]. Como se indica más específicamente, preferentemente están contenidos un monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11), un monómero de (met)acrilato bifuncional que tiene un anillo de benceno y un monómero de di (met)acrilato que tiene de 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes.
- 40 Los ejemplos preferidos del monómero de (met)acrilato bifuncional que tiene un anillo de benceno incluyen 2,2-bis[4-metacriloxipolietoxi]fenil]propano que tiene un peso molecular promedio de 804, 2,2-bis[4-acriloxi-dietoxi]fenil]propano que tiene un peso molecular promedio de 512, y 2,2-bis[4-acriloxipolietoxi]fenil]propano que tiene un peso molecular promedio de 776.
- 45 Los ejemplos preferidos del monómero de di(met)acrilato que tiene de 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes incluyen dimetacrilato de trietilenglicol, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 330 (dimetacrilato de tetraetilenglicol), dimetacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 536 (9 unidades recurrentes), diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 308 (diacrilato de tetraetilenglicol) y diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 508 (9 unidades recurrentes).
- 50 Preferentemente, el contenido del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (4) ([A3b]) es del 20 al 98 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11) es del 1 al 5 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato bifuncional que tiene
- 55

5 un anillo de benceno es del 1 al 10 % en masa, el contenido del monómero de di(met)acrilato que tiene de 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes es del 0 al 55 % en masa, y el contenido del monómero de (met)acrilato monofuncional es del 0 al 10 % en masa basado en el 100 % en masa del total de los componentes [A3]. Además, más preferentemente, el contenido del monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula anterior (4) ([A3b]) es del 31 al 96 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11) es del 1 al 5 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato bifuncional que tiene un anillo de benceno es del 1 al 5 % en masa, el contenido del monómero de di(met)acrilato que tiene de 3 o más a menos de 10 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes es del 1 al 50 % en masa, y el contenido del monómero de (met)acrilato monofuncional es del 1 al 9 % en masa.

10 El procedimiento de amasado se ha descrito anteriormente, y las relaciones de mezcla anteriores y tipos de monómeros solo son ejemplos preferidos para el procedimiento de amasado y también se pueden aplicar al procedimiento de laminación como cuestión de rutina.

Posteriormente se da una descripción de una composición curable fotocromática que es preferida para el procedimiento de laminación.

15 (relación de mezcla de componentes en el componente (A) preferidos para el procedimiento de laminación)

La relación de mezcla de los componentes usados en el procedimiento de laminación se puede determinar adecuadamente de acuerdo con el uso propuesto. El contenido del componente [A1] es del 5 al 50 % en masa, el contenido del componente [A2] es de más del 30 % en masa al 70 % en masa o menos, y el contenido del componente [A3] es del 1 % en masa o más a menos del 65 % en masa basándose en el 100 % en masa del componente anterior (A).

20 En la presente invención, el contenido del componente [A1] usado en el procedimiento de laminación es del 5 al 50 % en masa, más preferentemente del 5 al 45 % en masa, mucho más preferentemente del 10 al 30 % en masa basándose en el 100 % en masa del componente (A) desde el punto de vista de las propiedades fotocromáticas del laminado fotocromático obtenido y se suprime la mejora de la dureza de superficie mientras se agrieta en condiciones de alta temperatura y alta humedad. Cuando el contenido del componente [A1] es demasiado bajo y la dureza de superficie se vuelve alta, puede ser difícil suprimir la frecuencia de aparición de agrietamiento. Cuando el contenido del componente [A1] es demasiado alto, la dureza de superficie y la densidad óptica de color que es una de las propiedades fotocromáticas tienen a deteriorarse.

25 El contenido del componente [A2] usado en el procedimiento de laminación es de más del 30 % en masa al 70 % en masa o menos, más preferentemente más del 30 % en masa al 60 % en masa o menos, mucho más preferentemente del 35 al 50 % en masa basado en el 100 % en masa del componente (A) desde el punto de vista de la velocidad de desvanecimiento, densidad óptica de color y dureza de superficie del laminado fotocromático obtenido y la supresión de agrietamiento en condiciones de alta temperatura y alta humedad. Cuando el contenido del componente [A2] es demasiado bajo, la dureza de superficie tiende a degradarse. Cuando el contenido del componente [A2] es demasiado alto, el agrietamiento tiende a ocurrir en condiciones de alta temperatura y alta humedad. Dentro de la relación de mezcla anterior, la relación de masa del componente [A1] con respecto al componente [A2] ($[A1]/[A2]$) es preferentemente de 0,2 a 2,0 para obtener altas propiedades físicas.

30 El componente [A3] se mezcla para asegurar que el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] llegue a ser del 100 % en masa. Como se indica más específicamente, el contenido del componente [A3] es del 1 % en masa o más a menos del 65 % en masa, más preferentemente del 10 % en masa o más a menos del 65 % en masa, mucho más preferentemente del 20 al 50 % en masa. Cuando la relación de mezcla de los componentes [A1], [A2] y [A3] satisface el valor anterior, el laminado fotocromático obtenido produce un excelente efecto.

35 Para obtener un laminado fotocromático que tiene excelentes propiedades físicas, es preferida una combinación de los siguientes monómeros como el componente [A3]. Posteriormente se da una descripción de una combinación preferida y relación de mezcla del componente [A3] en el procedimiento de laminación el cual incluye la técnica de recubrimiento y la técnica de polimerización de dos etapas.

Tipo y relación de mezcla del componente [A3] preferido para el procedimiento de laminación

40 Cuando el componente [A3] se usa en la composición curable fotocromática que es preferida para el procedimiento de laminación, el componente anterior [A3c] está preferentemente contenido en el componente [A3] en una cantidad del 30 al 100 % en masa basándose en el 100 % en masa del componente [A3].

45 En el procedimiento de laminación, se prefiere usar el componente [A3c] que tiene una cadena de óxido de etileno relativamente larga y una cadena de óxido de propileno relativamente larga. Puesto que el volumen de un producto curado se puede hacer menor en el procedimiento de laminación que el del procedimiento de amasado, llega a ser pequeña una influencia tal como el encogimiento del producto curado por si solo en condiciones de alta temperatura y alta humedad. Mientras tanto, puesto que el producto curado fotocromático es laminado con un sustrato de lente de plástico hecho de un material diferente al del producto curado, el producto curado debe seguir la expansión térmica del sustrato y por consiguiente, debe tener alta resistencia a la tracción. Por lo tanto, en el procedimiento de laminación,

se prefiere que el producto curado obtenido sea capaz de usarse en condiciones de alta temperatura y alta humedad debido al componente [A1] y tenga resistencia mecánica debido al componente [A3c].

Como el componente [A3c] representado por la fórmula anterior (14), se prefiere particularmente 2,2-bis[4-metacriloxi(polietoxi)fenil]propano ($k+m=10$).

5 En el procedimiento de laminación, cuando el componente [A3] contiene otro componente diferente del componente [A3c], el siguiente componente se usa preferentemente como el otro componente [A3]. Los ejemplos de los mismos un monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11), un monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional, un monómero de di(met)acrilato que tiene de 4 o más a menos de 20 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes, un oligómero de poliéster, un monómero de silsesquioxano y un monómero de (met)acrilato monofuncional.

10 Como el monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11), se prefiere metacrilato de glicidilo.

15 Los ejemplos preferidos del monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional incluyen U-4HA (peso molecular de 596, 4 grupos funcionales), U-6HA (peso molecular de 1.019, 6 grupos funcionales), U-6LPA (peso molecular de 818, 6 grupos funcionales) y U-15HA (peso molecular de 2.300, 15 grupos funcionales).

20 Los ejemplos preferidos del monómero de di(met)acrilato que tiene 4 o más a menos de 20 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes incluyen dimetacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 330, dimetacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 536, dimetacrilato de politetrametilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 736, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 308, diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 508, y diacrilato de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 708.

25 Los ejemplos preferidos del oligómero de poliéster incluyen oligómeros de poliéster tetrafuncionales que tienen un peso molecular de 6.000 a 8.000 (tal como EB450 de Daicel-UCB Co., Ltd. (que tienen 4 grupos (met)acrílicos en una molécula)), y oligómeros de poliéster hexafuncionales que tienen un peso molecular de 45.000 a 55.000 (tal como EB1830 de Daicel-UCB Co., Ltd. (que tienen 6 grupos (met)acrílicos en una molécula)).

Los ejemplos preferidos del monómero de silsesquioxano incluyen compuestos de silsesquioxano que tienen un peso molecular de 3.000 a 7.000 y un grupo (met)acrílico, los cuales son mezclas que tienen estructuras tipo jaula, tipo escalera y aleatorias.

30 Los ejemplos preferidos del monómero de (met)acrilato monofuncional incluyen metacrilato de 2-isocianatoetilo, γ -metacriloxipropil trimetoxisilano y γ -metacriloxipropilmetil dimetoxisilano.

35 Especialmente cuando el contenido del componente [A3c] es del 30 al 99 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato que contiene grupo epoxi representado por la fórmula anterior (11) es del 1 al 70 % en masa, el contenido del monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional es del 0 al 30 % en masa, el contenido del monómero de di(met)acrilato que tiene 4 o más a menos de 20 cadenas de etilenglicol como unidades recurrentes es del 0 al 50 % en masa, el contenido del oligómero de poliéster es del 0 al 50 % en masa, el contenido del monómero de silsesquioxano es del 0 al 30 % en masa, y el contenido del monómero de (met)acrilato monofuncional es del 0 al 20 % en masa basado en el 100 % en masa del componente [A3], el laminado obtenido produce un efecto más excelente.

40 En la composición curable fotocromática preferida para el procedimiento de laminación que se ha descrito anteriormente, las relaciones de mezcla y tipos de monómeros anteriores solo son ejemplos preferidos para el procedimiento de laminación y también se pueden aplicar al procedimiento de amasado como cuestión de rutina.

(B) Compuesto fotocromático y cantidad del mismo

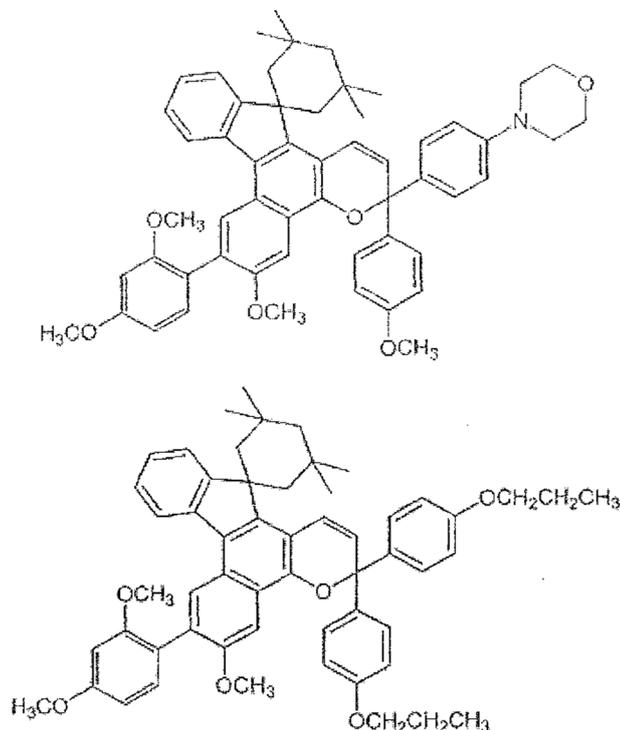
Posteriormente se da una descripción del compuesto fotocromático como el componente (B).

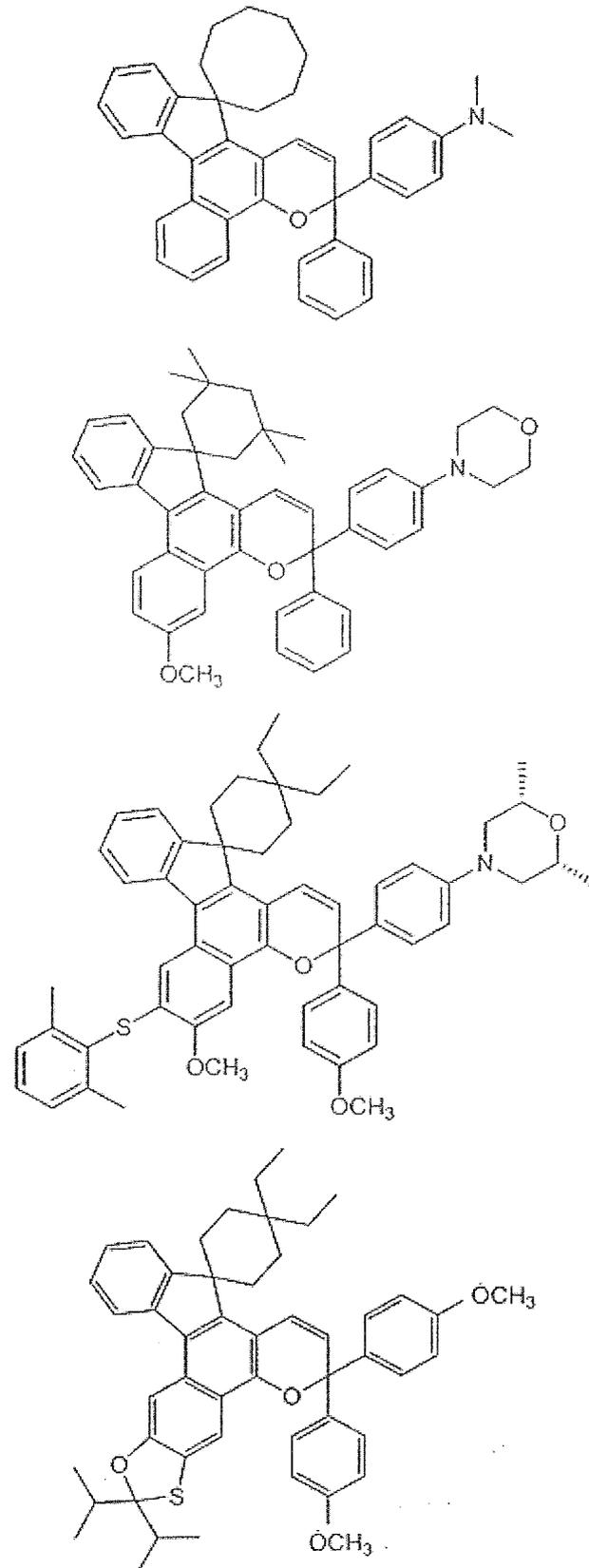
45 El compuesto fotocromático se usa en una cantidad que hace posible la adquisición de propiedades fotocromáticas deseadas. Se usa en una cantidad de 0,0001 a 10 partes en masa basado en 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables anteriores (conteniendo el componente (A) de monómero (met)acrílico polimerizable los componentes [A1], [A2] y [A3]). Particularmente, la composición curable fotocromática de la presente invención se usa preferentemente para la lente de plástico (producto curado fotocromático) del procedimiento de amasado y la lente de plástico del procedimiento de laminación que es manufacturada por la técnica de recubrimiento o polimerización de dos etapas. Cuando se usa para la lente de plástico (producto curado fotocromático) del procedimiento de amasado, su cantidad es más preferentemente de 0,001 a 2 partes en masa, mucho más preferentemente de 0,001 a 1 parte en masa basado en 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables anteriores. Cuando se usa para la lente de plástico (laminado fotocromático) del procedimiento de laminación, su cantidad es más preferentemente de 0,01 a 7 partes en masa, mucho más preferentemente de 0,05 a 5 partes en masa basado en 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables anteriores.

Un compuesto que presenta una función fotocromática se puede usar como el compuesto fotocromático. Los compuestos fotocromáticos tales como compuestos de fulgida, compuestos de cromeno y compuestos de espirooxazina se conocen bien y se pueden usar en la presente invención sin restricción. Se pueden usar en solitario o en combinación de dos o más. Los compuestos de fulgida, compuestos de cromeno y compuestos de espirooxazina anteriores se divulgan en, por ejemplo, los documentos JP-A 2-28154, JP-A 62-288830, WO94/22850 y WO96/14596.

Los compuestos que se descubrieron recientemente por los inventores de la presente invención como compuestos que tienen excelentes propiedades fotocromáticas se divulgan en, por ejemplo, JP-A 2001-114775, JP-A 2001-031670, JP-A 2001-011067, JP-A 2001-011066, JP-A 2000-347346, JP-A 2000-344762, JP-A 2000-344761, JP-A 2000-327676, JP-A 2000-327675, JP-A 2000-256347, JP-A 2000-229976, JP-A 2000-229975, JP-A 2000-229974, JP-A 2000-229973, JP-A 2000-229972, JP-A 2000-219687, JP-A 2000-219686, JP-A 2000-219685, JP-A 11-322739, JP-A 11-286484, JP-A 11-279171, JP-A 10-298176, JP-A 09-218301, JP-A 09-124645, JP-A 08-295690, JP-A 08-176139, JP-A 08-157467, Patente de Estados Unidos N.º 5645767, Patente de Estados Unidos N.º 5658501, Patente de Estados Unidos N.º 5961892, Patente de Estados Unidos N.º 6296785, Patente Japonesa N.º 4424981, Patente Japonesa N.º 4424962, WO2009/136668, WO2008/023828, Patente Japonesa N.º 4369754, Patente Japonesa N.º 4301621, Patente Japonesa N.º 4256985, WO2007/086532, JP-A 2009-120536, JP-A 2009-67754, JP-A 2009-67680, JP-A 2009-57300, Patente Japonesa N.º 4195615, Patente Japonesa N.º 4158881, Patente Japonesa N.º 4157245, Patente Japonesa N.º 4157239, Patente Japonesa N.º 4157227, Patente Japonesa N.º 4118458, JP-A 2008-74832, Patente Japonesa N.º 3982770, Patente Japonesa N.º 3801386, WO2005/028465, WO2003/042203, JP-A 2005-289812, JP-A 2005-289870, JP-A 2005-112772, Patente Japonesa N.º 3522189, WO2002/090342, Patente Japonesa N.º 3471073, JP-A 2003-277381, WO2001/060811, WO2000/071544, WO2005/028465, WO2011/16582, WO2011/034202, WO2012/121414 y WO2013/042800.

De estos compuestos fotocromáticos, uno o más compuestos de cromeno que tienen un esqueleto de indeno(2,1-f)nafto(1,2-b)pirano se usan preferentemente desde el punto de vista de las propiedades fotocromáticas tales como la densidad óptica de color, coloración inicial, durabilidad y velocidad de desvanecimiento. De estos compuestos de cromeno, son preferidos los compuestos que tienen un peso molecular de 540 o más ya que particularmente tienen excelente densidad óptica de color y velocidad de desvanecimiento. Los ejemplos de los mismos se dan a continuación.





5 La composición fotocromática curable de la presente invención puede comprender un monómero polimerizable que tiene un grupo polimerizable diferente del grupo (met)acrilato (componente (C)) además del componente anterior (A) y el componente anterior (B). Se proporciona posteriormente una descripción de este componente (C).

(C) Monómero polimerizable que tiene un grupo polimerizable diferente del grupo (met)acrilato (componente (C)) y

cantidad del mismo

El monómero polimerizable que tiene un grupo polimerizable diferente de un grupo (met)acrilato (componente (C)) es un monómero polimerizable que no contiene grupo (met)acrilato. Los ejemplos de los mismos incluyen monómeros de vinilo y monómeros de alilo.

- 5 Aunque los compuestos conocidos pueden usarse como los monómeros de vinilo sin restricción, un compuesto el cual sirve como un agente de control de polimerización se usa preferentemente con el fin de mejorar la moldeabilidad de la composición fotocromática curable. Los monómeros de vinilo incluyen α -metilestireno y dímero α -metilestireno, y se prefiere particularmente una combinación de α -metil-estireno y dímero de α -metilestireno.

- 10 Aunque los compuestos conocidos pueden usarse como los monómeros de alilo sin restricción, un compuesto que sirve como un agente de transferencia de cadena se añade preferentemente con el fin de mejorar las propiedades fotocromáticas (densidad óptica de color, velocidad de desvanecimiento) de la composición fotocromática curable. Los monómeros de alilo incluyen aliléter de metoxipoli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 550, aliléter de metoxipoli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 350, aliléter de metoxipoli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 1.500, aliléter de poli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 450, metoxi poli(etilenglicol)-aliléter de poli(propilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 750, butoxi poli(etilenglicol)-aliléter de poli(propilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 1.600, metacriloxi poli(etilenglicol)-aliléter de poli(propilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 560, aliléter de fenoxipoli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 600, aliléter de metacriloxi poli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 430, aliléter de acriloxi poli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 420, aliléter de viniloxi poli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 560, aliléter de estiriloxi poli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 650, y alilitioéter de metoxi poli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 730. En la presente invención, aliléter de metoxipoli(etilenglicol) que tiene un peso molecular promedio de 550 es particularmente preferido.

- 20 La cantidad del componente (C) es preferentemente de 0,1 a 20 partes en masa, mucho más preferentemente de 2 a 12 partes en masa basándose en 100 partes en masa del componente de (met)acrilato polimerizable anterior (A). Los componentes anteriores (C) pueden usarse en solitario o en combinación de dos o más.

La composición fotocromática curable de la presente invención puede comprender diversos agentes de composición siempre que el efecto de la presente invención no se altere. Se proporciona posteriormente una descripción de los agentes de composición.

Composición curable fotocromática y otros agentes de composición

- 30 La composición fotocromática curable de la presente invención puede prepararse mezclando en conjunto el componente anterior (A), el componente (B) y el componente opcional (C). La composición fotocromática curable puede mezclarse con estabilizadores tales como el agente de liberación, absorbente ultravioleta, absorbente infrarrojo, estabilizador ultravioleta, antioxidante, inhibidor colorante, agente antiestático, tinte fluorescente, tinte, pigmento y agente saporífero, aditivos y agente de control de polimerización según se requiera.

- 35 Especialmente cuando se usa un absorbente ultravioleta, la durabilidad del compuesto fotocromático puede mejorarse adicionalmente de forma ventajosa. Como estabilizador ultravioleta, se usan preferentemente un estabilizador óptico de amina impedida, un antioxidante de fenol impedido y un antioxidante a base de azufre. Los ejemplos preferidos de los mismos incluyen bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)sebacato, ADK STAB LA-52, LA-57, LA-62, LA-63, LA-67, LA-77, LA-82 y LA-87 de ADEKA Corporation, 2,6-di-t-butil-4-metil-fenol, 2,6-etilenbis(oxietileno)bis[3-(5-t-butil-4-hidroxi-m-tolil)propionato], e IRGANOX 1010, 1035, 1075, 1098, 1135, 1141, 1222, 1330, 1425, 1520, 259, 3114, 3790, 5057 y 565 de CIBA SPECIALTY CHEMICALS INC. La cantidad de este estabilizador ultravioleta no está particularmente limitado sino preferentemente de 0,001 a 10 partes en masa, más preferentemente de 0,01 a 1 parte en masa basándose en 100 partes en masa del componente (A). Particularmente cuando se usa un estabilizador óptico de amina impedida, si es también grande en cantidad, existe una diferencia en el efecto de mejora de la durabilidad entre los compuestos, de este modo, puede tener lugar un cambio de color del color desarrollado. Por lo tanto, la cantidad del estabilizador óptico de amina impedida es preferentemente de 0,5 a 30 moles, más preferentemente de 1 a 20 moles, mucho más preferentemente de 2 a 15 moles basándose en 1 mol del compuesto fotocromático anterior.

Un tiol tal como t-dodecilmercaptano puede añadirse como un agente de control de polimerización.

- 50 Procedimientos de producción de producto curado fotocromático (procedimiento de amasado) y laminado (procedimiento de laminación), e iniciador de polimerización

- Un proceso de polimerización para obtener un producto curado o laminado a partir de la composición fotocromática curable no está particularmente limitado, y puede emplearse un proceso de polimerización de radical conocido. Como medios de inicio de polimerización, puede usarse la irradiación de calor, rayos ultravioleta (rayos-UV), rayos α , rayos β o rayos γ , o ambos de los ellos. En este punto, un radical iniciador de polimerización tal como el iniciador de polimerización térmico o iniciador de polimerización óptico descrito anteriormente se mezcla preferentemente con la composición fotocromática curable de la presente invención.

En la presente invención, cuando se usa el iniciador de polimerización anterior, la cantidad del iniciador de polimerización es preferentemente de 0,001 a 10 partes en masa, más preferentemente de 0,01 a 5 partes en masa basándose en 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables.

5 Los ejemplos típicos del iniciador de polimerización incluyen iniciadores de polimerización térmica tales como peróxidos de diacilo incluyendo peróxido de benzoílo, peróxido de p-clorobenzoílo, peróxido de decanoílo, peróxido de lauroílo y peróxido de acetilo; peroxi ésteres incluyendo hexanoato de t-butilperoxi-2-etilo, peroxineodecanoato de t-butilo, peroxineodecanoato de cumilo y peroxibenzoato de t-butilo; percarbonatos que incluyen peroxidicarbonato de diisopropilo y peroxidicarbonato de di-sec-butilo; y compuestos azo tales como azobisisobutironitrilo.

10 Cuando la composición fotocromática curable de la presente invención es térmicamente polimerizada, la temperatura de las condiciones de polimerización tiene una influencia en las propiedades del producto curado fotocromático o laminado obtenido. Aunque la temperatura no está limitada incondicionalmente debido a que estas condiciones de temperatura son influenciadas por el tipo y cantidad del iniciador de polimerización térmico y los tipos de monómeros, se realiza preferentemente la denominada "polimerización cónica" ya que esa polimerización se inicia a una temperatura relativamente baja, la temperatura se eleva gradualmente, y la composición fotocromática curable se cura a una alta temperatura al final de la polimerización. Dado que el tiempo de polimerización difiere de acuerdo con diversos factores como la temperatura, se prefiere determinar el tiempo óptimo de acuerdo con estas condiciones por adelantado. Las condiciones se seleccionan preferentemente para asegurar que la polimerización se completa en 2 hasta 24 horas.

20 Los ejemplos del iniciador de polimerización óptico incluyen compuestos a base de acetofenona tales como 1-fenil-2-hidroxi-2-metilpropan-1-ona, 1-hidroxiciclohexilfenil cetona y 1-(4-isopropilfenil)-2-hidroxi-2-metilpropan-1-ona; compuestos a base de α -dicarbonilo, tales como 1,2-difeniletanodiona y glicoxilato de metilfenilo; y compuestos a base de acilfosfina tales como óxido de 2,6-dimetilbenzoil difenilfosfina, óxido de 2,4,6-trimetilbenzoil difenilfosfina, éster metílico del ácido 2,4,6-trimetilbenzoil difenilfosfínico, óxido de 2,6-diclorobenzoil difenilfosfina y óxido de 2,6-dimetoxibenzoil difenilfosfina. Estos iniciadores de polimerización pueden ser usados en solitario o en combinación de dos o más. Un iniciador de polimerización térmico y un iniciador de polimerización óptico pueden usarse en combinación. Cuando se usa un iniciador de polimerización óptico, puede usarse un acelerador de polimerización conocido tal como una amina terciaria. Cuando el procedimiento de amasado y la técnica de polimerización de dos etapas del procedimiento de laminación se emplean, se usa preferentemente un iniciador de polimerización térmico. Cuando se emplea la técnica de recubrimiento del procedimiento de laminación, se usa preferentemente un iniciador de polimerización óptico.

30 Cuando la composición fotocromática curable de la presente invención se polimeriza ópticamente, la intensidad UV de las condiciones de polimerización tienen una influencia en las propiedades del producto curado fotocromático o laminado obtenido. Dado que esta condición de iluminancia no puede ser limitada incondicionalmente ya que es influenciada por el tipo y cantidad del iniciador de polimerización óptico y los tipos de monómeros, las condiciones se seleccionan preferentemente para asegurar que de 50 a 500 mW/cm² de luz UV que tiene una longitud de onda de 365 nm se irradia durante 0,5 a 5 minutos.

35 Se proporciona posteriormente una descripción de los ejemplos del procedimiento de amasado y el procedimiento de laminación.

Procedimiento de amasado

40 Un ejemplo típico del proceso de polimerización para fabricar un producto curado fotocromático es una polimerización de fundición en la que la composición fotocromática curable de la presente invención preparada mezclando un iniciador de polimerización térmico se inyecta en un espacio entre los moldes de vidrio mantenidos por una junta de elastómero o un espaciador a polimerizar y se cura en un horno de aire y el producto curado obtenido se toma del molde. Cuando se usa un iniciador de polimerización óptico, se lleva a cabo irradiación UV para cada uno de los moldes, y después el producto curado se toma de los moldes.

Procedimiento de laminación

Técnica de recubrimiento

50 Para fabricar un laminado fotocromático por la técnica de recubrimiento, la composición fotocromática curable de la presente invención preparada mezclando un iniciador de polimerización óptico se aplica a una lente de plástico por recubrimiento giratorio, colocada en un gas inerte tal como nitrógeno y después irradiada con rayos-UV para obtener un laminado fabricado por la técnica de recubrimiento.

Técnica de polimerización de dos etapas

55 Para fabricar un laminado fotocromático por la técnica de polimerización de dos etapas, un sustrato de lente de plástico se usa como uno de los moldes de vidrio en el procedimiento de amasado anterior, y el otro molde de vidrio y el sustrato de la lente de plástico se espacian entre sí. La composición fotocromática curable se inyecta en este espacio de la misma manera que en el procedimiento de amasado anterior para realizar la misma operación.

Cuando el laminado fotocromático anterior se fabrica, para mejorar la adhesión del laminado obtenido, la superficie del sustrato de las lentes de plástico en uso puede ser sometida a un tratamiento químico con una solución álcali o solución de ácido, o un tratamiento físico tal como descarga de corona, descarga de plasma o pulido, y además puede formarse una capa de adhesión en el laminado.

5 Propiedades características del producto curado fotocromático o laminado, y post-tratamiento

En el producto curado fotocromático o laminado obtenido polimerizando la composición fotocromática curable de la presente invención de acuerdo con el procedimiento anterior, puede suprimirse un defecto de apariencia tal como una fisura incluso en condiciones de alta temperatura y alta humedad, y se puede obtener una lente de plástico fotocromática que tiene excelentes propiedades fotocromáticas. En el laminado fotocromático, un defecto de apariencia, tal como una fisura producida durante el moldeado puede suprimirse, y se puede proporcionar excelente dureza de superficie.

Además, el producto curado fotocromático o laminado obtenido por el procedimiento anterior puede ser sometido al siguiente tratamiento de acuerdo con el fin. Es decir, puede teñirse con un tinte tal como un tinte disperso y someterse a un tratamiento anti-reflexión tal como la aplicación de un agente de acoplamiento de silano o un agente de recubrimiento duro que comprende silicio, circonio, antimonio, aluminio, estaño o sol tungsteno como el componente principal, la deposición de una película fina de un óxido de metal tal como SiO_2 , TiO_2 o ZrO_2 , o la formación de una película fina de un polímero orgánico por recubrimiento, un tratamiento antiestático y un tratamiento secundario.

Ejemplos

Se proporcionan los siguientes ejemplos para el fin de ilustración adicional de la presente invención pero no deben tomarse de ningún modo como limitantes.

Los compuestos usados en los Ejemplos se proporcionan a continuación. El procedimiento de producción del componente [A1] se describe a continuación en el presente documento.

Ejemplo de Producción

Producción del componente [A1]

25 (procedimiento de producción del monómero M-1)

Se añadieron 108 g (2,5 moles) de ácido acrílico, 300 g de benceno, 11 g (0,06 mol) de ácido p-toluenosulfónico y 0,3 g (700 ppm (basado en diol de policarbonato)) de p-metoxifenol a 300 g (0,6 moles) de un diol de policarbonato (peso molecular promedio en peso de 500) obtenido fosfogenando hexametilenglicol (50 % en moles) y pentametilenglicol (50 % en moles) para realizar una reacción a reflujo. El agua producida por la reacción se sometió a ebullición azeotrópicamente con un disolvente y se eliminó del sistema por un separador, y el disolvente se devolvió a un recipiente de reacción. La velocidad de conversión de la reacción se confirmó con la cantidad de agua eliminada a partir del sistema de reacción, y la reacción se terminó cuando se confirmó que se eliminaron 21,6 g de agua del sistema de reacción. Después que el producto de reacción se disolviera en 600 g de benceno y se neutralizase con el 5 % de hidrogenocarbonato sódico, se lavó con 300 g de agua salada al 20 % 5 veces para obtener 210 g de un líquido transparente.

Las composiciones y relaciones de mezcla se muestran en la Tabla 1.

(Procedimiento de producción de los monómeros M-2 a M-6)

El procedimiento de producción de los monómeros M-2 a M-6 como el componente [A1] fue el mismo como el procedimiento de producción del monómero M-1, excepto que se usaron diol de policarbonato y ácido (met)acrílico y la cantidad de agua eliminada del sistema de reacción se muestra en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1

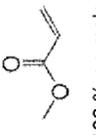
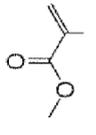
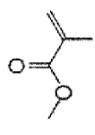
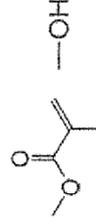
	Diol policarbonato		Acido (met)acrilico	cantidad de agua (% en moles)	Componente [A1]				
	AA'	a			R ¹	R ²	A,A'	a	
M-1	$\text{HO} \left[\text{A} - \text{O} - \text{O} - \text{C}(\text{O}) - \text{O} \right]_a \text{A}' - \text{OH}$	3	Ácido acrílico	200	H	R^2  100 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$ 50 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_5$ 50 % en moles	3
M-2	$\left(\text{CH}_2 \right)_4$ 50 % en moles	5	Ácido metacrilico	200	CH3	R^2  100 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_4$ 50 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_3$ 50 % en moles	5
M-3	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$	3	Ácido metacrilico	200	CH3	R^2  100 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$	3
M-4	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$ 50 % en moles	3	Ácido metacrilico	170	CH3	R^2  70 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$ 50 % en moles	$\left(\text{CH}_2 \right)_5$ 50 % en moles	3

Tabla 2

Diol policarbonato		Cantidad de agua (% en moles)	Ácido (met)acrílico	Componente [A1]		
	a			R ¹	R ²	A,A'
M-5	$\text{HO}-\left[\text{A}-\text{O}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{A}' \right]_a-\text{OH}$	200	Ácido acrílico	H	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$ y $\left(\text{CH}_2 \right)_5$ 50 % en moles 50 % en moles	8
M-6	$\text{HO}-\left[\text{A}-\text{O}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{A}' \right]_a-\text{OH}$	200	Ácido acrílico	H	$\left(\text{CH}_2 \right)_6$ y $\left(\text{CH}_2 \right)_5$ 100 % en moles 100 % en moles	3

Componente [A2]

TMPT: trimetacrilato de trimetilolpropano
 D-TMPT: tetrametacrilato de ditrimetilolpropano
 A-TMMT: tetraacrilato de tetrametilolmetano

5 Componente [A3]

Componente [A3a]

APG200: diacrilato de tripropilenglicol
 3PG: dimetacrilato de tripropilenglicol
 4PG: dimetacrilato de tetrapropilenglicol

10 Componente [A3b]

BPE100: 2,2-bis[4-(metacriloxietoxi)fenil]propano (longitud de cadena promedio de cadenas de etilenglicol de 2.6, peso molecular promedio de 478)

Componente [A3c]

15 BPE500: 2,2-bis[4-(metacriloxipolietoxi)fenil]propano (longitud de cadena promedio de cadenas de etilenglicol de 10, peso molecular promedio de 804)

Otro componente [A3]

A200: diacrilato de tetraetilenglicol

A400: diacrilato de polietilenglicol (longitud de cadena promedio de cadenas de etilenglicol de 9, peso molecular promedio de 508)

20 APG400: diacrilato de polipropilenglicol (longitud de cadena promedio de cadenas de propilenglicol 7, peso molecular promedio de 536)

M90G: Metacrilato "M90G" monofuncional (metacrilato de metoxi polietilenglicol) de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.

4G: dimetacrilato de tetraetilenglicol

25 3G: dimetacrilato de trietilenglicol

9G: dimetacrilato de polietilenglicol (longitud de cadena promedio de cadenas de etilenglicol de 9, peso molecular promedio de 536)

14G: dimetacrilato de polietilenglicol (longitud de cadena promedio de cadenas de etilenglicol de 14, peso molecular promedio de 736)

30 U2PPA: metacrilato de uretano bifuncional "U-2PPA" (equivalente acrílico de 240, peso molecular de 482) de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.

EB4858: metacrilato de uretano bifuncional (equivalente acrílico de 227) de Daicel-UCB Co., Ltd. U4HA: acrilato de uretano tetrafuncional "U-4HA" (peso molecular de 596) de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.

GMA: metacrilato de glicidilo

35 MAPEG: metacrilato de polietilenglicol (peso molecular promedio de 526)

MA1: γ -metacriloxipropil trimetoxisilano

MA2: metacrilato de 2-isocianatoetilo

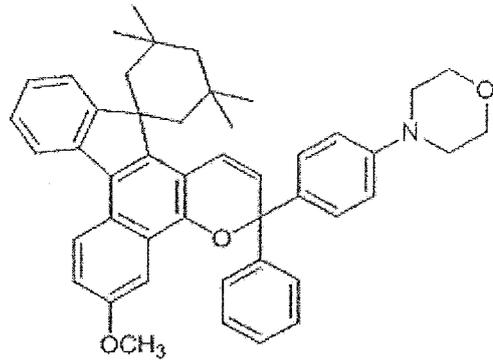
PMS1: monómero de silsesquioxano

<Síntesis de PMS1>

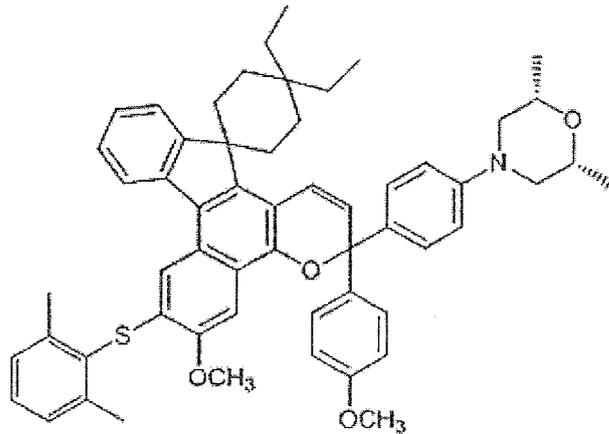
40 Se añadieron 248 ml de etanol y 54 g (3,0 moles) de agua a 248 g (1,0 mol) de metacrilato de 3-trimetoxisililpropilo, y se añadieron 0,20 g (0,005 moles) de hidróxido sódico como catalizador a la mezcla para realizar una reacción a 30 °C durante 3 horas. Después de confirmar que las materias primas habían desaparecido el producto de reacción se neutralizó con ácido clorhídrico diluido, y se añadieron 174 ml de tolueno, 174 ml de heptano y 174 g de agua para eliminar la capa de agua. Posteriormente, una capa orgánica se aclaró hasta que la capa de agua llegó a ser neutral, y se obtuvo un monómero de silsesquioxano (PMS1) concentrando el disolvente. Se confirmó por RMN 1H que las materias primas se consumieron completamente. Además, se confirmó por RMN 29Si que el producto obtenido era una mezcla con estructuras de tipo jaula, tipo escalera y aleatorias.

45 Cuando el peso molecular del monómero de silsesquioxano (PMS1) se midió por cromatografía de permeación en gel (GPC), el peso molecular promedio en peso fue de 4.800.

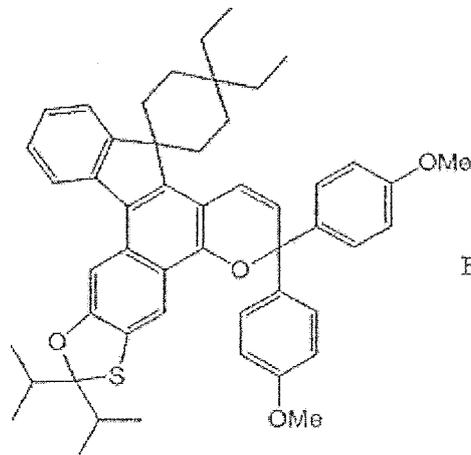
50 Componente fotocromático (C)



PC1



PC2



PC3

Componente (C)

- 5 MPEAE: aliléter de metoxipolietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 550
 α -MS: α -metilestireno
 MSD: dímero de α -metilestireno
 Otros agentes de composición (aditivos)
 Estabilizador
- 10 HALS: bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)sebacato (peso molecular de 508)
 HP:
 etilenbis(oxietilen)bis[3-(5-*terc*-butil-4-hidroxi-*m*-tolil)propionato] (Irganox245 de CIBA SPECIALTY CHEMICALS INC.)
 Iniciador de polimerización térmico
 ND: peroxineodecanoato de *t*-butilo (nombre comercial: Perbutyl ND, fabricado por NOF Corporation)
- 15 O: peroxi-2-etilhexanoato de 1,1,3,3-tetrametilbutilo (nombre comercial: Perocta O, fabricado por NOF Corporation)
 Iniciador de polimerización óptico
 PI: óxido de fenilbis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fosfina
 (nombre comercial: Irgacure819, fabricado por BASF)

Ejemplo 1 (procedimiento de amasado)

16 partes en masa de M-1 como el componente [A1], 10 partes en masa de TMPT como el componente [A2], 43 partes en masa de 3PGX, 25 partes en masa de EB4858, 5 partes en masa de M90G y 1 parte en masa de metacrilato de glicidilo como el componente [A3], 0,5 partes en masa de α MS y 1,5 partes en masa de MSD como el componente (C), 0,1 partes en masa de HALS como estabilizador que es otro agente de composición (aditivo), 0,03 partes en masa de PC1, 0,01 partes en masa de PC2 y 0,03 partes en masa de PC3 como el componente (B), y 1 parte en masa de perbutyl ND y 0,1 partes en masa de perocta O como iniciadores de la polimerización se mezclaron por completo juntos. La cantidad de estos componentes se muestra en la Tabla 3.

La solución mezclada obtenida (composición curable fotocromática) se inyectó en un molde compuesto de una lámina de vidrio y una junta elaborada de un copolímero de etileno-acetato de vinilo para polimerizar sustancialmente todas las cantidades de los monómeros polimerizables por polimerización en fusión. La polimerización se realizó en un horno de aire elevando gradualmente la temperatura de 30 °C a 90 °C durante 18 horas y manteniendo la temperatura a 90 °C durante 2 horas. Después del final de la polimerización, el producto curado fotocromático se tomó del molde de vidrio (se fabricó el producto curado fotocromático que tenía un diámetro de 8 cm). Se fabricaron 30 productos curados fotocromáticos de acuerdo con este procedimiento.

Los productos curados fotocromáticos obtenidos (espesor de 2 mm) se usaron como especímenes y se irradiaron con luz que tenía una intensidad de haz a 365 nm de 2.4 mW/cm² sobre la superficie del polímero y a 245 nm a 24 μ W/cm² de la lámpara de xenón L-2480 (300 W) SHL-100 de Hamamatsu Photonics K.K. a través de un filtro de aero-masa (de Corning Incorporated) a 20 °C \pm 1 °C durante 120 segundos para desarrollar color para así medir las propiedades fotocromáticas de los productos curados anteriores. Las propiedades fotocromáticas, coeficiente de absorción de agua, las propiedades en condiciones de alta temperatura y alta humedad, la resistencia mecánica y la moldeabilidad de cada uno de los productos curados fotocromáticos anteriores se evaluaron por los siguientes procedimientos y se muestran en la Tabla 6. Se hicieron las siguientes evaluaciones en 10 productos fotocromáticos curados y se representan por valores promedio.

1) Longitud de onda de absorción máxima ($\lambda_{\text{máx}}$): la longitud de onda de absorción máxima después del desarrollo del color se obtiene por el espectrofotómetro (fotodetector multi-canal instantáneo MCPD1000) de Otsuka Electronics Co., Ltd. La longitud de onda de absorción máxima se conecta con el color en el momento del desarrollo del color.

2) Densidad óptica de color $\{\epsilon(120) - \epsilon(0)\}$: diferencia entre la absorbancia $\{\epsilon(120)\}$ después de 120 segundos de irradiación a la longitud de onda de absorción máxima anterior y la absorbancia anterior $\epsilon(0)$. Se puede decir que como este valor llega a ser mayor, las propiedades fotocromáticas llegan a ser más excelentes. El color el cual se desarrolló exteriormente se evaluó visualmente.

3) Velocidad de desvanecimiento $[t_{1/2}(s)]$: tiempo transcurrido hasta que la absorbancia en la longitud de onda máxima anterior del espécimen cae hasta 1/2 de $\{\epsilon(120) - \epsilon(0)\}$ cuando la irradiación se continúa durante 120 segundos y después se detiene. Se puede decir que como el tiempo llega a ser más corto, las propiedades fotocromáticas llegan a ser más excelentes.

4) Coeficiente de absorción de agua (%): El peso (M1) del producto curado fotocromático se midió después de que se secó en un horno a 110 °C durante 12 horas para eliminar el agua del mismo y después el peso (M2) del mismo se midió después de sumergirse en agua destilada a 40 °C durante 7 días para obtener un aumento en el peso del producto curado fotocromático. El coeficiente de absorción de agua (%) se obtuvo por la siguiente fórmula.

$$\{(M2-M1)/M1 \times 100\}$$

5) Prueba de fisura: Se realizó una prueba de fisura observando visualmente las superficies de 10 productos fotocromáticos curados los cuales se sumergieron en agua destilada a 40 °C durante 7 días en la medición anterior del coeficiente de absorción de agua y se secaron en un horno a 110 °C durante 2 horas. El procedimiento de evaluación es para contar el número de productos fotocromáticos curados fisurados de 10 productos fotocromáticos curados.

6) Dureza Rockwell a escala-L (HL): Después que los productos curados anteriores se mantuvieron en una sala a 25 °C durante un día, la dureza Rockwell a escala-L de cada uno de ellos se midió con el medidor de dureza Rockwell (modelo: AR-10) de Akashi Co., Ltd.

7) Resistencia a la tracción (kgf): Un espécimen de ensayo de tipo disco que tiene un espesor de 2 mm y un diámetro de 5 cm se moldeó a partir del producto curado obtenido, se formaron dos orificios que tenían un diámetro de 2 mm por perforación en el espécimen de ensayo de tipo disco en posiciones de 4 mm a partir de la circunferencia del espécimen como los puntos centrales del mismo en la misma línea como el diámetro del espécimen, se insertaron varillas de acero inoxidable que tenían un diámetro de 1,6 mm en los dos orificios respectivos, y se fijaron a los mandriles superior e inferior de un probador de tracción mientras penetraban el espécimen para realizar una prueba de tracción a una velocidad de 5 mm/min para medir así la resistencia a la tracción del espécimen. Cuando se evaluó la resistencia a la tracción con CR-39 típicos usados para lentes de gafas, es de 18 kgf. Cuando es menos de 12 kgf, el espécimen tiene un problema con la resistencia como lentes de gafas.

8) Índice de refracción: El índice de refracción se midió a 20 °C con el refractómetro de Atago Mfg. Co., Ltd. Se usó bromonaftaleno o yoduro de metileno como una solución de contacto para medir el índice de refracción en un rayo D.

9) Moldeabilidad: La distorsión óptica del producto curado fotocromático moldeado se observó visualmente bajo

nicoles cruzados. Ésta se evaluó basándose en los siguientes criterios.

- 5 1: no se observó distorsión óptica en 10 productos fotocromáticos curados
 2: como un promedio de 10 productos fotocromáticos curados, la distorsión óptica se observa ligeramente en una porción de 1 cm o menos a partir del final
 3: como un promedio de 10 productos fotocromáticos curados, la distorsión óptica se observa en una porción de más de 1 cm hasta 3 cm o menos a partir del final.
 4: Se observó distorsión óptica sobre las superficies completas de 10 productos fotocromáticos curados
- 10 10) Turbidez (dispersabilidad de monómeros): La turbidez de cada uno de los productos fotocromáticos curados moldeados se evaluó visualmente bajo nicoles cruzados. Ésta se evaluó basándose en los siguientes criterios.
 1: Sin turbidez
 2: Ligeramente turbio aunque no tuvo problemas como producto
 3: Turbio y no puede ser usado como un producto

Ejemplos 2 a 16, Ejemplos Comparativos 1 a 8 (procedimiento de amasado)

15 Se fabricaron productos fotocromáticos curados y se evaluaron de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se usaron las composiciones fotocromáticas curables mostradas en la Tabla 3 (Ejemplos 2 a 8), la Tabla 4 (Ejemplos 9 a 16) y Tabla 5 (Ejemplos Comparativos). Los resultados se muestran en la Tabla 6 (Ejemplos) y Tabla 7 (Ejemplos Comparativos).

Tabla 3

Ejemplo	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
1	M-1 (16)	TMPT (10)	3PG(43) /EB4858(25) /M90G(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) O (0, 1)
2	M-2 (20)	TMPT (7)	4PG(48) /U2PPA(20) /A400(8) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) O (0, 1)
3	M-3 (5)	D-TMPT (18)	3PG(35) /EB4858(25) /A200(11) /M90G(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(0.5) /MSD(1.5)	HALS (0, 1)	ND(1) O (0, 1)
4	M-4 (10)	A-TMMT (10)	BPE-100(28)/ 4G(35)/BPE- 500(5)/APG400(6) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(5) /MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1)
5	M-1 (35)	TMPT (15)	BPE-100(28)/ 4G(35)/BPE- 500(5)/M90G (6)/GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(5) /MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1) O (0, 1)
6	M-2 (15)	D-TMPT (10)	3PG(43) /EB4858(30) /M90G(4) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(0.5) /MSD(1.5)	HALS (0, 1)	ND(1) O (0, 1)
7	M-2 (31)	TMPT (5)	3PG(34) /EB4858(20)/ 4G(5)/A400 (5)/GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) O (0,1)

ES 2 728 334 T3

(continuación)

Ejemplo	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
8	M-4 (20)	TMPT (15)	3PG(39) /EB4858(25) /M90G(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(0.5) /MSD(1.5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)

Tabla 4

Ejemplo	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
9	M-1 (10)	TMPT (4)	BPE-100(30)/ 4G(40)/BPE- 500(5)/GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(2)/ αMS(6) /MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1)
10	M-1 (16)	TMPT (10)	3PG(43) /EB4858(25) /M90G(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(5)/ αMS(8) /MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
11	M-5 (7)	TMPT (10)	BPE-100(29)/ 4G(35)/BPE- 500(5)/M90G (2)/GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(2)/ αMS(5) /MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1)
12	M-6 (14)	TMPT (11)	3PG(43) /U2PPA(20) /A200(11) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
13	M-3 (12)	TMPT (22)	3PG(43) /EB4858(20) /M90G(3) /GMA(2)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
14	M-4 (15)	TMPT (13)	3PG(38) /EB4858(25)/ 4G(5)/A400(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(2)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
15	M-1 (4)	TMPT (10)	3PG(43) /EB4858(25) /M90G(1) /A200(16) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
16	M-1 (55)	TMPT (10)	3PG(20) /EB4858(10) /M90G(4) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(0.5) /MSD(1.5)	HALS (0,1)	ND(1) 0 (0, 1)

Tabla 5

Ejemplo comparativo	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
1	-	TMPT (10)	3PG(49) /EB4858(25) /A400(15) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
2	-	TMPT (30)	9PC(30)/4G (20)/3G(5) /GMA(15)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	-	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)

ES 2 728 334 T3

(continuación)

Ejemplo comparativo	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
3	-	TMPT (5)	MAPEG(5)/ 4G(77)/GMA (7)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(5) /MSD(1)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
4	-	TMPT (8)	BPE-100 (49)/4G(32) /A200(5) /BPE-500(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(9) /MSD(2)	HALS (0, 1)	ND(1)
5	-	TMPT (5)	BPE-100 (17)/3PG (55)/A200(5) /GMA(10)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(7) /MSD(1)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
6	-	TMPT (5)	3PG(54) /BPE-100 (18)/A400(5) /GMA(10)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	αMS(7) /MSD(1)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
7	M-1 (16)	-	3PG(49) /EB4858(25) /A400(9) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,04)	αMS(0.5) /MSD(1.5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)
8	-	TMPT (10)	3PG(43) /EB4858(25) /A400(16) /M90G(5) /GMA(1)	PC1(0,03) /PC2(0,01) /PC3(0,03)	MPEAE(1)/ αMS(0.5) /MSD(1,5)	HALS (0, 1)	ND(1) 0 (0, 1)

Tabla 6

Ejemplo	Longitud de onda absorción máxima (λmáx)	Densidad óptica de color	Velocidad de desvanecimiento (s)	Dureza Rockwell de escala L (HL)	Coefficiente de absorción de agua (%)	Número de productos curados fisurados	Resistencia a la tracción (kgf)	Índice de refracción	Moldeabilidad	Turbidez
1	588	1,1	55	79	1,7	0	22	1,50	1	1
2	587	0,9	65	84	1,7	0	24	1,50	1	1
3	588	0,9	63	83	2,1	2	17	1,49	1	2
4	591	0,9	60	76	1,7	0	33	1,54	1	2
5	590	1,0	50	67	1,6	0	21	1,50	2	1
6	587	0,9	68	78	1,8	1	24	1,50	1	1
7	588	0,9	59	68	1,6	0	23	1,50	2	1
8	588	0,9	53	80	1,7	0	17	1,50	1	2
9	590	0,8	75	75	1,9	1	37	1,54	1	1
10	588	1,1	50	66	1,9	0	23	1,50	2	1
11	590	1,0	66	79	1,8	0	32	1,54	2	1
12	588	1,1	75	83	1,8	1	21	1,50	1	1
13	588	1,0	69	82	1,7	0	16	1,50	1	2
14	588	1,0	63	79	1,7	0	21	1,50	1	2
15	588	1,0	65	82	2,2	3	22	1,50	1	1
16	588	1,0	50	50	1,8	1	13	1,50	2	2

Tabla 7

Ejemplo comparativo	Longitud de onda de absorción máxima ($\lambda_{m\acute{a}x}$)	Densidad óptica de color	Velocidad de desvanecimiento (s)	Dureza Rockwell de escala L (HL)	Coefficiente de absorción de agua (%)	Número de productos curados fisurados	Resistencia a la tracción (kgf)	Índice de refracción	Moldeabilidad	Turbidez
1	588	0,9	70	84	3,5	7	22	1,50	1	1
2	588	0,8	90	97	3,8	6	14	1,52	2	1
3	588	0,8	98	88	4,0	7	21	1,52	1	1
4	590	1,0	82	82	3,6	6	24	1,54	2	2
5	588	0,7	100	88	1,5	0	18	1,52	1	1
6	589	0,7	102	92	2,2	2	19	1,52	1	1
7	588	0,6	130	90	1,8	0	22	1,50	1	1
8	588	1,0	60	79	3,9	7	20	1,50	1	1

Como es obvio a partir de los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos, los productos curados obtenidos polimerizando las composiciones curables fotocromáticas de la presente invención son excelentes en no solamente propiedades fotocromáticas pero también en propiedades mecánicas. En los Ejemplos Comparativos 1 a 4 y 8, los productos curados tienen un alto coeficiente de absorción de agua y se agrietan cuando se usan en condiciones de alta temperatura y alta humedad. En los Ejemplos Comparativos 5 a 7, los productos curados tienen pobres propiedades fotocromáticas (densidad óptica de color, velocidad de desvanecimiento).

Ejemplo 17 (Procedimiento de laminación: técnica de recubrimiento)

Se añadieron 20 partes en masa de M-1 como el componente [A1], 15 partes en masa de TMPT y 15 partes en masa de D-TMPT como el componente [A2], 25 partes en masa de BPE-500, 20 partes en masa de 14G y 5 partes en masa de GMA como el componente [A3], 1,2 partes en masa de PC1, 0,4 partes en masa de PC2 y 1,2 partes en masa de PC3 como el componente (B), 3 partes en masa de HALS y 3 partes en masa de HP como estabilizadores que son agentes de composición diferentes (aditivos), 0,3 partes en masa de PI como iniciador de la polimerización y 0,1 partes en masa de L7001 de Dow Corning Toray Co., Ltd. como un agente de nivelación y se mezclan completamente juntos en agitación para obtener una composición curable fotocromática para su uso en la técnica de recubrimiento. La cantidad de estos componentes se muestra en la Tabla 8.

A continuación, una lente de plástico a base de tiouretano que tiene un espesor central de 2 mm y un índice de refracción de 1,60 se preparó como un sustrato óptico. Esta lente de plástico a base de tiouretano se grabó con álcali usando una solución acuosa al 10 % de hidróxido de sodio a 50 °C durante 5 minutos y después se aclaró completamente con agua destilada con anticipación.

Un cebador curable húmedo (nombre comercial; TR-SC-P, fabricado por Tokuyama Corporation) se aplicó a la superficie de la lente de plástico anterior a una revolución de 70 rpm por 15 segundos y después a 1000 rpm durante 10 segundos por medio de un recubridor por centrifugación (1H-DX-2 de MIKASA Co., Ltd.). A continuación, se aplicaron aproximadamente 2 g de la composición curable fotocromática obtenida anteriormente a la película de recubrimiento a una revolución de 60 rpm durante 40 segundos y después a 600 rpm durante 10 a 20 segundos por recubrimiento por centrifugación para formar una capa de recubrimiento fotocromático que tiene un espesor de 40 µm. La lente que tiene agentes de recubrimiento, recubierta en la superficie se irradió con luz a partir de una lámpara de haluro de metal que tenía una emisión de 200 mW/cm² en una atmósfera de gas nitrógeno por 90 segundos para curar la película de recubrimiento. Posteriormente, la lente de plástico se calentó a 110 °C durante 1 hora para fabricar un laminado fotocromático que tenía una capa fotocromática.

La medición de las propiedades fotocromáticas, coeficiente de absorción de agua y una prueba de fisura del laminado fotocromático obtenido se realizaron como al producto curado fotocromático. También se evaluaron los siguientes: dureza Vickers, adhesión y apariencia del laminado fotocromático. Los resultados se muestran en la Tabla 9.

[Evaluaciones del espécimen]

11) Dureza Vickers

Se midió la dureza Vickers con el medidor de dureza micro-Vickers PMT-X7A (de Matsuzawa Co., Ltd.). Se usó un perforador de diamante tipo pirámide cuadrado para realizar la evaluación de la dureza Vickers bajo una carga de 10 kgf durante un tiempo de retención del perforador de 30 segundos. Después, estas mediciones se realizaron 4 veces, se proporciona un valor promedio de datos de tres mediciones excluyendo un primer valor con un error de medición grande.

12) Adhesión

La adhesión se evaluó por una prueba de cinta de corte transversal de acuerdo con JISD-0202. Es decir, se usó una cuchilla cortadora para hacer cortes en la superficie de la capa fotocromática del laminado fotocromático obtenido a intervalos de aproximadamente 1 mm para formar 100 cuadrados. Una cinta adhesiva de celofán (Cellotape (marca comercial registrada) de Nichiban Co., Ltd.) se unió fuertemente a la superficie y entonces se desprendió de un tirón en una dirección de 90° a partir de la superficie para evaluar el número de cuadrados que deja detrás de la capa fotocromática.

13) Evaluación de apariencia

Como para la evaluación de una apariencia, se observaron visualmente 10 laminados fotocromáticos obtenidos para cuantificar los laminados que tenían un defecto de apariencia, tal como una fisura en una etapa de fotopolimerización o una etapa de calentamiento después de esto.

Los ejemplos 18 a 24 y 33, Ejemplos Comparativos 9 a 11 (procedimiento de laminación: técnica de recubrimiento)

Se fabricaron laminados fotocromáticos y se evaluaron de la misma manera como en el Ejemplo 17, excepto que se usaron las composiciones curables fotocromáticas mostradas en la Tabla 8 (Ejemplos 18 a 24 y 33, Ejemplos

ES 2 728 334 T3

Comparativos 9 a 11). Los resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 8

	Componente [A1] (Partes en masa)	Componente [A2] (Partes en masa)	Componente [A3] (Partes en masa)	Componente (B) (Partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
Ej. 17	M-1 (20)	TMPT(15)/D-TMPT(15)	BPE-500(25)/14G(20)/GMA(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 18	M-1 (10)	TMPT(17)/D-TMPT(17)	BPE-500(25)/14G(25)/PMS1(5)/GMA(1)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 19	M-1 (3)	TMPT(20)	BPE-500(32)/4G(20)/14G(20)/GMA(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 20	M-1 (30)	D-TMPT(35)	BPE-500(20)/U4HA(5)/14G(5)/GMA(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 21	M-1 (47)	TMPT(15)/D-TMPT(30)	BPE-500(3)/GMA(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 22	M-1 (53)	TMPT(15)/D-TMPT(30)	GMA(2)	PC1(1,2)/P02(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 23	M-2 (20)	TMPT(15)/D-TMPT(15)	BPE-500(25)/PMS1(10)/14G(10)/GMA(5)	PC1 (1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 24	M-3 (20)	TMPT(20)	BPE-500(25)/PMS1(10)/14G(10)/M90G(5)/GMA(5)/MA1(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. 33	M-1 (15)	TMPT(19)	BPE-500(40)/PMS1(10)/14G(15)/GMA(1)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. Comp. 9	-	TMPT(25)	BPE-500(35)/14G(35)/GMA(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. Comp. 10	M-1 (20)	-	BPE-500(40)/14G(35)/GMA(5)	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)
Ej. Comp. 11	M-1 (50)	TMPT(30)/D-TMPT(20)	-	PC1(1,2)/PC2(0,4)/PC3(1,2)	HALS(3)/HP(3)	PI (0,3)

Ej.: Ejemplo, Ej. Comp.: Ejemplo comparativo

Tabla 9

N.º	Longitud de onda de absorción máxima ($\lambda_{máx}$)	Densidad óptica de color	Velocidad de desvanecimiento (s)	Evaluación de la apariencia (número de laminados que tienen un defecto)	Adhesión	Dureza Vickers	Coefficiente de absorción de agua	Número de laminados fisurados
Ejemplo 17	588	1,0	50	0	100	6,5	1,7	0
Ejemplo 18	587	1,0	52	0	100	6,9	1,7	0
Ejemplo 19	588	1,0	58	2	100	7,2	2,1	2
Ejemplo 20	591	1,0	55	0	100	6,6	1,7	0
Ejemplo 21	590	1,0	47	0	100	5,1	1,6	0
Ejemplo 22	587	1,0	45	0	100	4,6	1,8	0
Ejemplo 23	588	1,0	50	0	100	7,5	1,6	0
Ejemplo 24	588	0,9	52	0	100	4,6	1,7	0
Ejemplo 33	587	1,0	52	0	100	4,6	1,7	0
Ejemplo C. 9	590	1,0	55	0	100	4,5	3,0	5
Ejemplo C. 10	588	0,8	40	0	100	3,5	1,9	0
Ejemplo C. 11	590	1,0	50	5	100	6,2	1,8	6

5 Como es obvio a partir de los Ejemplos 17 a 24 y 33 anteriores, y los Ejemplos Comparativos 9 a 11, los laminados fotocromáticos obtenidos a partir de las composiciones fotocromáticas curables de la presente invención por la técnica de recubrimiento son excelentes en no solamente las propiedades fotocromáticas sino también por el coeficiente de absorción de agua, Dureza Vickers, evaluación de apariencia y prueba de fisura. Contrario a esto, en los Ejemplos Comparativo 9 a 11, no se obtuvieron los laminados fotocromáticos que satisfagan todas las propiedades físicas tales como coeficiente de absorción de agua, dureza Vickers, evaluación de apariencia y prueba de fisura al mismo tiempo.

Ejemplo 25 (Procedimiento de laminación: Técnica de polimerización de dos etapas)

10 Se añadieron 20 partes en masa de M-1 como el componente [A1], 15 partes en masa de TMPT y 15 partes en masa de D-TMPT como el componente [A2], 20 partes en masa de BPE-500, 22 partes en masa de 14G, 5 partes en masa de GMA y 3 partes en masa de MA2 como el componente [A3], 0,1 partes en masa de PC1, 0,03 partes en masa de PC2 y 0,1 partes en masa de PC3 como el componente (B), 1 parte en masa de α-MS y 3 partes en masa de MSD como el componente (C), 0,2 partes en masa de HALS y 0,2 partes en masa de HP como estabilizadores que son otros agentes de composición (aditivos) y 1 parte en masa de ND como iniciador de la polimerización, y se mezclaron completamente juntos en agitación para obtener una composición curable fotocromática para su uso en la técnica de polimerización de dos etapas. La cantidad de estos componentes se muestra en la Tabla 10.

15 Esta composición curable fotocromática se inyectó en un molde intercalado entre una placa de vidrio y un sustrato de la lente de plástico que es un producto curado de carbonato de alil diglicol que tiene un índice de refracción de 1,50 usando una junta hecha de un copolímero etileno-acetato de vinilo para realizar la polimerización de fusión. Este sustrato de la lente de plástico se grabó con álcali usando una solución acuosa al 10 % de hidróxido de sodio a 50 °C durante 5 minutos y después se aclaró completamente con agua destilada con anticipación.

20 Se realizó la polimerización en un horno de aire elevando gradualmente la temperatura de 30 °C a 90 °C durante 18 horas y se mantuvo la temperatura a 90 °C durante 2 horas, y la lámina de vidrio se retiró después del final de la polimerización para obtener un laminado fotocromático que tenía una capa fotocromática de 0,5 mm de espesor de la composición fotocromática curable y el sustrato de la lente de plástico de 2 mm de espesor se adhirió a la capa anterior. El laminado fotocromático obtenido se evaluó para determinar las propiedades fotocromáticas, coeficiente de absorción de agua, prueba de fisura, dureza Rockwell, resistencia a la tracción, turbidez y adhesión (2) como el producto curado fotocromático. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

[Evaluación del espécimen]

14) Adhesión (2)

30 Se evaluó la adhesión (2) de acuerdo con la existencia o no existencia de la capa fotocromática desprendida realizando una prueba de ebullición durante una hora en el laminado obtenido usando agua destilada.

- 1: no existe diferencia en la adhesión antes y después de la prueba de ebullición.
- 2: al menos parte del laminado se desprende.

35 **Ejemplos 26 a 32, Ejemplos Comparativos 12 a 14 (procedimiento de laminación: Técnica de polimerización de dos etapas)**

Se fabricaron laminados fotocromáticos y se evaluaron de la misma manera como en el Ejemplo 25, excepto que se usaron las composiciones curable fotocromáticas mostradas en la Tabla 10 (Ejemplos 26 a 32, Ejemplos Comparativos 12 a 14). Los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 10

N.º	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador masa)
Ej. 25	M-1 (20)	TMPT(15)/D-TMPT(15)	BPE-500(20)/14G(22)/GMA(5)/MA2(3)	PC1(0,1)/PC2(0,03)/PC3(0,1)	α-MS(1)/MSD(3)	HALS(0,2)/HP(0,2)	ND(1)
Ej. 26	M-1 (10)	TMPT(15)/D-TMPT(20)	BPE-500(20)/14G(17)/U4HA(10)/GMA(5)/MA2(3)	PC1(0,1)/PC2(0,03)/PC3(0,1)	α-MS(1)/MSD(3)	HALS(0,2)/HP(0,2)	ND(1)
Ej. 27	M-1(3)	TMPT(20)	BPE-500(30)/4G(17)/14G(20)/GMA(5)/MA2(3)	PC1(0,1)/PC2(0,03)/PC3(0,1)	α-MS(1)/MSD(3)	HALS(0,2)/HP(0,2)	ND(1)

40

ES 2 728 334 T3

(continuación)

N.º	Componente [A1] (partes en masa)	Componente [A2] (partes en masa)	Componente [A3] (partes en masa)	Componente (B) (partes en masa)	Componente (C) (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador masa)
Ej. 28	M-1(30)	D-TMPT(35)	BPE-500(20)/14G (7)/GMA(5)/MA2 (3)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. 29	M-1 (47)	TMPT(15)/D- TMPT(30)	BPE-500(3)/GMA (2)/MA2(3)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. 30	M-1(50)	TMPT(15)/D- TMPT(30)	GMA(2)/MA2(3)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. 31	M-2(20)	TMPT(15)/D- TMPT(15)	BPE-500(25) /PMS1(10)/14G (10)/GMA(2)/MA2 (3)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. 32	M-3(20)	TMPT(20)	BPE-500(25) /PMS1(10)/14G (10)/M90G(5)/GMA (5)/MA2(5)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. Comp. 12	-	TMPT(30)	BPE-500(35)/14G (27)/GMA(5)/MA2 (3)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. Comp. 13	M-1(20)	-	BPE-500(40)/14G (35)/GMA(5)/MA2 (3)	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej. Comp. 14	M-1(50)	TMPT(30)/D- TMPT(20)	-	PC1(0,1)/PC2 (0,03)/PC3 (0,1)	α-MS(1)/MSD (3)	HALS (0,2)/HP (0,2)	ND(1)
Ej.: Ejemplo, Ej. Comp. Ejemplo comparativo							

Tabla 11

N.º	Longitud de onda de absorción máxima (nm)	Densidad óptica de color	Velocidad de desvanecimiento (s)	Dureza Rockwell de escala L (HL)	Coefficiente de absorción de agua (%)	Número de laminados fisurados	Adhesión (2)	Resistencia a la tracción (kgf)	Turbidez
Ej. 25	587	1,1	52	70	1,7	0	1	15	1
Ej. 26	586	0,9	62	75	1,7	0	1	16	1
Ej. 27	587	0,9	60	78	2,1	2	1	16	1
Ej. 28	590	0,9	57	68	1,7	0	1	16	1
Ej. 29	589	1,0	47	65	1,6	1	1	16	2
Ej. 30	586	0,9	65	67	1,8	2	1	16	2
Ej. 31	587	0,9	56	80	1,6	0	1	16	1
Ej. 32	587	0,9	50	78	1,7	0	1	16	1
Ej. Comp. 12	589	0,9	55	65	3,0	5	1	14	1
Ej. Comp. 13	587	1,1	47	50	1,9	0	1	15	1
Ej. Comp. 14	589	1,0	63	66	1,8	8	2	16	2

Ej.: Ejemplo, Ej. Comp.: Ejemplo comparativo

5 Como es obvio a partir de los Ejemplos 25 a 32 anteriores, y los Ejemplos Comparativos 12 a 14, los laminados fotocromáticos obtenidos a partir de las composiciones fotocromáticas curables de la presente invención por la técnica de polimerización de dos etapas son excelentes en no solamente las propiedades fotocromáticas sino también por el coeficiente de absorción de agua, dureza Rockwell, fisura, adhesión, resistencia a la tracción y turbidez. Contrario a esto, en los Ejemplos Comparativos 12 a 14, no se obtuvieron los laminados fotocromáticos que satisfagan todas las propiedades físicas tales como coeficiente de absorción de agua, dureza Rockwell, fisura, adhesión, resistencia a la tracción y turbidez.

Efecto de la invención

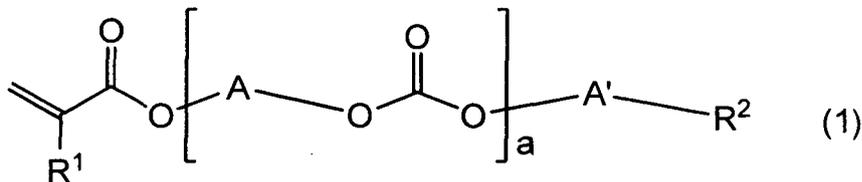
10 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la presente invención, puede obtenerse un producto curado fotocromático cuyo defecto de apariencia tal como una fisura se suprime, aun cuando se usa en condiciones de alta temperatura y alta humedad y que tiene excelentes propiedades mecánicas y propiedades fotocromáticas. Se puede obtener un laminado fotocromático que tiene alta dureza de superficie y excelentes propiedades fotocromáticas y cuyo defecto de apariencia, tal como una fisura, se suprime incluso cuando se usa en condiciones de alta temperatura y alta humedad.

15

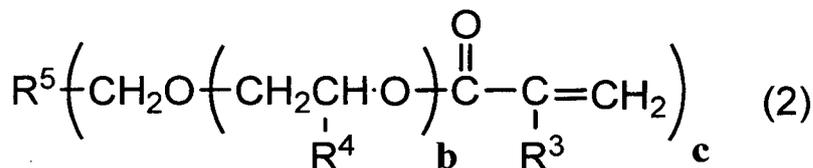
REIVINDICACIONES

1. Una composición fotocromática curable que comprende (A) como un componente de (met)acrilato polimerizable:

[A1] un monómero de carbonato polimerizable representado por la siguiente fórmula (1):



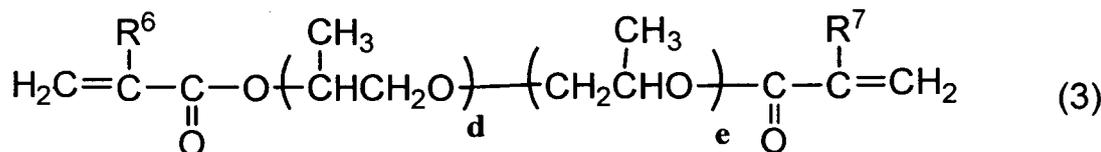
5 en la que A y A' son cada uno un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 15 átomos de carbono, "a" es un valor promedio de 1 a 20, cuando hay una pluralidad de A, A puede ser igual o diferente, R¹ es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, y R² es un grupo (met)acrililoiloxi o un grupo hidroxilo;
 [A2] un monómero polimerizable polifuncional representado por la siguiente fórmula (2):



10 en la que R³ es un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, R⁴ es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo que tiene 1 a 2 átomos de carbono, R⁵ es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene 1 a 10 átomos de carbono, "b" es un valor promedio de 0 a 3, "c" es un número entero de 3 a 6; y
 [A3] otro monómero de (met)acrilato polimerizable diferente de los componentes anteriores [A1] y [A2], y (B) un compuesto fotocromático (B),

15 en la que el componente de (met)acrilato polimerizable (A) contiene uno de (i) del 5 al 50 % en masa del componente [A1], del 1 al 30 % en masa del componente [A2] y del 20 al 94 % en masa del componente [A3] (el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] es del 100 % en masa) o (ii) del 5 al 50 % en masa del componente [A1], más del 30 % en masa al 70 % en masa o menos del componente [A2] y del 1 % en masa o más a menos del 65% en masa del componente [A3] (el contenido total de los componentes [A1], [A2] y [A3] es del
 20 100 % en masa), y el compuesto fotocromático (B) está contenido en una cantidad de 0,0001 a 10 partes en masa basándose en 100 partes en masa del componente de (met)acrilato polimerizable (A).

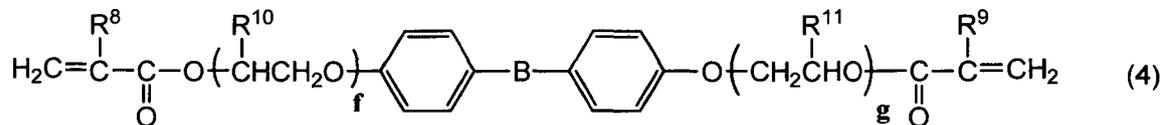
2. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente [A3] contiene [A3a] un monómero polimerizable bifuncional representado por la siguiente fórmula (3):



25 en la que R⁶ y R⁷ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, "d" y "e" son cada uno un número entero de 0 o más, con la condición de que cuando tanto R⁶ como R⁷ sean grupos metilo, (d+e) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 7, cuando R⁶ sea un grupo metilo y R⁷ sea un átomo de hidrógeno, (d+e) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 5, y cuando tanto R⁶ como R⁷ sean átomos de hidrógeno, (d+e) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 3.

30 3. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el componente [A3] contiene el componente [A3a] en una cantidad del 20 al 100 % en masa basándose en el 100 % en masa del componente [A3].

4. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente [A3] contiene [A3b] un monómero polimerizable bifuncional representado por la siguiente fórmula (4):



35 en la que R⁸ y R⁹ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, R¹⁰ y R¹¹ son cada uno un átomo de hidrógeno o un grupo metilo, B es uno cualquiera de los grupos representados por las siguientes fórmulas: -O-, -S-, -

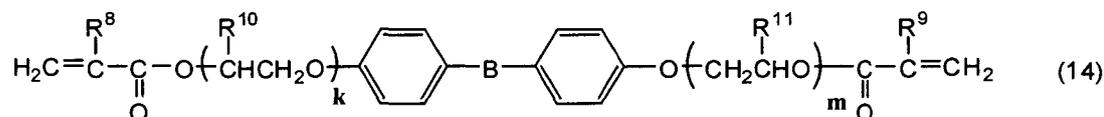
S(O₂)-, -C(O)-, -CH₂-,



-C(CH₃)₂- y -C(CH₃)(C₆H₅)- y "f" y "g" son cada uno un número entero de 1 o más, con la condición de que cuando tanto R⁸ como R⁹ sean grupos metilo, (f+g) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 7, cuando R⁸ sea un grupo metilo y R⁹ sea un átomo de hidrógeno, (f+g) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 5, y cuando tanto R⁸ como R⁹ sean átomos de hidrógeno, (f+g) sea un valor promedio de 2 o más a menos de 3.

5. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 4, en la que el componente [A3] contiene el componente [A3b] en una cantidad del 20 al 100 % en masa basándose en el 100 % en masa del componente [A3].

6. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente [A3] contiene [A3c] un monómero polimerizable bifuncional representado por la siguiente fórmula (14):



en la que R⁸, R⁹, R¹⁰, R¹¹ y B son como se definen en la fórmula (4) en la reivindicación 7, y "k" y "m" son cada uno un número entero de 1 o más, con la condición de que cuando tanto R⁸ como R⁹ sean grupos metilo, (k+m) sea un valor promedio de 7 a 30, cuando R⁸ sea un grupo metilo y R⁹ sea un átomo de hidrógeno, (k+m) sea un valor promedio de 7 a 25, y cuando tanto R⁸ como R⁹ sean átomos de hidrógeno, (k+m) sea un valor promedio de 7 a 20.

7. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el componente [A3] contiene el componente [A3c] en una cantidad del 30 al 100 % en masa basándose en el 100 % en masa del componente [A3].

8. La composición fotocromática curable de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además (C) un monómero polimerizable que tiene un grupo polimerizable diferente de un grupo (met)acrilato en una cantidad de 0,1 a 20 partes en masa basándose en 100 partes en masa del componente (A).

9. La composición fotocromática curable de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el componente (B) contiene un compuesto fotocromático que tiene un esqueleto de indeno[2,1-f]nafto[1,2-b]pirano.

10. Un producto fotocromático curado obtenido curando la composición fotocromática curable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

11. Un laminado fotocromático que tiene el producto fotocromático curado de la reivindicación 10 en un sustrato de lente de plástico.