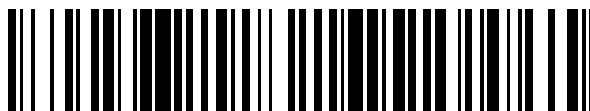


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 466 020**

51 Int. Cl.:

**C08F 220/26** (2006.01)

**C08F 2/44** (2006.01)

**C08F 290/06** (2006.01)

**C09K 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2008 E 08858708 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2221325**

54 Título: **Composición fotocromica curable**

30 Prioridad:

**13.12.2007 JP 2007322465**

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

**09.06.2014**

73 Titular/es:

**TOKUYAMA CORPORATION (100.0%)  
1-1 MIKAGE-CHO  
SHUNAN-SHI, YAMAGUCHI 745-0053, JP**

72 Inventor/es:

**NAGOH, HIRONOBU y  
TAKENAKA, JUNJI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 466 020 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 fotocromica curable

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una composición fotocromica curable que puede usarse de forma ventajosa para fabricar un producto fotocromico curado que tenga una excelente función fotocromica.

**Antecedentes de la técnica**

10 El fotocromismo es una función reversible que consiste en que un compuesto determinado cambia de color cuando es irradiado por luz solar o por luz que incluya radiación ultravioleta, tal como luz procedente de una lámpara de mercurio, y vuelve a su color original cuando se colocan en oscuridad y se detiene la irradiación, y se usa para varias aplicaciones. Se ha encontrado que los compuestos de fulgimida, los compuestos espirooxazina y los compuestos fotocromicos de cromeno son compuestos fotocromicos que presentan este fotocromismo. Dado que se pueden obtener productos ópticos con propiedades fotocromicas a partir de complejos de estos compuestos y plásticos, en la actualidad se están realizando numerosos estudios sobre complejos de compuestos fotocromicos.

15 Por ejemplo, se aplica el fotocromismo al campo de las lentes oftálmicas. Una lente oftálmica fotocromica que comprende un compuesto fotocromico se colorear rápidamente en el exterior cuando es irradiada por la luz que contiene radiación ultravioleta, como la luz solar, para servir como gafas de sol, y se atenúa en el interior, donde no hay irradiación para servir como lente oftálmica transparente habitual. En la actualidad, la demanda de este tipo de lentes es cada vez mayor.

20 Las lentes oftálmicas fotocromicas de plástico son las preferidas desde los puntos de vista de poco peso y seguridad. Para proporcionar propiedades fotocromicas a estas lentes de plástico, generalmente se mezcla el compuesto fotocromico anterior. Como medio para mezclar el compuesto fotocromico existe un procedimiento conocido en el que la superficie de una lente que no tiene propiedades fotocromicas es embebida en un compuesto fotocromico (en lo sucesivo en el presente documento se denominará "procedimiento de imbibición") y un procedimiento en el que un compuesto fotocromico se disuelve en un monómero y el monómero se polimeriza para obtener una lente fotocromica directamente (en lo sucesivo en el presente documento se denominará "procedimiento de moldeo"), Se han realizado varias propuestas para el procedimiento de imbibición (patente de EE.UU. N° 5739243, patente de EE.UU. N° 5973093 y el documento WO95/10790) y el procedimiento de moldeo (documentos JP-A 5 - 306392, WO96/037574, WO01/005854, WO01/092414, WO02/028930 y WO2004/083268).

**Divulgación de la invención**

30 Las siguientes propiedades son necesarias para que estos compuestos fotocromicos y productos ópticos de plástico tengan propiedades fotocromicas y que contengan estos compuestos fotocromicos desde el punto de vista de una función fotocromica: (I) un nivel bajo de coloración (en lo sucesivo en el presente documento se denominará "coloración inicial") en un rango visible antes de aplicar la luz ultravioleta, (II) un alto grado de coloración (en lo sucesivo en el presente documento se denominará "densidad óptica del color") cuando se aplica la luz ultravioleta, (III) una velocidad rápida desde el momento en el que se detiene la aplicación de la luz ultravioleta al momento en el que un compuesto vuelve a su estado original (en lo sucesivo en el presente documento se denominará "velocidad de decoloración", (IV) alta durabilidad de esta función reversible, (V) alta estabilidad durante el almacenamiento, (VI) alta moldeabilidad de un producto óptico y (VII) alta resistencia mecánica de un producto óptico.

40 Con las tecnologías anteriores como antecedentes, se propone una lente de plástico fotocromica que comprenda un compuesto de cromeno que apenas se descompone por la luz y rara vez ve una reducción de su capacidad de desarrollar calor, incluso cuando se aplica continuamente luz solar o una luz similar a la luz solar. Por ejemplo, las seis publicaciones y boletines anteriores concernientes a la tecnología del procedimiento de moldeo introducido anteriormente divulgan composiciones fotocromicas curables que comprenden un monómero polimerizable que tiene un grupo acrilato o grupo metacrilato (en lo sucesivo en el presente documento se denominará "monómero de (met)acrilato" o "monómero de di(met)acrilato" que tiene dos grupos (met)acrilato), un compuesto epoxi y un compuesto cromeno. Los productos fotocromicos curados (lentes de plástico fotocromicas) que tienen una durabilidad excelente se pueden obtener a partir de estas composiciones curables.

50 No obstante, se puede producir un fenómeno de decoloración que deteriora los productos fotocromicos curados anteriores en la estabilidad durante almacenamiento de una lente, es decir, gradualmente se manchan con rojo, que es el color desarrollado, o amarillo en un estado inactivado (amarilleamiento) cuando estas lentes se almacenan durante un tiempo prolongado. Por tanto, existe margen de mejora. Especialmente, los productos curados mostrados en los ejemplos de las seis publicaciones y boletines anteriores no se han mejorado en cuando a la decoloración y no son excelentes en cuanto a las propiedades mecánicas (resistencia a la tracción). Por tanto, todavía existe margen de mejora. Cuando se usa un compuesto de cromeno específico en combinación con los monómeros polimerizables mostrados en el procedimiento anterior, se entiende que aparece marcadamente el problema de decoloración anterior, especialmente un fenómeno de decoloración roja.

Al mismo tiempo, para usar productos ópticos fotocromicos para varios fines, no solo deben mostrar una función fotocromica buena sino que también se pueden fabricar fácilmente a un coste bajo y con excelentes propiedades mecánicas u ópticas como productos ópticos fotocromicos.

5 Como uno de los medios de fabricación de los productos ópticos fotocromicos a un coste bajo, existe un procedimiento de producción en masa que usa una herramienta de fabricación de dietilenglicol carbonato de bisalilo (en lo sucesivo en el presente documento puede denominarse como habitualmente "CR-39"), que se usa como un material de propósito general para lentes oftálmicas y pueden proporcionar un producto curado que tiene un índice de refracción de 1,50. Si los productos ópticos fotocromicos se pueden producir en masa usando este procedimiento de fabricación, sus costes se pueden reducir. Por tanto, la necesidad de esta herramienta de fabricación es alta, incluso en el campo de las lentes plásticas fotocromicas. Para fabricar el producto curado CR-39 usando esta herramienta de fabricación, se puede usar un procedimiento de moldeo usando un molde de cristal como procedimiento de fabricación de un producto curado CR-39 y se requiere una composición fotocromica curable a partir del cual se puede fabricar un producto curado con un índice de refracción de 1,50, el mismo índice de refracción que el del producto curado CR-39, para la fabricación de una lente que tenga la misma dioptría que el mismo molde.

Por tanto, los plásticos fotocromicos enumerados en el procedimiento de imbibición anterior tienen un problema de que el proceso de fabricación se complica porque el material base de plástico obtenido está imbibido con un compuesto fotocromico a través de la herramienta de fabricación se puede compartir fabricando el material base de plástico con un índice de refracción de 1,50 con la herramienta de fabricación CD-39.

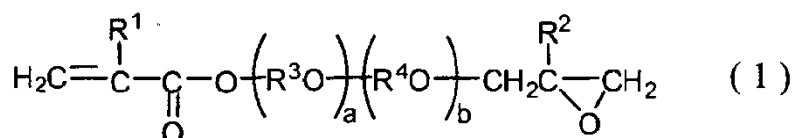
20 Las seis publicaciones y boletines anteriores también proponen que se puede obtener un producto curado que tenga un índice de refracción de 1,50 a partir de una combinación de monómeros polimerizables. No obstante, ya que contiene una gran cantidad de un material basado en acrilato especial que tiene un grupo epoxi y un grupo metacrilato, existe margen de mejora en términos de estabilidad de almacenamiento, como se ha descrito anteriormente. Adicionalmente, aunque existe un producto curado que tiene un contenido bajo del material base de acrilato, es insatisfactorio en términos de las propiedades fotocromicas y la resistencia mecánica (resistencia mecánica a la tracción) del material debido al equilibrio con la cantidad de otro monómero polimerizable. Por tanto, también existe margen de mejora.

En consecuencia, es un objeto de la presente invención proporcionar una composición fotocromica curable que pueda proporcionar un producto fotocromico curado que tenga propiedades fotocromicas excelentes durante un tiempo prolongado y una resistencia mecánica alta (resistencia a la tracción) y a partir de la cual se pueda fabricar el producto fotocromico curado a un coste bajo.

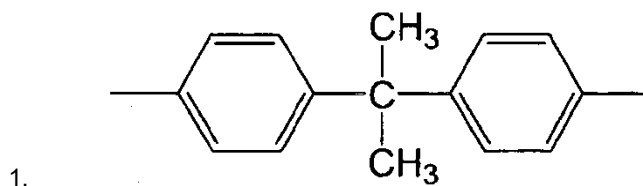
Los inventores de la presente invención han realizado estudios intensivos para resolver los problemas anteriores. Como resultado, han descubierto que se puede obtener una composición fotocromica curable que puede proporcionar un producto curado de modo que se resuelvan los problemas anteriores especificando la proporción de un monómero polimerizable radicalmente que tiene un grupo epoxi y la proporción de un monómero polimerizable radicalmente con una estructura específica con el total de todos los monómeros polimerizables. La presente invención se ha realizado sobre la base de este hallazgo. Asimismo, han encontrado que la constitución anterior es especialmente eficaz para un compuesto fotocromico específico y, además, que se obtiene una composición fotocromica curable que proporciona un producto curado que tiene un índice de refracción bajo y usado actualmente con mucha frecuencia usando estos conocimientos. Por tanto, la presente invención se ha realizado.

Es decir, la presente invención es una composición fotocromica curable que comprende:

[A] No menos de 0,1 partes y menos de 5,0 partes en masa de un monómero polimerizable radicalmente que tiene un grupo epoxi representado por la fórmula siguiente (1):

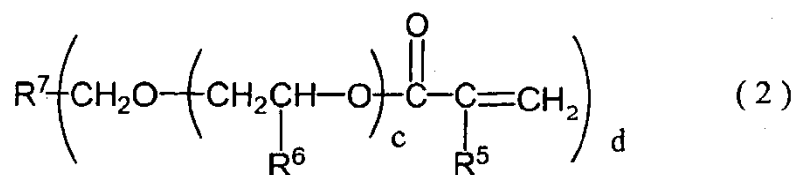


en la que R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> son, cada uno de forma independiente, un grupo alqueno que tiene de 1 a 4 átomos de carbono que pueden estar sustituidos por un grupo hidroxilo o un grupo representado por la fórmula siguiente, y "a" y "b" son, cada uno, un número de 0 a 20 como valor promedio.



[B] de 1,0 a 15,0 partes en masa de un monómero polimerizable radicalmente polifuncional representado por la fórmula (2) siguiente:

5

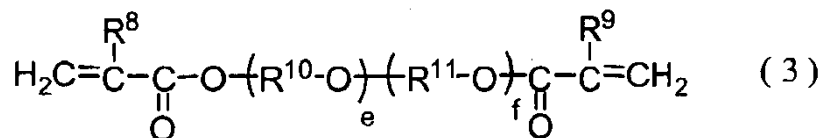


10

en la que  $R^5$  y  $R^6$  son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo alquilo, que tiene de 1 a 2 átomos de carbono,  $R^7$  es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene de 1 a 10 átomos de carbono, "c" es un número de 0 a 3 como valor promedio, y "d" es un número entero de 3 a 6.

[C] de 1,0 a 30,0 partes en masa de al menos un monómero de di(met)acrilato seleccionado del grupo que consiste en un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) siguiente, un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (4) siguiente y di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato de no menos de 600:

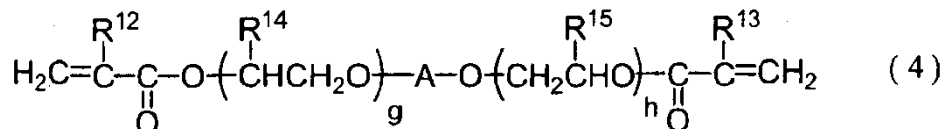
15



20

en la que  $R^8$  y  $R^9$  son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo,  $R^{10}$  y  $R^{11}$  son cada uno de forma independiente, un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de carbono, y "e" y "f" son, cada uno, un número entero, incluido el "0", con la condición de que cuando  $R^8$  y  $R^9$  son ambos grupos metilo, (e+f) es no menos de 7 y menos de 15 como valor promedio, cuando  $R^8$  es un grupo metilo y  $R^9$  es un átomo de hidrógeno, (e+f) es no menos de 5 y menos de 15 como valor promedio, y cuando  $R^8$  y  $R^9$  son ambos átomos de hidrógeno, (e+f) es no menos de 3 y menos de 15 como valor promedio,

25



30

en la que  $R^{12}$  y  $R^{13}$  son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo,  $R^{14}$  y  $R^{15}$  son cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, "A" es un grupo orgánico divalente que tiene de 1 a 20 átomos de carbono y "g" y "h" son, cada uno, un número entero no inferior a 1, con la condición de que cuando  $R^{12}$  y  $R^{13}$  son ambos grupos metilo, (g+h) es no menos de 7 y menos de 15 como valor promedio, cuando  $R^{12}$  es un grupo metilo y  $R^{13}$  es un átomo de hidrógeno, (g+h) es no menos de 5 y menos de 15 como valor promedio, y cuando  $R^{12}$  y  $R^{13}$  son ambos átomos de hidrógeno, (g+h) es no menos de 3 y menos de 15 como valor promedio;

[D] más de 50,0 partes y no más de 97,9 partes en masa de un monómero de (met)acrilato a excepción de los componentes anteriores [A] a [C] y/o un monómero de tio(met)acrilato (la cantidad total de los componentes [A], [B], [C] y [D] es 100 partes en masa); y

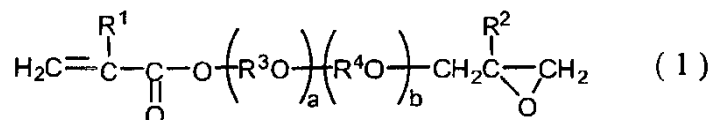
5 [E] de 0,001 a 10 partes en masa de un compuesto fotocromático en base a 100 partes en masa del total de todos los monómeros polimerizables.

**Mejor modo para llevar a cabo la invención**

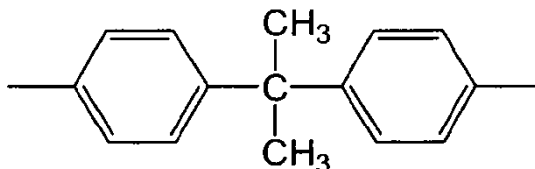
En la presente invención, la composición fotocromático curable comprende [A] un monómero polimerizable radicalmente que tiene un grupo epoxi representado por la fórmula (1) anterior, [B] un monómero polimerizable radicalmente polifuncional representado por la fórmula (2) anterior, [C] al menos un monómero de di(met)acrilato seleccionado del grupo que consiste en monómeros de di(met)acrilato representados por las fórmulas (3) y (4) anteriores y un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato de no menos de 600, [D] un monómero de (met)acrilato a excepción de los componentes anteriores [A] a [C] y/o un monómero de tio(met)acrilato y [E] un compuesto fotocromático.

Componente [A]

15 Primero se da una descripción del componente [A], es decir un monómero polimerizable radicalmente que tiene un grupo epoxi representado por la fórmula (1) siguiente.



20 (En la fórmula anterior, R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> son, cada uno de forma independiente, un grupo alquileo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono que pueden estar sustituidos por un grupo hidroxilo o un grupo representado por la fórmula siguiente, y "a" y "b" son, cada uno, un número de 0 a 20 como valores promedio).

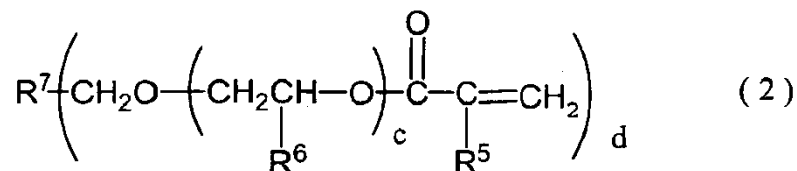


25 Ejemplos del grupo alquileo representados por R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> incluyen grupo metileno, grupo etileno, grupo propileno, grupo butileno, grupo trimetileno y grupo tetrametileno. El compuesto representado por la fórmula (1) anterior se puede obtener como una mezcla de moléculas que tienen pesos moleculares diferentes. Por tanto, "a" y "b" se expresan como valores promedio.

30 Ejemplos del compuesto representado por la fórmula (1) anterior incluyen metacrilato de glicidilo, metacrilato de glicidiloximetilo, metacrilato de 2-glicidiloxietilo, metacrilato de 3-glicidiloxipropilo, metacrilato de 4-glicidiloxibutilo, metacrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 406, metacrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 538, metacrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 1022, metacrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 664, éter-metacrilato de bisfenol A-monoglicidilo, metacrilato de 3-(glicidil-2-oxietoxi)-2-hidroxi-3-propilo, acrilato de glicidilo, acrilato de glicidiloximetilo, acrilato de 2-glicidiloxietilo, acrilato de 3-glicidiloxipropilo, acrilato de 4-glicidiloxibutilo, acrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 406, acrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 538, acrilato de polietilenglicolglicidilo que tiene un peso molecular promedio de 1022, acrilato de 3-(glicidiloxi-1-isopropiloxi)-2-hidroxi-3-propilo y acrilato de 3-(glicidiloxi-2-hidroxi-3-propiloxi)-2-hidroxi-3-propilo. De estos, se prefieren metacrilato de glicidilo, metacrilato de glicidiloximetilo, metacrilato de 2-glicidiloximetilo, metacrilato de 3-glicidiloxipropilo y acrilato de glicidilo, siendo particularmente preferido el metacrilato de glicidilo.

Componente (B)

Después se proporciona una descripción del componente [B], es decir un monómero polimerizable radicalmente polifuncional representado por la fórmula (2) siguiente.



5

(En la fórmula anterior,  $R^5$  y  $R^6$  son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo alquilo, que tiene de 1 a 2 átomos de carbono,  $R^7$  es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene de 1 a 10 átomos de carbono, "c" es un número de 0 a 3 como valor promedio, y "d" es un número entero de 3 a 6).

En la fórmula (2) anterior,  $R^7$  es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene de 1 a 10 átomos de carbono, tal como un grupo orgánico que contiene un grupo derivado de un poliol, un grupo orgánico que contiene un grupo hidrocarburo que tiene una funcionalidad de 3 a 16 o un enlace uretano que tiene una funcionalidad de 2 a 15.

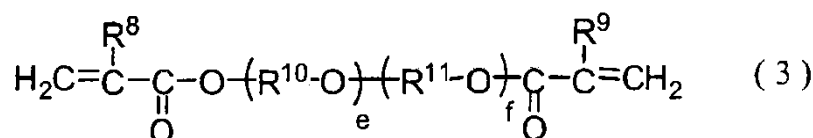
Ejemplos específicos del monómero polimerizable radicalmente polifuncional representado por la fórmula (2) anterior que se pueden usar de forma ventajosa incluyen trimetacrilato de trimetilolpropano, triacrilato de trimetilolpropano, trimetacrilato de tetrametilolmetano, triacrilato de tetrametilolmetano, tetrametacrilato de tetrametilolmetano, tetraacrilato de tetrametilolmetano, trimetacrilato de trimetilolpropano trietilenglicol, triacrilato de trimetilolpropano de trietilenglicol, tetrametacrilato de ditrimetilolpropano y tetraacrilato de ditrimetilolpropano. Estos monómeros polimerizables polifuncionales se pueden usar en combinación de no menos de dos.

$R^7$  en estos monómeros polimerizables polifuncionales es, preferentemente, un grupo hidrocarburo trivalente desde el punto de vista de la velocidad de decoloración, particularmente preferentemente trimetacrilato de trimetilolpropano desde el punto de vista del efecto.

#### Componente (C)

El monómero de di(met)acrilato como componente [C] es un monómero de di(met)acrilato que tiene una estructura representada por la fórmula (3) siguiente.

25



(En la fórmula anterior, en la que  $R^8$  y  $R^9$  son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo,  $R^{10}$  y  $R^{11}$  son cada uno de forma independiente, un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de carbono, y "e" y "f" son, cada uno, un número entero, incluido el "0", con la condición de que cuando  $R^8$  y  $R^9$  son ambos grupos metilo, (e+f) es no menos de 7 y menos de 15 como valor promedio, cuando  $R^8$  es un grupo metilo y  $R^9$  es un átomo de hidrógeno, (e+f) es no menos de 5 y menos de 15 como valor promedio, y cuando  $R^8$  y  $R^9$  son ambos átomos de hidrógeno, (e+f) es no menos de 3 y menos de 15 como valor promedio).

El monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior generalmente se obtiene como una mezcla de moléculas que tienen pesos moleculares diferentes. Por tanto, "e" y "f" que representan el número de unidades de óxido de alquileo en la fórmula (3) anterior se expresan como el número promedio de unidades de la mezcla entera. "e" y "f" no son menos de 0 y menos de 15 como los valores promedio. Cuando "f" es "0", el número de unidades de óxido de alquileo es solo uno y cuando "f" no es "0" se repiten diferentes tipos de unidades de óxido de alquileo.

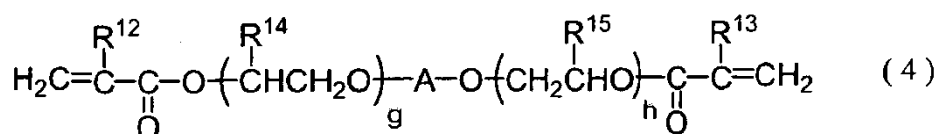
Cuando el monómero de di(met)acrilato está representado por la fórmula anterior, para mejorar adicionalmente la velocidad de decoloración como una de las propiedades fotocromáticas y proporcionar un buen resultado para la moldeabilidad de la lente, desde los puntos de vista de la moldeabilidad y la resistencia térmica de un producto curado se prefiere que cuando  $R^8$  y  $R^9$  son ambos grupos metilo, (e+f) no debería ser menos de 7 y menos de 12 como valor promedio, cuando  $R^8$  es un grupo metilo y  $R^9$  es un átomo de hidrógeno, (e+f) no debe ser menos de 5 y menos de 12 como valor promedio y cuando  $R^8$  y  $R^9$  son ambos átomos de hidrógeno, (e+f) no debe ser menos de 3

y menos de 12 como valor promedio.

Ejemplos preferidos del grupo alquileo representado por R<sup>10</sup> y R<sup>11</sup> incluyen grupos alquileo que tienen de 1 a 4 átomos de carbono, tal como grupo etileno, grupo n-propileno, grupo isopropileno y grupo tetrametileno.

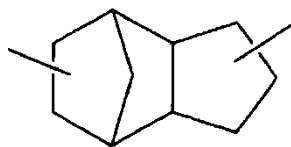
5 De estos, desde el punto de vista de obtener un producto curado que tenga una densidad óptica del color y una velocidad de decoloración excelentes de las propiedades fotocromicas se prefiere que R<sup>8</sup> en la fórmula (3) anterior) debería ser un átomo de hidrógeno (grupo acrilóilo) y desde el punto de vista de mejorar la moldeabilidad y las propiedades fotocromicas que el número de unidades recurrentes del grupo alquileo representado por R<sup>10</sup> y R<sup>11</sup> no deberá ser no menor de 3 y menor de 12.

10 El monómero de di(met)acrilato como otro componente [C] es un monómero que tiene una estructura representada por la fórmula (4) siguiente.



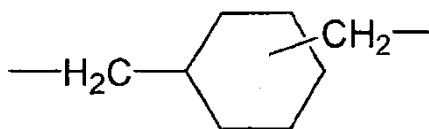
15 (En la fórmula anterior, R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>14</sup> y R<sup>15</sup> son cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, "A" es un grupo orgánico divalente que tiene de 1 a 20 átomos de carbono y "g" y "h" son, cada uno, un número entero no inferior a 1, con la condición de que cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos grupos metilo, (g+h) es no menos de 7 y menos de 15 como valor promedio, cuando R<sup>12</sup> es un grupo metilo y R<sup>13</sup> es un átomo de hidrógeno, (g+h) es no menos de 5 y menos de 15 como valor promedio, y cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (g+h) es no menos de 3 y menos de 15 como valor promedio).

20 "A" en la fórmula (4) anterior es un grupo orgánico divalente que tiene de 1 a 20 átomos de carbono. Ejemplos preferidos del grupo orgánico divalente incluyen grupos alquileo tales como un grupo etileno, un grupo propileno, un grupo butileno y un grupo nonileno; grupos fenileno sustituidos por un grupo halógeno, tales como átomo de cloro, átomo de flúor o átomo de bromo, o un grupo alquilo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono, y grupos fenileno no sustituidos y grupos representados por la fórmula siguiente.

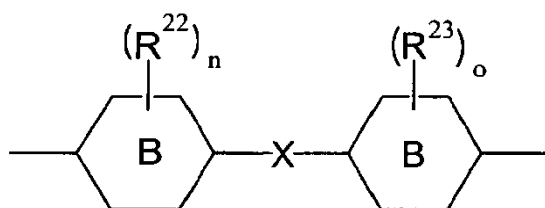


grupos representados por la siguiente fórmula:

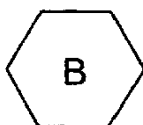
30



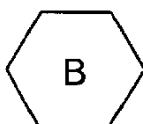
y grupos representados por la siguiente fórmula:



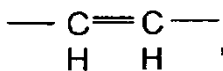
5 en la que  $R^{22}$  y  $R^{23}$  son cada uno de forma independiente un grupo alquilo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono, átomo de cloro o átomo de bromo, "n" y "o" son, cada uno de forma independiente, un número entero de 0 a 4. el anillo representado por la fórmula siguiente es un anillo benceno o anillo ciclohexano,



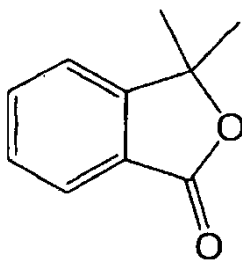
10 cuando el anillo representado por la fórmula siguiente es un anillo benceno,



X es un grupo representado por la fórmula siguiente, -O-, -S-, -S(O<sub>2</sub>)-, -C(O)-, -CH<sub>2</sub>-, -



20 o un grupo representado por la siguiente fórmula:



y cuando el anillo representado por la fórmula siguiente es un anillo ciclohexano,





X es un grupo representado por -O-, -S-, CH<sub>2</sub>-, -C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-.

5 El compuesto representado por la fórmula (4) anterior se obtiene como una mezcla de moléculas que tienen pesos moleculares diferentes. Por tanto, "g" y "h" se expresan como valores promedio. "g" y "h" son, cada uno, un número entero no inferior a 1. Con la condición de que cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos grupos metilo, (g+h) no es menor de 7 y menor de 15 como valor promedio, cuando R<sup>12</sup> es un grupo metilo y R<sup>13</sup> es un átomo de hidrógeno, (g+h) no es menor de 5 y menor que 15 como valor promedio, y cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (g+h) no es menor de 3 y menor que 15 como valor promedio; Preferentemente, cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos grupos metilo, (g+h) no es menor de 7 y menor de 12 como valor promedio, cuando R<sup>12</sup> es un grupo metilo y R<sup>13</sup> es un átomo de hidrógeno, (g+h) no es menor de 5 y menor de 12 como valor promedio, y cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (g+h) no es menor de 3 y menor de 12 como valor promedio. Esto es preferido desde los puntos de vista de la moldeabilidad y resistencia térmica de un producto curado.

15 Es particularmente preferido que R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> en la fórmula anterior (4) deberán ser ambos grupos metilo (grupo metacrilóilo) porque se obtiene un producto curado que tiene una densidad óptica del color alta y una velocidad de decoloración altas en las propiedades fotocromáticas y que (g+h) debe ser mayor que 7 y menor que 12 desde el punto de vista de mejorar las propiedades fotocromáticas.

20 Adicionalmente, el monómero de di(met)acrilato como otro componente más [C] es un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilo no menor de 600. La expresión "equivalente de (met)acrilo" es un valor obtenido dividiendo el peso molecular del monómero por el número de grupos (met)acrilo. El monómero de di(met)acrilato de uretano usado como componente [C] en la presente invención es un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de acrilato no menor de 600 y dos estructuras de uretano en la molécula. El valor límite superior del equivalente de (met)acrilo no está particularmente limitado pero es, preferentemente, 5.000 cuando se tienen en cuenta la facilidad de adquisición y la facilidad de manipulación y, más preferentemente, 1.000, cuando se tienen en cuenta la resistencia térmica y la moldeabilidad de un producto fotocromático curado.

30 De estos, desde el punto de vista de la resistencia ligera del producto curado obtenido se prefiere un monómero de di(met)acrilato de uretano que satisface los requisitos anteriores y que no tiene anillo paramétrico en la estructura molecular, particularmente preferido es un monómero de di(met)acrilato de uretano que no amarillee. Más específicamente, es un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un peso molecular de 1.300 a 10.000 obtenido haciendo reaccionar diisocianato de hexametileno, diisocianato de isoforona, isocianato de lisina, diisocianato de 2,2,24-hexametileno, diisocianato de ácido dimérico, isocianato de isopropilideno-bis-4-ciclohexilo, diisocianato de dicitclohexilmetano, diisocianato de norborneno o diisocianato de metilciclohexano con un polialquilenglicol que tiene una unidad recurrente tal como óxido de etileno, óxido de propileno u óxido de hexametileno que tiene de 2 a 4 átomos de carbono, o un diol conocido tal como poliéster diol ilustrado por policaprolactona diol, policarbonato diol o polibutadieno diol, para obtener un polímero de uretano y, además, haciéndolo reaccionar con 2-hidroxi(met)acrilato.

A continuación, se da una descripción del efecto del monómero de di(met)acrilato como componente [C] y compuestos de ejemplo del mismo.

40 Los monómeros de di(met)acrilato representados por las fórmulas (3) y (4) anteriores y el monómero de di(met)acrilato de uretano son, preferentemente, monómeros que tienen una flexibilidad tal que cuando solo se polimeriza el monómero de di(met)acrilato a una tasa de polimerización no inferior al 90%, el producto curado obtenido tiene una dureza Rockwell no superior a 40. El componente [C] es un componente para mejorar las velocidades de desarrollo de color y de decoloración de las propiedades fotocromáticas.

45 En la presente invención, el monómero de di(met)acrilato como componente [C] debe ser bifuncional. Cuando un producto curado que tiene la misma composición que la de la presente invención se obtiene usando un monómero de (met)acrilato monofuncional similar, las capacidades de desarrollo de color fotocromático y de decoloración del producto curado son las mismas que las de la presente invención. No obstante, cuando se usa un monómero de (met)acrilato monofuncional, la tasa de polimerización tiende a disminuir en comparación con otros componentes y el monómero de (met)acrilato monofuncional es apto para permanecer como componente sin polimerizar. Por tanto, cuando se evalúa la moldeabilidad, el componente sin polimerizar causa un fenómeno de que una porción en contacto con un molde de vidrio de un producto curado puede "desgarrarse" en el momento de la liberación o reduce la resistencia térmica del producto curado de forma desventajosa. Por las razones anteriores, el componente [C] usado en la presente invención debe ser un monómero di(met)acrilato bifuncional.

Ejemplos del monómero di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior que satisface el requisito anterior

incluyen dimetacrilato de polietilenglicol (e = 9, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 536, dimetacrilato de politetrametilenglicol (e = 14, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 736, dimetacrilato de polietilenglicol (e = 7, f = 0) que tiene un peso molecular promedio 536, diacrilato de polietilenglicol (e = 3, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 258, diacrilato de polietilenglicol (e = 4, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 308, diacrilato de polietilenglicol (e = 9, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 522, metacrilato de polietilenglicol (e = 9, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 536 y diacrilato de polietileno y de polipropilenglicol (e + f = 4) que tiene un peso molecular promedio de 330.

Ejemplos del monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (4) anterior incluyen acrilato de ciclohexanodimetanol etoxilado (g + h = 4), 2,2-bis[4-metacriloxi-poli-etoxi]fenil)propano (g + h = 10), 2,2-bis[4-acriloxi-dietoxi]fenil)propano (g + h = 4) y 2,2-bis[4-acriloxi-poli-etoxi]fenil)propano (g + h = 10).

Ejemplos del monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato de más de 600 incluyen 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, UX3204, UX4101, 6101, 7101 y 8101 de Nippon Kayaku Co., Ltd.

En la presente invención, se usa al menos un monómero de di(met)acrilato seleccionado del grupo que consiste en el monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior, un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (4) anterior y el monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato de no menos de 600. El monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior, el monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (4) anterior y el monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato de no menos de 600 pueden, cada uno, ser una mezcla de una pluralidad de compuestos.

#### Componente [D]

A continuación se proporciona una descripción del componente [D], es decir un monómero de (met)acrilato a excepción de los componentes [A] y [C] anteriores y/o un monómero de tio(met)acrilato.

La composición fotocurable de la presente invención comprende un monómero de (met)acrilato conocido diferente de los componentes [A], [B] y [C] y/o un monómero de tio(met)acrilato, además de los monómeros polimerizables radicalmente [A], [B] y [C].

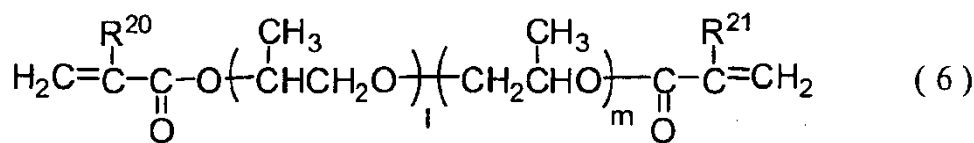
Ejemplos del componente [D] incluyen hexaacrilato de oligómero de poliéster, hexaacrilato de dipentaeritritol modificado con caprolactona, oligómeros de poliéster que tienen un peso molecular de 2.500 a 3.500 (EB80 de Daicel UCB Co., Ltd., etc.), oligómeros de poliéster tetrafuncionales que tienen un peso molecular de 6.000 a 8.000 (EB450 de Daicel UCB Co., Ltd., etc.), oligómeros de poliéster hexafuncionales que tienen un peso molecular de 45.000 a 55.000 (EB1830 de Daicel UCB Co., Ltd., etc.), oligómeros de poliéster tetrafuncionales que tienen un peso molecular de 10.000 (GX8488B de Dai-Ichi Kogyo Seiyaku Co., Ltd., etc.), 2-hidroxi-metacrilato, 2-hidroxi-acrilato, dimetacrilato de dietilenglicol, dimetacrilato de trietilenglicol, dimetacrilato de tetraetilenglicol, dimetacrilato de pentaetilenglicol, dimetacrilato de tripropilenglicol, dimetacrilato de tetrapropilenglicol, dimetacrilato de pentapropilenglicol, dimetacrilato que comprende una mezcla de polipropilenglicol y polietilenglicol (el polietileno tiene dos unidades recurrentes y el polipropileno tiene dos unidades recurrentes), metacrilato de etilenglicol bisglicídilo, dimetacrilato de bisfenol A, 2,2-bis(4-metacrilatoiloxietoxifenil)propano, 2,2-bis(3,5-dibromo-4-metacrilatoiloxietoxifenil)propano, dimetacrilato de 1,4-butilenglicol, dimetacrilato de 1,9-nonilenglicol, dimetacrilato de neopentilenglicol, bis(2-metacrilatoiloxietil)etanol, bis(metacrilatoiloxietil)etanol, bis(acrilatoiloxietil)etanol, 1,2-bis(metacrilatoiloxietil)etanol, 1,2-bis(acrilatoiloxietil)etanol, bis(2-metacrilatoiloxietil)etanol, bis(2-acrilatoiloxietil)etanol, 1,2-bis(metacrilatoiloxietil)etanol, 1,2-bis(acrilatoiloxietil)etanol, 1,2-bis(metacrilatoiloxietil)isopropil)isopropil)sulfuro, 1,2-bis(acrilatoiloxietil)isopropil)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 ácidos carboxílicos insaturados tales como anhídrido maleico; compuestos éster de ácido acrílico o ácido metacrílico tal como metacrilato de metilo, metacrilato de bencilo, metacrilato de fenilo y metacrilato de 2-hidroxietilo; y compuestos éster de ácido tioacrílico o ácido tiometacrílico tal como acrilato de metiltilio, acrilato de benciltio y tiometacrilato de bencilo o (met)acrilatos de uretano polifuncionales que tienen un equivalente de (met)acrilato no menor de 100 y menor de 600, especialmente met)acrilatos de uretano polivalentes que tienen un equivalente de (met)acrilato no menor de 100 y menor de 600, tal como di(met)acrilato de uretano.

Los (met)acrilatos de uretano polivalentes anteriores incluyen monómeros de (met)acrilato de uretano polifuncionales que tienen un equivalente de (met)acrilato mayor de 100 y menor de 600 y mayor de dos estructuras de uretano en la molécula. De estos, desde el punto de vista de la ligera resistencia de una resina curada se prefiere un monómero de (met)acrilato de uretano polifuncionales que no tenga un anillo aromático en la estructura molecular y que no amarillee. Más específicamente, el monómero de (met)acrilato de uretano polifuncional es una mezcla de reacción obtenida haciendo reaccionar diisocianato de hexametileno, diisocianato de isoforona, isocianato de lisina, diisocianato de 2,2,4-hexametileno, diisocianato de ácido dimérico, isocianato de isopropilideno-bis-4-ciclohexilo, diisocianato de dicitlohexilmetano, diisocianato de norborneno o diisocianato de metilciclohexano con un poliol polifuncional de bajo peso molecular tal como un polialquilenglicol que tiene una unidad recurrente tal como óxido de

etileno, óxido de propileno u óxido de hexametileno que tiene de 2 a 4 átomos de carbono, o un diol de poliéster ilustrado por policaprolactona diol, policarbonato diol o polibutadieno diol, o un diol de bajo peso molecular conocido 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-ciclohexanodimetanol, glicerina, trimetilolpropano o pentaeritritol, para obtener un prepolímero de uretano y, después, haciéndola reaccionar con 2-hidroxi (met)acrilato, o una mezcla de reacción obtenida haciendo reaccionar directamente el diisocianato anterior con 2-hidroxi (met)acrilato. Es un monómero de (met)acrilato de uretano que tiene un peso molecular, preferentemente, no menor de 400 y menor de 2.500, más preferentemente no menor de 400 y menor de 1.300. El número de grupos funcionales del (met)acrilato es, preferentemente, de 2 a 15. Cuando el número de grupos funcionales es grande, el producto fotocromático curado obtenido puede ser frágil. Por tanto, se prefiere un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene 2 grupos funcionales. Cuando el monómero de (met)acrilato de uretano es bifuncional, su equivalente de (met)acrilato es, preferentemente, no menor de 200 y menor de 600 porque su efecto de mejora de las propiedades mecánicas es grande. Ejemplos específicos del monómero de (met)acrilato de uretano incluyen U-4HA polifuncional (peso molecular de 596, 4 grupos funcionales), U-6HA (peso molecular de 1019, 6 grupos funcionales), U-6LPA (peso molecular de 818, 6 grupos funcionales), U-15HA (peso molecular de 2.300, 15 grupos funcionales), y U-2PPA bifuncional (peso molecular de 482), UA-122P (peso molecular de 1.100) y U-122P (peso molecular de 1.100) (de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd.) y EB4858 (peso molecular de 454) (de Daicel UCB Co., Ltd.).

Los componentes [D] anteriores se pueden usar solos o en combinación de dos o más.

De los componentes [D] anteriores, preferentemente se usa particularmente un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (6) siguiente para obtener un producto fotocromático curado de índice de refracción bajo que tiene un índice de refracción de 1,49 a 1,51.

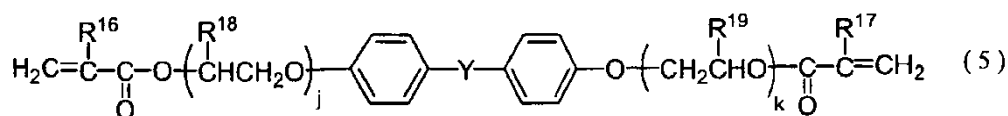


(En la fórmula anterior, R<sup>20</sup> y R<sup>21</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, y "i" y "m" son cada uno un número entero no inferior a 0, con la condición de que cuando R<sup>20</sup> y R<sup>21</sup> son ambos grupos metilo, (1+m) es no menor de 2 y menor de 7 como valor promedio, cuando R<sup>20</sup> es un grupo metilo y R<sup>21</sup> es un átomo de hidrógeno, (1+m) es no menor de 2 y menor de 5 como valor promedio, y cuando R<sup>20</sup> y R<sup>21</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (1+m) es no menor de 2 y menor de 3 como valor promedio).

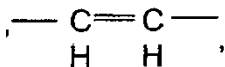
El monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (6) anterior generalmente se obtiene como una mezcla de moléculas que tienen pesos moleculares diferentes. Por tanto, "i" y "m" se expresan como valores promedio.

Ejemplos del monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (6) anterior incluyen monómeros de di(met)acrilato tales como dimetacrilato de tripropilenglicol y dimetacrilato de tetrapropilenglicol. Adicionalmente, cuando se usa el monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (6), el número de átomos de carbono y de átomos de hidrógeno se hace demasiado grande en la estructura de la resina, de modo que la resina se hace frágil. Por tanto, se prefiere una composición fotocromática que mejora la resistencia de la resina mezclando una composición fotocromática que contiene el (met)acrilato de uretano polifuncional que tiene un equivalente de (met)acrilato no mayor de 100 y menor de 600.

Como otra combinación óptima, para obtener un producto fotocromático curado que tenga un índice de refracción de 1,52 a 1,57, preferentemente se usa un monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula (5) siguiente como componente [D].



(En la fórmula anterior, R<sup>16</sup> y R<sup>17</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>18</sup> y R<sup>19</sup> son cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, el grupo Y es uno cualquiera de los grupos -O-, -S-, -S(O)<sub>2</sub>-, -C(O)-, -CH<sub>2</sub>-.



5 "-C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-, -C(CH<sub>3</sub>)(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)-, y "j" y "k" son, cada uno, un número entero no inferior a 1, con la condición de que cuando R<sup>16</sup> y R<sup>17</sup> son ambos grupos metilo, (j + k) no es menor de 2 y menor de 7 como valor promedio, cuando R<sup>16</sup> es un grupo metilo y R<sup>17</sup> es un átomo de hidrógeno, (j+k) no es menor de 2 y menor que 5 como valor promedio, y cuando R<sup>16</sup> y R<sup>17</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (j+k) no es menor de 2 y menor de 3 como valor promedio;

10 El monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula (5) anterior generalmente se obtiene como una mezcla de moléculas que tienen pesos moleculares diferentes. Por tanto, "j" y "k" se expresan como valores promedio.

Ejemplos del compuesto representado por la fórmula (5) anterior 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.

15 Desde los puntos de vista de la resistencia mecánica y la moldeabilidad, preferentemente se usa 2, 2-bis (4-metacrililoiloxietoxifenil) propano en el que el valor promedio de (j+k) es 2,6.

#### Proporción entre cada componente y el total de los monómeros polimerizables

20 Los monómeros polimerizables usados en la presente invención son [A] un monómero polimerizable radicalmente que tiene un grupo epoxi, [B] un monómero polimerizable radicalmente polifuncional, [C] al menos un monómero de (met)acrilato seleccionado del grupo que consiste en un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior, un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior, un monómero de d(met)acrilato representado por la fórmula (4) anterior y un monómero de di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato no menor de 600 y [D] un monómero de (met)acrilato y/o un monómero de (met)tioacrilato descrito anteriormente. En cuanto a la proporción de cada componente, el contenido del componente [A] es no menor de 0,1 partes y menor de 5,0 partes en masa, el contenido del componente [B] es de 1,0 a 15,0 partes en masa, el contenido del componente [C] es de 1,0 a 30,0 partes en masa y el contenido del componente [D] es no menor de 50,0 partes y menor de 97,9 partes en masa. La cantidad total de los componentes [A], [B], [C] y [D] es 100 partes en masa.

30 En la presente invención, el contenido del componente [A] es, preferentemente, de 0,1 a 3 partes en masa en base al mismo patrón que anteriormente con el fin de prevenir la decoloración roja con el paso del tiempo y el amarilleamiento en un estado inactivado del producto fotocromático curado obtenido. El contenido del componente [B] es, preferentemente, de 3,0 a 10,0 partes en masa, particularmente preferentemente de 5,0 a 7,0 partes en masa en base al mismo patrón desde los puntos de vista del efecto de mejora de la velocidad de decoloración del producto fotocromático curado obtenido y la resistencia mecánica del material cuando la cantidad total de todos los monómeros polimerizables es 100 partes en masa. El contenido del componente [C] es, preferentemente, de 3,0 a 20,0 partes en masa, particularmente preferentemente de 5,0 a 15,0 partes en masa en base al mismo patrón desde los puntos de vista del efecto de mejora de la velocidad de decoloración del producto fotocromático curado obtenido y de la resistencia térmica del material. El componente [D] se mezcla en una cantidad que garantiza que la cantidad total de los componentes [A], [B], [C] y [D] se convierte en 100 partes en masa.

40 En la presente invención, el producto fotocromático curado obtenido exhibe un efecto excelente cuando se satisface la proporción anterior de los componentes [A], [B] y [C]. Incluso cuando se ajusta el índice de refracción del producto fotocromático curado obtenido del componente [D] se puede prevenir la decoloración roja a lo largo del tiempo y el amarilleamiento en un estado inactivado del producto fotocromático curado y se puede obtener un producto fotocromático curado que tiene propiedades fotocromáticas excelentes y una resistencia mecánica y una resistencia térmica elevadas.

45 Para obtener un producto fotocromático curado con un índice de refracción de 1,49 a 1,51 a partir de la composición fotocromática curable de la presente invención, preferentemente el contenido del monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (6) anterior es, preferentemente, de 25 a 95 % en masa, más preferentemente de 30 a 75 % en masa, el contenido del (met)acrilato de uretano polifuncional que tiene un equivalente de (met)acrilato no menor de 100 y menor de 600 es, preferentemente, de 5 a 75 % en masa, más preferentemente de 25 a 70 % en masa en base al 100 % en masa del total de los componentes [D], y el monómero de di(met)acrilato como componente [C] es, preferentemente, un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) anterior. De los monómeros de di(met)acrilato representado por la fórmula (6) anterior, particularmente preferidos son dimetacrilato de tripropilenglicol y dimetacrilato de tetrapropilenglicol. De los (met)acrilatos de uretano polifuncionales que tienen un equivalente de (met)acrilato no menor de 100 y menor de 600, se prefiere particularmente un monómero de (met)acrilato de uretano bifuncional que tiene un equivalente de (met)acrilato no menor de 200 y menor de 600.

Adicionalmente, de los monómeros de di(met)acrilato representados por la fórmula (3) anterior, son particularmente preferidos dimetacrilato de polietilenglicol (e = 9, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 536, dimetacrilato de politetrametilenglicol (e = 14, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 736, dimetacrilato de polietilenglicol (e = 7, f = 0) que tiene un peso molecular promedio 536, diacrilato de polietilenglicol (e = 3, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 258, diacrilato de polietilenglicol (e = 4, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 308 y diacrilato de polietilenglicol (e = 9, f = 0) que tiene un peso molecular promedio de 522. En términos de propiedades fotocromáticas y resistencia mecánica se prefiere una composición fotocromática curable que tiene esta constitución.

Para ajustar el índice de refracción, como componente [D] se puede usar dimetacrilato de trietilenglicol o dimetacrilato de tetraetilenglicol que es un monómero de di(met)acrilato que tiene mas de 3 y menos de 5 cadenas de etilenglicol como unidad recurrente. En este caso, se puede usar de 40 a 63 % en masa del monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (6) anterior, de 25 a 37 % en masa del (met)acrilato de uretano polifuncional que tiene un equivalente de (met)acrilato no menor de 100 y menor de 600 y de 0 a 35 % en masa del monómero de di(met)acrilato anterior que tiene más de 3 y menos de 5 cadenas de etilenglicol como unidad recurrente.

Para obtener un producto fotocromático curado con un índice de refracción de 1,52 a 1,57 a partir de la composición fotocromática curable de la presente invención, preferentemente el contenido del monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (5) anterior es no menor del 25% en masa en base al 100 % en masa del total de todos los componentes [D] y el monómero de di(met)acrilato como componente [C] es un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (4) anterior. De los monómeros de di(met)acrilato representados por la fórmula (5) anterior, particularmente preferido es 2,2-bis(4-metacrililoiloxietoxifenil)propano que tiene un valor promedio de (j+k) de 2,6. De los monómeros de di(met)acrilato representados por la fórmula (4) anterior, son particularmente preferidos 2,2-bis[4-metacriloxi· polietoxi]fenil]propano (g+h = 10), 2,2-bis[4-acriloxi· dietoxi]fenil]propano (g+h = 4) y 2,2-bis[4-acriloxi· polietoxi]fenil]propano (g+h = 10). Las propiedades fotocromáticas y la resistencia mecánica de un producto fotocromático curado obtenido de la composición fotocromática curable que tiene esta constitución pueden mejorarse adicionalmente.

Como el resto del componente [D] se puede usar dimetacrilato de trietilenglicol o dimetacrilato de tetraetilenglicol que es un monómero de di(met)acrilato que tiene mas de 3 y menos de 5 cadenas de etilenglicol como unidad recurrente, para ajustar el índice de refracción.

Adicionalmente, a la composición fotocromática de la presente invención preferentemente se añade un agente de control de la polimerización conocido con el fin de mejorar la moldeabilidad de la composición fotocromática curable. Ejemplos del agente de control de la polimerización conocido incluyen toles, tales como t-dodecilmercaptano,  $\alpha$ -metilestireno y dímero de  $\alpha$ -metilestireno. En la presente invención, el dímero de  $\alpha$ -metilestireno o una combinación de  $\alpha$ -metilestireno y del dímero de de  $\alpha$ -metilestireno es particularmente preferido y la cantidad del mismo es, preferentemente, de 1 a 10 partes en masa en base a 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables de la presente invención.

#### Componente [E]

A continuación se proporciona una descripción del compuesto fotocromático como el componente [E].

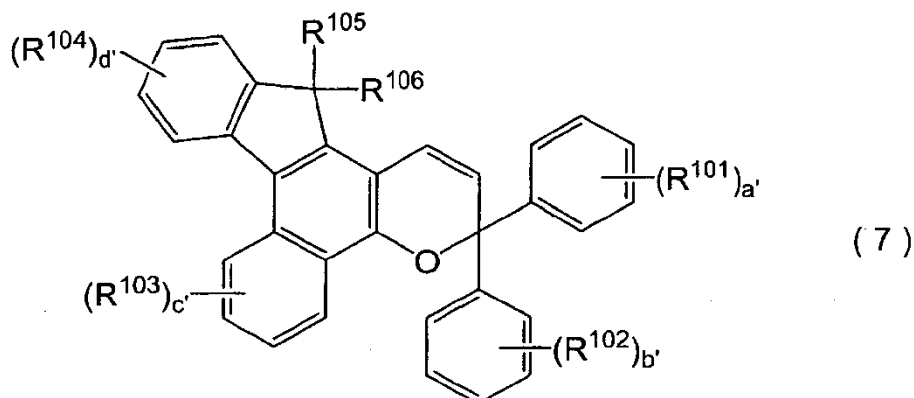
El compuesto fotocromático se usa en una cantidad que garantiza la obtención las propiedades fotocromáticas deseadas. El contenido del componente [E] es, preferentemente, de 0,001 a 10 partes en masa en base a 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables anteriores (componentes [A], [B], [C] y [D]). La composición fotocromática curable de la presente invención se usa particularmente preferentemente para fabricar una lente de plástico mediante un procedimiento de moldeo. Dado que un producto curado de la composición fotocromática curable se usa como una lente de plástico directamente en este caso, el contenido del compuesto fotocromático es, más preferentemente, de 0,001 a 2 partes en masa, más preferentemente de 0,001 a 1 partes en masa en base a 100 partes en masa del total de los monómeros polimerizables anteriores.

Un compuesto que muestra una función fotocromática se puede usar como el compuesto fotocromático. Los compuestos fotocromáticos, tales como los compuestos de fulgida, los compuestos de cromeno y los compuestos de espirooxazina son bien conocidos y se pueden usar en la presente invención. Los compuestos de fulgida y los compuestos de cromeno conocidos divulgados por la USP 4.882.438, USP 4.960.678, UPS 5.130.058 y USP 5.106.998 se pueden usar de forma ventajosa.

Los compuestos recién descubiertos por los inventores de la presente invención como compuestos que tienen propiedades fotocromáticas excelentes, tales como los compuestos divulgados en los documentos 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 y JP-A 08 - 157467 también se pueden usar de forma ventajosa.

De estos, los compuestos fotocromicos divulgados por los documento WO01/60811, USP 4.913.544 y USP 5.623.005 se pueden usar de forma ventajosa. De estos compuestos fotocromicos, los compuestos fotocromicos basados en cromo se pueden usar particularmente de forma ventajosa porque tienen una durabilidad de las propiedades fotocromicas más alta que otros compuestos fotocromicos y el efecto de mejorar la densidad óptica del color y la velocidad de decoloración, que son propiedades fotocromicas por la presente invención es superior a la de otros compuestos fotocromicos.

Adicionalmente, de estos compuestos fotocromicos basados en cromo, los compuestos representados por la fórmula (7) siguiente pueden usarse de forma ventajosa porque la decoloración roja del producto fotocromico curado obtenido en el momento del almacenamiento es rara.



{En la fórmula anterior, R<sup>101</sup> es un grupo amino monovalente cíclico o acíclico que tiene de 2 a 10 átomos de carbono que pueden contener un heteroátomo excepto nitrógeno, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup>, R<sup>104</sup>, R<sup>105</sup> y R<sup>106</sup> son cada uno de forma independiente un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o un grupo arilo, un grupo heterocíclico que tiene un heteroátomo y unido por el átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo de halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi, R<sup>105</sup> y R<sup>106</sup> pueden estar unidos para formar un anillo, "a", "b", "c" y "d" representan el número de sustituyentes de R<sup>101</sup>, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup> y R<sup>104</sup>, respectivamente, "a" y "b" son cada uno un número entero de 0 a 5, y "c" y "d" son cada uno un número entero de 0 a 4, con la condición de que cuando "a", "b", "c" y "d" son cada uno más de 2, los R<sup>101</sup>, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup> y R<sup>104</sup> pueden ser iguales o diferentes.}

El grupo amino monovalente cíclico o acíclico (R<sup>101</sup>) que tiene de 2 a 10 átomos de carbono que pueden contener un heteroátomo excepto nitrógeno obtiene el efecto de prevención de la decoloración roja cuando se usa en combinación con los monómeros polimerizables radicalmente usados en la presente invención. Por tanto, el grupo amino cíclico es, preferentemente, un grupo pirrolidinilo, un grupo piperidinilo o un grupo morfolino, y el grupo amino acíclico es, preferentemente, un grupo dialquilamino que no tiene más de 6 átomos de carbono de alquilo, particularmente preferentemente un grupo N,N-dimetilamino o un grupo N,N-diethylamino.

R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup>, R<sup>104</sup>, R<sup>105</sup> y R<sup>106</sup> son, cada uno de forma independiente, un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o un grupo arilo, un grupo heterocíclico que tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo o unido por el átomo de nitrógeno, un grupo ciano, un grupo nitro, un átomo de halógeno, un grupo halogenoalquilo o un grupo halogenoalcoxi como se ha descrito anteriormente.

El grupo alquilo es, preferentemente, un grupo alquilo que tiene de 1 a 9 átomos de carbono. Ejemplos preferidos del grupo alquilo incluyen un grupo metilo, un grupo etilo, un grupo n-propilo, un grupo isopropilo, un grupo n-butilo, un grupo sec-butilo y el un grupo terc-butilo.

El grupo cicloalquilo es, preferentemente, un grupo alquilo que tiene de 3 a 12 átomos de carbono. Ejemplos adicionales del grupo alquilo incluyen un grupo ciclopropilo, un grupo ciclobutilo, un grupo ciclopentilo, un grupo ciclohexilo, un grupo cicloheptilo y un grupo ciclooctilo.

El grupo alcoxi es, preferentemente, un grupo alcoxi que tiene de 1 a 5 átomos de carbono. Ejemplos preferidos del grupo alcoxi inferior incluyen un grupo metoxi, un grupo etoxi, un grupo n-propoxi, un grupo isopropoxi, un grupo n-butoxi, un grupo sec-butoxi y un grupo terc-butoxi.

El grupo aralquilo es, preferentemente, un grupo aralquilo que tiene de 7 a 11 átomos de carbono. Ejemplos preferidos del grupo aralquilo incluyen un grupo bencilo, un grupo feniletilo, un grupo fenilpropilo y un grupo

fenilbutilo.

El grupo aralcoxi es, preferentemente, un grupo aralcoxi que tiene de 6 a 10 átomos de carbono. Ejemplos preferidos del grupo aralcoxi incluyen un grupo fenoxi y un grupo naftoxi.

5 El grupo arilo es, preferentemente, un grupo de hidrocarburo aromático que tiene de 6 a 10 átomos de carbono o un grupo heterocíclico aromático que tiene de 4 a 12 átomos de carbono que forman un anillo. Ejemplos preferidos del grupo arilo incluyen grupo fenilo, grupo naftilo, grupo tienilo, grupo furilo, grupo pirrolinilo, grupo piridilo, grupo benzotienilo, grupo bentofuranilo y grupo benzopirrolinilo.

10 Asimismo, preferentemente se pueden usar un grupo arilo sustituido obtenido sustituyendo al menos un átomo de hidrógeno del grupo arilo con un sustituyente tal como el grupo alquilo, el grupo alcoxi, grupo aralquilo o grupo aralcoxi anteriores.

El grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o grupo arilo es, preferentemente, un grupo alquilamino, grupo dialquilamino, grupo arilamino o grupo diarilamino. Ejemplos del grupo amino sustituido incluyen grupo metilamino, grupo etilamino, grupo fenilamino, grupo dimetilamino, grupo dietilamino y grupo difenilamino.

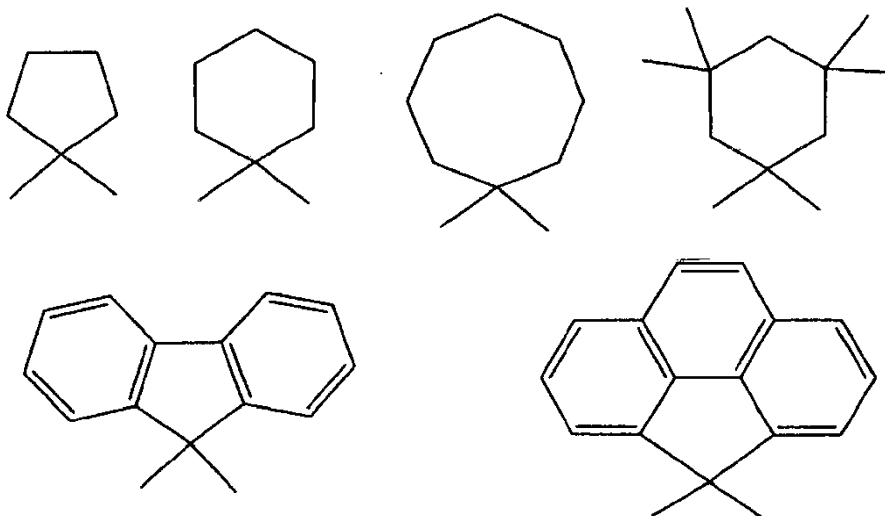
15 El grupo heterocíclico tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo y está unido por el átomo de nitrógeno. Ejemplos del grupo heterocíclico incluyen un grupo morfolino, un grupo piperidino, un grupo pirrolidinilo, un grupo piperazino, un grupo N-metilpiperazino y un grupo indolinilo.

Ejemplos del átomo de halógeno son un átomo de flúor, un átomo de cloro, un átomo de bromo y un átomo de yodo.

20 El grupo de halogenoalquilo se obtiene sustituyendo al menos un átomo de hidrógeno del grupo alquilo anterior con un átomo de flúor, un átomo de cloro o un átomo de bromo. De estos, se prefiere un grupo halogenoalquilo obtenido sustituyendo el átomo de hidrógeno con un átomo de flúor. Ejemplos preferidos del grupo halogenoalquilo incluyen un grupo fluorometilo, un grupo difluorometilo y un grupo trifluorometilo.

25 El grupo halogenoalcoxi se obtiene sustituyendo al menos un átomo de hidrógeno del grupo alcoxi anterior con un átomo de flúor, un átomo de cloro o un átomo de bromo. De estos, se prefiere un grupo halogenoalcoxi obtenido sustituyendo el átomo de hidrógeno con un átomo de flúor. Ejemplos preferidos del grupo halogenoalcoxi incluyen un grupo fluorometoxi, un grupo difluorometoxi y un grupo trifluorometoxi.

30 El anillo formado mediante la unión de  $R^{105}$  y  $R^{106}$  es, preferentemente, un anillo hidrocarburo alifático que tiene de 4 a 10 átomos de carbono que forman un anillo. Adicionalmente, un anillo de hidrocarburo aromático tal como benceno, naftaleno o el naftaleno puede condensarse con el anillo de hidrocarburo alifático. El anillo de hidrocarburo alifático puede tener un grupo alquilo o grupo alcoxi que tiene de 1 a 5 átomos de carbono como sustituyente. Los anillos mostrados a continuación son particularmente preferidos. En los anillos mostrados más adelante, el átomo de carbono (átomo de carbono espiro) que tiene dos enlaces en la posición más baja corresponde al átomo de carbono de un anillo de 5 miembros a" que están unidos  $R^{105}$  y  $R^{106}$ .

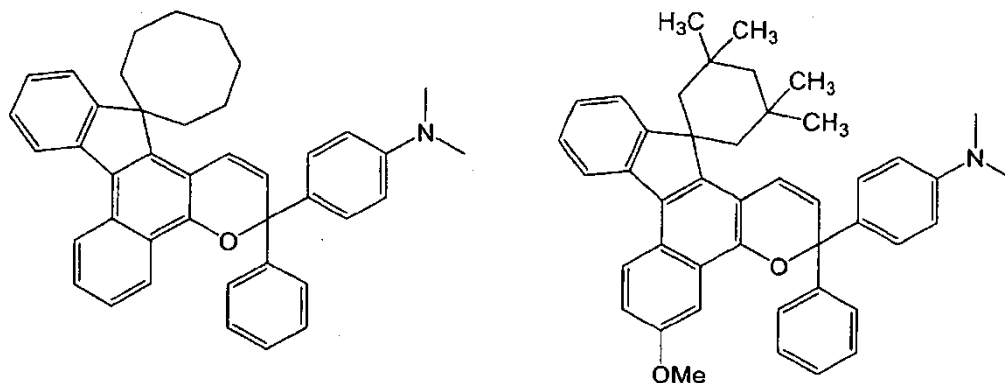


35

"a", "b", "c" y "d" representan el número de sustituyentes de  $R^{101}$ ,  $R^{102}$ ,  $R^{103}$  y  $R^{104}$ , respectivamente, "a" y "b" son cada uno un número entero de 0 a 5, y "c" y "d" son cada uno un número entero de 0 a 4, con la condición de que

cuando "a'", "b'", "c'" y "d'" son cada uno más de 2, los R<sup>101</sup>, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup> y R<sup>104</sup> pueden ser iguales o diferentes.

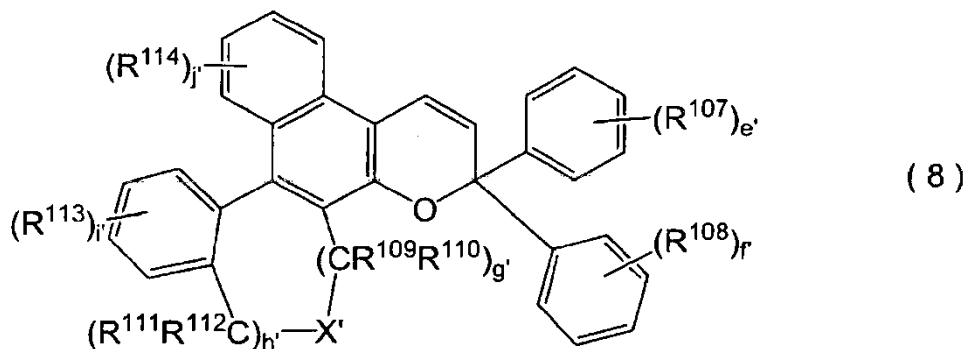
De estos compuestos de cromeno, particularmente se prefieren los compuestos de cromeno representados por las fórmulas estructurales.



5

Adicionalmente, dado que el producto fotocromico curado obtenido rara vez amarillea en el momento del almacenamiento, cuando un compuesto representado por la fórmula (8) siguiente se combina con el compuesto representado por la fórmula (7) anterior, preferentemente se usa el compuesto representado por la fórmula (8) siguiente en combinación.

10



{En la fórmula anterior, R<sup>107</sup>, R<sup>108</sup>, R<sup>113</sup> y R<sup>114</sup> son cada uno de forma independiente un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo y unido al átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi, R<sup>109</sup>, R<sup>110</sup>, R<sup>111</sup> y R<sup>112</sup> son cada uno de forma independiente un átomo de hidrógeno, grupo hidroxilo, grupo alquilo, grupo cicloalquilo, grupo alcoxilo, grupo aralquilo, grupo aralcoxi, grupo arilo, grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o grupo arilo, grupo heterocíclico que tiene un átomo de nitrógeno como heteroátomo y unido al átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo de halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi, R<sup>109</sup> y R<sup>110</sup>, R<sup>111</sup> y R<sup>112</sup>, y R<sup>109</sup> y R<sup>111</sup> pueden estar unidos para formar un anillo, y X' es un átomo de oxígeno, un enlace sencillo, un grupo representado por la siguiente fórmula (9):



(en la fórmula anterior, R<sup>115</sup> y R<sup>116</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno, un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxilo, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o un grupo arilo, un grupo heterocíclico que tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo o unido por el átomo de nitrógeno, un grupo ciano, un grupo nitro, un átomo de halógeno, un grupo halogenoalquilo o un grupo halogenoalcoxi, y R<sup>115</sup> y R<sup>116</sup> pueden estar unidos para formar un anillo) o un grupo representado por la fórmula (10) siguiente.





(en la fórmula  $R^{117}$  anterior es un átomo de hidrógeno, un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi o un grupo arilo.),

"e", "f", "g", "h", "i" y "j" representan el número de sustituyentes de  $R^{107}$ ,  $R^{108}$ ,  $CR^{109}R^{110}$ ,  $CR^{111}R^{112}$ ,  $R^{113}$  y  $R^{114}$ , respectivamente, "e" y "f" son cada uno un número entero de 0 a 5, y "g" y "h" son cada uno un número entero de 0 a 2, e "i" y "j" son cada uno un número entero de 0 a 4 con la condición de que cuando "e", "f", "g", "h", "i" y "j" son cada uno más de 2, los  $R^{107}$ ,  $R^{108}$ ,  $CR^{109}R^{110}$ ,  $CR^{111}R^{112}$ ,  $R^{113}$  y  $R^{114}$  pueden ser iguales o diferentes..}

El compuesto de cromeno representado por la fórmula (8) se mezcla, preferentemente, con el compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) anterior.

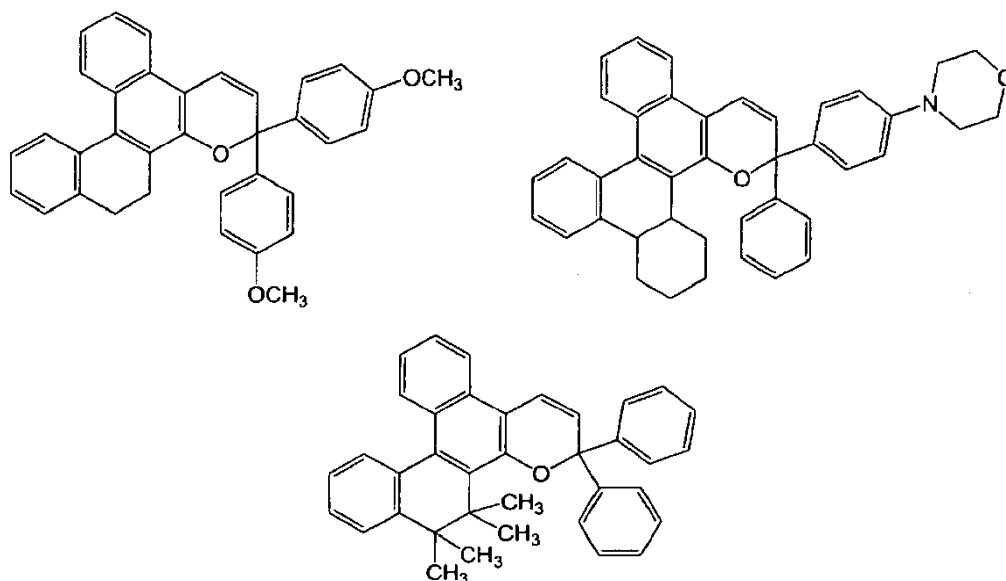
{En la fórmula anterior,  $R^{107}$ ,  $R^{108}$ ,  $R^{113}$  y  $R^{114}$  son cada uno de forma independiente un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo y unido al átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi, y  $R^{109}$ ,  $R^{110}$ ,  $R^{111}$  y  $R^{112}$  son cada uno de forma independiente un átomo de hidrógeno, grupo hidroxilo, grupo alquilo, grupo cicloalquilo, grupo alcoxi, grupo aralquilo, grupo aralcoxi, grupo arilo, grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o grupo arilo, grupo heterocíclico que tiene un átomo de nitrógeno como heteroátomo y unido al átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo de halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi. Ejemplos preferidos de estos grupos son los mismos sustituyentes que los enumerados para  $R^{102}$ ,  $R^{103}$ ,  $R^{104}$ ,  $R^{105}$  y  $R^{106}$  del compuesto de cromeno representado por la fórmula (7).

Ejemplos preferidos de los anillos formados mediante la unión de  $R^{109}$  y  $R^{110}$ ,  $R^{111}$  y  $R^{112}$ , y  $R^{109}$  y  $R^{111}$  son los mismos sustituyentes que los enumerados para  $R^{105}$  y  $R^{106}$  del compuesto de cromeno representado por la fórmula (7).

X' es un átomo de oxígeno, un enlace sencillo o un grupo representado por las fórmulas (9) o (10) anteriores. Ejemplos preferidos de  $R^{115}$  y  $R^{116}$  en la fórmula (9) anterior son los mismos sustituyentes que los enumerados para  $R^{102}$ ,  $R^{103}$ ,  $R^{104}$ ,  $R^{105}$  y  $R^{106}$  del compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) anterior. Ejemplos preferidos de del anillo formado mediante la unión de  $R^{115}$  y  $R^{116}$  son los mismos sustituyentes que los enumerados para  $R^{105}$  y  $R^{106}$  del compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) anterior.

Adicionalmente, ejemplos preferidos del sustituyente de  $R^{117}$  en la fórmula (10) anterior son los mismos sustituyentes que los enumerados para  $R^{102}$ ,  $R^{103}$ ,  $R^{104}$ ,  $R^{105}$  y  $R^{106}$  del compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) anterior.

De los anteriores, los compuestos siguientes se enumeran como compuestos de cromeno particularmente preferidos.



En el compuesto fotocromico [E] anterior, el compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) anterior exhibe un efecto excelente incluso cuando se usa solo. Por tanto, la proporción entre el compuesto de cromeno representado por la fórmula (8) y el compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) anterior se puede ajustar

de acuerdo con el color deseado en el momento del desarrollo del color. El compuesto de cromo representado por la fórmula (8) anterior generalmente se usa en una cantidad de 0 a 300 partes en masa en base a 100 partes en masa del compuesto de cromo representado por la fórmula (7) anterior. Cuando se usa el compuesto de cromo representado por la fórmula (8) anterior generalmente, debe usarse en una cantidad de, preferentemente, 10 a 300 partes en masa, más preferentemente de 25 a 200 partes en masa en base a 100 partes en masa del compuesto de cromo representado por la fórmula (7) anterior con el fin de obtener excelentes propiedades fotocromáticas. Cualquier otro compuesto fotocromático se puede usar de acuerdo con el propósito, además de los compuestos de cromo representados por las fórmulas (7) y (8) anteriores de acuerdo con el propósito.

#### Composición fotocromática curable y otros agentes de composición

- 10 La composición fotocromática curable de la presente invención se puede mezclar opcionalmente con estabilizantes y aditivos tales como un agente de liberación, absorbente de rayos ultravioletas, absorbente de infrarrojos, estabilizante de rayos ultravioletas, antioxidante, inhibidor de la coloración, agente antiestático, pigmento fluorescente, colorante, pigmento y sustancia aromatizante, además de los monómeros polimerizables y compuestos fotocromáticos anteriores.
- 15 Cuando se usa un estabilizante de ultravioletas de estos, la durabilidad del compuesto fotocromático se puede mejorar adicionalmente de forma ventajosa. Preferentemente, el estabilizante de luz ultravioleta es un estabilizante lumínico de amina impedida, antioxidante de fenol impedido o antioxidante a base de azufre. Ejemplos preferidos del estabilizante de luz ultravioleta incluyen bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)sebacato, los Adecastab 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(oxietilen)bis[3-(5-t-butil-4-hidroxi-m-tolil)propionato], IRGANOX 1010, 1035, 1075, 1098, 1135, 1141, 1222, 1330, 1425, 1520, 259, 3114, 3790, 5057 y 565 de Ciba Specialty Chemicals. La cantidad del estabilizante de luz ultravioleta no está particularmente limitada pero, preferentemente, es de 0,001 a 10 partes en masa, más preferentemente, de 0,01 a 1 partes en masa en base a 100 partes en masa de la composición curable anterior. En particular, cuando se usa una amina impedida como estabilizante de luz ultravioleta y la cantidad el mismo es demasiado grande, el efecto de mejorar la durabilidad difiere en cada compuesto y se puede producir una desviación del color después del deterioro. Por tanto, la cantidad de la amina impedida como estabilizante de luz ultravioleta es, preferentemente, de 0,5 a 30 moles, más preferentemente de 1 a 20 moles, mucho más preferentemente de 2 a 15 moles en base a 1 mol del compuesto fotocromático anterior.

#### Producto fotocromático curado, su procedimiento de fabricación e iniciador de la polimerización

- 30 El procedimiento de polimerización para obtener un producto curado a partir de la composición fotocromática curable de la presente invención no está particularmente limitado y se puede usar un procedimiento de polimerización de radicales conocido. La iniciación de la polimerización significa el uso de un iniciador de la polimerización de radicales, tales como un compuesto peróxido o azo, la aplicación de radiación ultravioletas, de rayos  $\alpha$ , de rayos  $\beta$  o de rayos  $\gamma$ , o ambos. Como ejemplo típico del procedimiento de polimerización, se emplea la polimerización por moldeo, en la que la composición fotocromática curable de la presente invención que contiene un iniciador de la polimerización de radicales se inyecta en el espacio entre moldes sujetos por un cestillo o espaciador elastomérico, se oxidan en un horno de arcilla y se extraen. Ejemplos típicos del un iniciador de la polimerización incluyen peróxidos de diacilo tales como peróxido de benzoilo, peróxido de p-clorobenzoilo, peróxido de decanoilo, peróxido de lauroilo y peróxido de acetilo; ésteres peroxi, tales como t-butilperoxi-2-etilhexanato, t-butilperoxi neodecanato, cumilperoxi neodecanato y t-butilperoxi benzoato; percarbonatos tales como diisopropilperoxi dicarbonato y di-sec-butilperoxi dicarbonato y compuestos azo tales como azobisisobutironitrilo como iniciadores de homopolimerización y compuestos a base de acetofenona tales como 1-fenil-2-hidroxi-2-metilpropan-1-ona, 1-hidroxiclohexilfenil cetona y 1-(4-isopropilfenil)-2-hidroxi-2-metilpropan-1-ona; compuestos basados en  $\alpha$ -dicarbonilo tales como 1,2-difeniletanodiona y glicoxilato de metilfenilo; y compuestos basados en acilfosfina tales como óxido de 2,6-dimetilbenzoildifenilfosfina, óxido de 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfina, éster metílico de ácido 2,4,6-trimetilbenzoildifenilfosfílico, óxido de 2,6-diclorobenzoildifenilfosfina y óxido de 2,6-dimetoxibenzoildifenilfosfina como iniciadores de la fotopolimerización. Estos iniciadores de la polimerización se pueden usar solos o en combinación de dos o más. Un iniciador de la termopolimerización y un iniciador de la fotopolimerización se pueden usar en combinación. Cuando se usa un iniciador de la fotopolimerización, se puede usar en combinación un acelerador de la polimerización conocido, tal como una amina terciaria.

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

- 55 Para polimerizar la composición fotocromática curable de la presente invención, la temperatura, en las condiciones de polimerización, tiene una influencia sobre las propiedades del producto fotocromático curado obtenido. Dado que esta condición de temperatura que está influida por el tipo y la cantidad del iniciador de la polimerización de radicales y los tipos de los monómeros no se pueden limitar completamente, en general, se prefiere la denominada "polimerización gradual" en la que la polimerización se inicia a una temperatura relativamente baja, la temperatura se eleva lentamente y la composición se cura a una temperatura alta al final de la polimerización. Dado que el tiempo de polimerización difiere de acuerdo con varios factores como la temperatura, se prefiere determinar el tiempo

óptimo de acuerdo con estas condiciones. Se prefiere seleccionar condiciones que aseguren que la polimerización se completa en de 2 a 24 horas.

Propiedades características y postratamiento del producto fotocromico curado

5 El producto fotocromico curado obtenido mediante polimerización de la composición fotocromica curable de la presente invención mediante el procedimiento anterior se puede formar en una lente de plástico fotocromica que exhibe propiedades excelentes de estabilidad durante el almacenamiento, resistencia mecánica y fotocromicas.

10 Adicionalmente, el producto fotocromico curado obtenido mediante el procedimiento anterior se puede someter al siguiente tratamiento de acuerdo con su finalidad de aplicación. Es decir, se puede someter a procesamiento o tratamiento secundario, tal como coloración con un pigmento, tal como un pigmento de dispersión, o un agente de recubrimiento duro que comprende un agente de acoplamiento de silano y solo de silicio, circonio, antimonio, aluminio, estaño o tungsteno como componente principal, o procesamiento anti-reflexión mediante el depósito de una película fina de un óxido de metal, tal como SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, o ZrO<sub>2</sub>, o procesamiento anti-reflexión mediante la formación de una película de recubrimiento fina de polímero orgánico, o tratamiento antiestático.

**Ejemplos**

15 Los ejemplos siguientes se proporcionan con fines ilustrativos de la presente invención pero, de ningún modo, se deben considerar limitantes de la misma.

Los compuestos usados en los ejemplos siguientes se proporcionan a continuación.

(monómeros polimerizables: componente)

Componente [A]

20 GMA: metacrilato de glicidilo

EOGMA: metacrilato de 2-glicidiloxietilo

GA: acrilato de glicidilo

Componente [B]

TMPT: trimetacrilato de trimetilolpropano

25 D-TMP: tetrametacrilato de ditrimetilolpropano

A-TMMT: tetracrilato de tetrametilolmetano

Componente [C]

9G: diacrilato de polietilenglicol (longitud promedio de la cadena de las cadenas de etilenglicol de 9, peso molecular promedio de 536) A200: diacrilato de tetraetilenglicol

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

APG200: diacrilato de tripropilenglicol

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

35 APG700: diacrilato de polipropilenglicol (longitud promedio de la cadena de las cadenas de propilenglicol de 12, peso molecular promedio de 808)

BPE500: 2,2-bis[4-(metacriloxi-poli-etoxi)fenil]propano (longitud promedio de la cadena de las cadenas de etilenglicol de 10, peso molecular promedio de 804)

40 UA4200: 'UA-4200' de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd., (met)acrilato de uretano bifuncional (equivalente de acrilato de 750)

UA4400: 'UA-4400' de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd., (met)acrilato de uretano bifuncional (equivalente de acrilato de 750)

ACHD: diacrilato de ciclohexanodimetanol etoxilado (longitud promedio de la cadena de las cadenas de etilenglicol de 4)

45 APTMG: diacrilato de politetrametilenglicol (longitud promedio de la cadena de las cadenas de tetrametilenglicol

de 9) Componente [D]

3G: Dimetacrilato de trietilenglicol

4G: Dimetacrilato de tetraetilenglicol

3PG: Dimetacrilato de tripropilenglicol

5 4PG: Dimetacrilato de tetrapropilenglicol

U4HA: 'U4HA' de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd., (met)acrilato de uretano tetrafuncional (equivalente de acrílo de 149, peso molecular de 596)

BPE100: 2,2-bis[4-(metacriloxietoxi)fenil]propano (longitud promedio de la cadena de las cadenas de etilenglicol de 2,6, peso molecular promedio de 478)

10 3S4G: bis(2-metacrilolioxietiltioetil)sulfuro

3S2G: bis(2-metacriloliltioetil)sulfuro

U2PPA: 'U-2PPA' de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd., (met)acrilato de uretano bifuncional (equivalente de acrílo de 240, peso molecular de 482)

15 U122P: 'U-122P' de Shin-Nakamura Chemical Co., Ltd., (met)acrilato de uretano bifuncional (equivalente de acrílo de 550, peso molecular de 1,100)

EB4858: Fabricado por Daicel UCB Co., Ltd., metacrilato de uretano bifuncional (equivalente de acrílo de 227)

AMePEG(454): éter metílico de acrílo de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 454

MePEG: éter metílico de acrílo de polietilenglicol que tiene un peso molecular promedio de 468

HEMA: Metacrilato de hidroximetilo

20 (otros componentes monoméricos)

MS:  $\alpha$ -metilestireno

MSD: Dímero de  $\alpha$ -metilestireno

Aditivos

Estabilizante

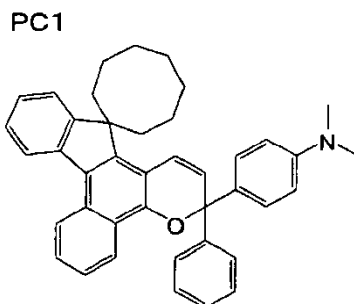
25 HALS: bis(1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidil)sebacato (peso molecular de 508)

Colorante

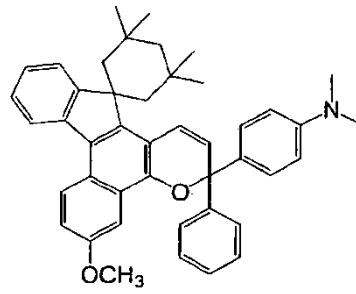
Violeta D: colorante de violeta (nombre comercial: Diaresin Violet D, fabricado por Mitsubishi Chemical Corporation) Iniciador

ND: Neodecanato de t-butilperoxi (nombre comercial: Perbutyl ND, fabricado por NOF Corporation)

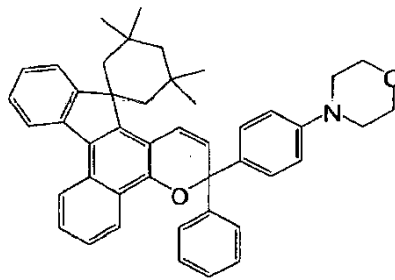
30 O: peroxi-2-etilhexanato de 1,1,3,3-tetrametilbutilo (nombre comercial: Perocta O, fabricado por NOF Corporation) Compuesto fotocrómico [E]



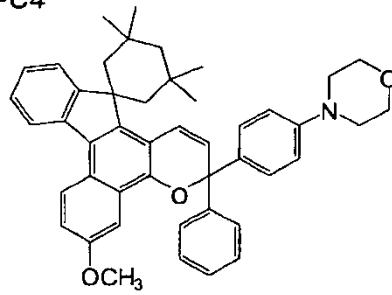
PC2



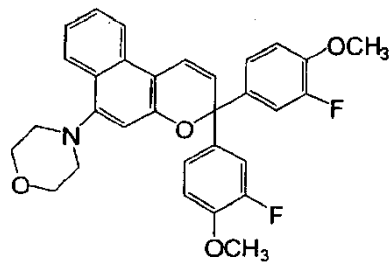
PC3



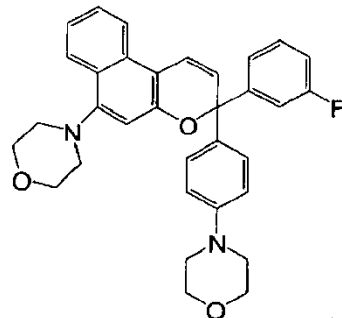
PC4



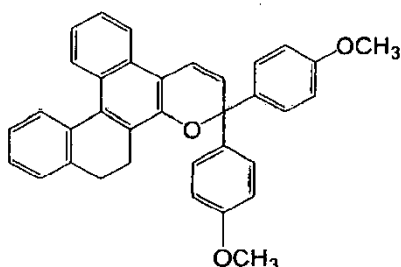
PC5



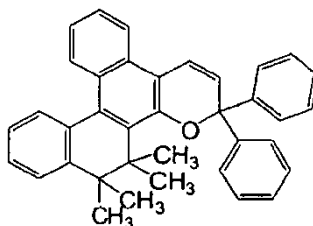
PC6



PC7



PC8

**Ejemplo 1**

5 0,04 partes en masa de PC1, 0,1 partes en masa de HALS y 1 partes en masa de Perbutyl ND y 0,1 partes en masa de Perocta O como iniciadores de la polimerización se añadieron y mezclaron completamente con 100 partes en masa de monómeros polimerizables que consisten en 1 parte en masa de metacrilato de glicidilo [A], 8 partes en masa de TMPT [B], 5 partes en masa de A200 [C], 32 partes en masa de 4G [D], 49 partes en masa de BPE100, 9 partes en masa de  $\alpha$ MS y 2 partes en masa de MSD (esta composición se muestra en la Tabla 1). Esta solución mixta se inyectó en un molde para moldeado compuesto por una lámina de vidrio y un cestillo fabricado con un copolímero de acetato de etilenvinilo y sustancialmente toda la cantidad de la composición monomérica anterior se polimerizó mediante polimerización por moldeo. La polimerización se llevó a cabo en un horno de aire elevando gradualmente la temperatura de 30 a 90 °C durante 18 horas y manteniendo la temperatura a 90 °C durante 2 horas. Una vez finalizada la polimerización, el producto curado obtenido se extrajo del molde de vidrio.

15 El producto fotocromático curado obtenido (espesor de 2 mm) se usó como muestra y se irradió con un haz que tiene una intensidad sobre la superficie del polímero de 2,4 mW/cm<sup>2</sup> a una longitud de onda de 365 nm y 24  $\mu$ W/cm<sup>2</sup> a 245 nm de la lámpara de xenón L-2480 (300W) SHL-100 de Hamamatsu Photonics K.K. a través de un filtro de aeromasa (fabricado por Corning Inc.) a 20°C  $\pm$  1°C durante 120 segundos para desarrollar un color para medir sus propiedades fotocromáticas. Las propiedades fotocromáticas se evaluaron mediante los procedimientos siguientes y se muestran en la Tabla 7.

20 1) Longitud de onda máxima de absorción ( $\lambda$  máx): Longitud de onda máxima de absorción después del desarrollo del color obtenida mediante el espectrofotómetro (fotodetector multicanales instantáneo MCPD1000) de Ohtsuka Electronics Co., Ltd. La longitud de onda máxima de absorción se conecta con un color en el momento del desarrollo del color.

25 2) Coloración inicial (Abs.): absorbancia  $\epsilon(0)$  a la longitud de onda máxima de absorción cuando el producto fotocromático curado no se irradia. Cuando la absorbancia  $\epsilon(0)$  es 0,02, la coloración se puede confirmar visualmente y cuando la absorbancia  $\epsilon(0)$  es no menor de 0,04, aparentemente se puede confirmar visualmente una gran coloración.

30 3) Densidad óptica del color  $\{\epsilon(120) - \epsilon(0)\}$ : diferencia entre la absorbancia  $\{\epsilon(120)\}$  tras 120 segundos de irradiación a la longitud de onda máxima de absorción y la absorbancia  $\epsilon(0)$  anterior. Se puede decir que a medida que este valor se hace más grande, las propiedades fotocromáticas se convierten en más excelentes. El color que se desarrolló en el exterior se evaluó visualmente.

35 4) Velocidad de la decoloración  $[t_{1/2}(s)]$ : Tiempo transcurrido hasta que la absorbancia a la longitud de onda máxima anterior de la muestra desciende hasta 1/2 de  $\{\epsilon(120) - \epsilon(0)\}$  cuando la irradiación continúa durante 120 segundos y después se detiene. Se puede decir que a medida que el tiempo es más corto, las propiedades fotocromáticas se convierten en más excelentes.

5) Durabilidad (%) =  $\{(A_{200}/A_0) \times 100\}$ : El siguiente ensayo de estimulación del deterioro se llevó a cabo para evaluar la durabilidad del color desarrollado mediante exposición. Es decir, el deterioro del polímero (muestra) obtenido se estimuló durante 200 horas mediante la lámpara de xenón X25 de Suga Test Instruments Co., Ltd.

Después, la densidad óptica del color se evaluó antes y después del ensayo y la densidad óptica del color (A0) antes del ensayo y la (A200) después del ensayo se midieron para calcular  $\{(A200/A0) \times 100\}$  como la tasa residual (%), que es un índice de la durabilidad del color desarrollado. A medida que la tasa residual aumenta, la durabilidad de color desarrollado se prolonga.

5 Adicionalmente, las propiedades características del material base se evaluaron para los siguientes elementos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7.

6) Estabilidad durante el almacenamiento de la lente 1 (coloración en el momento de la no exposición)  $\Delta b^*$ : El producto fotocromático curado anterior se almacenó en un higrostató térmico a 60 °C y 90% durante una semana como ensayo de estimulación de la estabilidad durante el almacenamiento para medir su cambio en el momento de la no exposición. En cuanto al procedimiento de medición, el espectro del  $\epsilon(0)$  anterior se modificó en el sistema de especificación de color  $L^*a^*b^*$  en base a JIS (JISZ8729) y el cambio de  $b^*$  indicativo del amarilleamiento se expresó como  $\Delta b^* = b^*$  (tras 1 semana) -  $b^*$  (inicial). Cuando  $\Delta b^*$  aumenta, el producto fotocromático curado se hace más amarillo. Se entiende que cuando  $\Delta b^*$  es mayor de 0,5, el producto fotocromático curado se convierte en, aparentemente, amarillo. Se supone que este ensayo corresponde a 1 año del almacenamiento real.

7) Estabilidad durante el almacenamiento de la lente 2 (enrojecimiento en el momento del desarrollo de color)  $\Delta a^*$ : El producto fotocromático curado anterior se almacenó en un higrostató térmico a 60 °C y 90% durante una semana como ensayo de estimulación de la estabilidad durante el almacenamiento para medir su cambio en el momento del desarrollo del color. En cuanto al procedimiento de medición, el espectro del  $\epsilon(120)$  anterior se modificó en el sistema de especificación de color  $L^*a^*b^*$  en base a JIS (JISZ8729) y el cambio de  $a^*$  indicativo del amarilleamiento se expresó como  $\Delta a^* = a^*$  (tras 1 semana) -  $a^*$  (inicial). Cuando  $\Delta a^*$  aumenta, el producto fotocromático curado se hace más rojo. Se entiende que cuando  $\Delta a^*$  es mayor de 1, el producto fotocromático curado se convierte en, aparentemente, rojo. Se supone que este ensayo corresponde a 1 año del almacenamiento real.

8) Dureza en la escala L de Rockwell (HL): Después de mantener el producto curado anterior en un cuarto a 25°C durante un día se midió su dureza en la escala L de Rockwell con el medidor de dureza de Rockwell (tipo: AR-10) de Akashi Co., Ltd.

9) Resistencia a la tracción (kgf): Se formó una muestra similar a un disco con un espesor de 2 mm y un diámetro de 5 cm a partir del producto curado obtenido, se perforaron dos agujeros con un diámetro de 2 mm en la muestra similar a un disco en las posiciones a 4 mm de la periferia de la muestra en la misma línea que el diámetro de la muestra donde apunta el centro, en los dos agujeros respectivos se insertaron varillas de acero inoxidable con un diámetro de 1,6 mm y se fijaron en los mandriles superior e inferior de un analizador de la tensión a medida que penetraban en la muestra para llevar a cabo un ensayo de tensión a una velocidad de 5 mm/min con el fin de medir la resistencia a la tracción de la muestra. Cuando la resistencia a la tracción se evaluó con el CR-39 típico usado para las lentes oftálmicas, fue de 18 kgf. Cuando fue menor de 12 kgf, la muestra tenía un problema con la resistencia como una lente oftálmica.

10) Distorsión óptica: La distorsión óptica del producto curado moldeado se observó en un Nicol ortogonal. ○ indica que no hay distorsión óptica y × indica que hay distorsión óptica.

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

#### Ejemplos 2 a 40 y Ejemplos Comparativos 1 a 12

Se repitió el procedimiento del ejemplo 1 a excepción de que las composiciones fotocromáticas mostradas en las Tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se usaron para producir productos fotocromáticos curados y evaluarlos. Los resultados se muestran en las Tablas 7, 8, 9, 10 y 11.

45

Tabla 1

Nº de ejemplo	[A] (partes en masa)	[B] (partes en masa)	[C] (partes en masa)	[D] (partes en masa)	[E] (partes en masa)	Otro monómero (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
1	GMA (1)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
2	GMA (3)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (30)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
3	GMA (4)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (29)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
4	GMA (1)	TMPT (15)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (25)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
5	GMA (1)	TMPT (15)	A200 (20) BPE500 (10)	BPE100 (49) 4G (5)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
6	GMA (1)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (10)	BPE100 (34) 4G (42)	PC1 (0,04)	MS (6) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
7	GMA (1)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (23) 4G (58)	PC1 (0,04)	MS (8) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
8	GMA (1)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 3S4G (32)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
9	GMA (1)	TMPT (9)	A400 (10) BPE500 (10)	3S2G (70)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
10	GMA (1)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC4 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)



Tabla 2

Nº de ejemplo	[A] (partes en masa)	[B] (partes en masa)	[C] (partes en masa)	[D] (partes en masa)	[E] (partes en masa)	Otro monómero (partes en masa)	Acitivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
11	GMA (1)	TMPT (6)	A400 (6)	4G (48) 3PG (39)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1)
12	GMA (1)	TMPT (6)	A400 (6)	4G (48) 4PG (39)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1)
13	GMA (1)	TMPT (6)	APG700 (9)	4G (32) 4PG (39) U122P (13)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
14	GMA (1)	TMPT (15)	9G (11)	4G (21) 4PG (39) U122P (13)	PC4 (0,04)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
15	GMA (1)	TMPT (6)	APG200 (15)	4PG (39) U122P (39)	PC4 (0,04)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
16	GMA (1)	TMPT (5)	A200 (5) BPE500 (10)	4G (44) 4PG (35)	PC4 (0,04)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
17	GMA (1)	TMPT (6)	A200 (6)	4G (31) 4PG (39) U2PPA (17)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1)
18	GMA (1)	TMPT (6)	A200 (6) UA4400 (8)	4G (32) 4PG (39) U2PPA (8)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1)
19	GMA (1)	TMPT (5)	ACHD (15) UA4200 (10)	3PG (39) U2PPA (30)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1)
20	GMA (1)	TMPT (5)	APTMG (15)	3PG (39) U2PPA (40)	PC4 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1)
21	GMA (1)	TMPT (6)	APTMG (11)	3PG (66) U2PPA (16)	PC4 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)
22	GMA (1)	TMPT (6)	A200 (6) UA4200 (11)	3PG (65) U2PPA (11)	PC4 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1)

Tabla 3

Nº de ejemplo	[A] (partes en masa)	[B] (partes en masa)	[C] (partes en masa)	[D] (partes en masa)	[E] (partes en masa)	Otro monómero (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
23	GMA (1)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC1 (0,03) PC5 (0,02) PC6 (0,005)	MSD (2) MS (9)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
24	GMA (1)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC1 (0,025) PC5 (0,025) PC6 (0,03)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
25	GMA (1)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC5 (0,015)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1) VioletD (0,00004)	ND (1) O (0,1)
26	GMA (1)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC3 (0,025) PC4 (0,015) PC5 (0,02) PC6 (0,01)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1) VioletD (0,00005)	ND (1) O (0,1)
27	GMA (1)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (32)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)

Tabla 4

Nº de ejemplo	[A] (partes en masa)	[B] (partes en masa)	[C] (partes en masa)	[D] (partes en masa)	[E] (partes en masa)	Otro monómero (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
28	GMA (1)	TMPT (6)	APTMG (11)	3PG (66) U2PPA (16)	PC1 (0,03) PC5 (0,02) PC6 (0,005)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
29	GMA (1)	TMPT (6)	APTMG (11)	3PG (66) U2PPA (16)	PC1 (0,025) PC5 (0,025) PC6 (0,03)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
30	GMA (1)	TMPT (6)	APTMG (11)	3PG (66) U2PPA (16)	PC2 (0,01) PC3 (0,015) PC4 (0,025) PC5 (0,015)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1) VioletD (0,00004)	ND (1) O (0,1)
31	GMA (0,5)	TMPT (6,5)	APTMG (11)	3PG (66) U2PPA (16)	PC2 (0,005) PC3 (0,015) PC4 (0,015) PC5 (0,02) PC6 (0,01)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1) VioletD (0,00005)	ND (1) O (0,1)
32	GMA (1)	TMPT (6)	APTMG (11)	3PG (66) U2PPA (16)	PC2 (0,001) PC3 (0,015) PC4 (0,025)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)

Tabla 5

Nº de ejemplo	[A] (partes en masa)	[B] (partes en masa)	[C] (partes en masa)	[D] (partes en masa)	[E] (partes en masa)	Otro monómero (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
33	GMA (1)	TMPT (10)	A400 (15)	3PG (49) EB4858 (25)	PC3 (0,01) PC4 (0,025) PC7 (0,045)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
34	GMA (1)	TMPT (10)	A400 (15)	MePEG (5) 3PG (44) EB4858 (30)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
35	GMA (1)	TEMPT (8)	A200 (20) BPE500 (5)	BPE100 (20) 4G (46)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC8 (0,02)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
36	EOGMA (3)	TMPT (8)	A400 (20)	3PG (39) U2PPA (30)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC8 (0,02)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
37	GA (2)	TMPT (8)	A400 (20)	3PG (40) EB4858 (30)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
38	GMA (2)	D-TMP (8)	A400 (20)	3PG (40) EB4858 (30)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
39	GMA (1)	A-TMMT (10)	A200 (25)	4PG (34) U2PPA (30)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MSD (3)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
40	EOGMA (2)	D-TMP (8)	A200 (10) BPE500 (10)	BPE100 (45) 4G (25)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)

Tabla 6

Nº de ejemplo Comparativo	[A] (partes en masa)	[B] (partes en masa)	[C] (partes en masa)	[D] (partes en masa)	[E] (partes en masa)	Otro monómero (partes en masa)	Aditivo (partes en masa)	Iniciador (partes en masa)
1	GMA (9)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (24)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
2	GMA (9)	TMPT (32)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
3	GMA (5)	TMPT (37)	9G (58)	HEMA (4)	PC1 (0,04)	MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
4	GMA (5)	TMPT (65)	-	3PG (30)	PC1 (0,04)	MS (4) MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
5	GMA (1)	TMPT (8)	A200 (42)	BPE100 (49)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
6	GMA (1)	-	-	4PG (50) 3G (49)	PC1 (0,04)	MS (9) MSD (1)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
7	GMA (1)	-	-	3G (80) 4G (19)	PC1 (0,04)	-	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
8	GMA (9)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (24)	PC1 (0,03) PC5 (0,02) PC6 (0,005)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
9	GMA (9)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (24)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC5 (0,015)	MS (9) MSD (2)	HALS (1) VioletD (0,00004)	ND (1) O (0,1)
10	GMA (9)	TMPT (8)	A400 (5) BPE500 (5)	BPE100 (49) 4G (24)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MS (9) MSD (2)	HALS (0,1)	ND (1) O (0,1)
11	GMA (0,03)	TMPT (8)	A200 (5) BPE500 (5)	BPE100 (57,97) 4G (24)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025) PC7 (0,015)	MS (9) MSD (2)	HALS (1) (0,00004) VioletD	ND (1) O (0,1)
12	GMA (1)	TMPT (8)	-	AMePEG (18) BPE100 (49) 4G (42)	PC2 (0,005) PC3 (0,02) PC4 (0,025)	MS (9) MSD (2)	HALS (1) VioletD (0,00004)	ND (1) O (0,1)

Tabla 7

Nº de ejemplo	Longitud de onda máxima de absorción ( $\lambda$ máx):	Coloración inicial (Abs.)	Densidad óptica del color (Abs. )	Color desarrollado	Velocidad de decoloración (segundos)	Durabilidad (%)	Estabilidad durante el almacenamiento 1 de la lente (coloración en el momento de la no exposición) $\Delta b^*$ :
1	588 nm	0,04	1,17	Azul	73	90	0
2	588 nm	0,04	1,1	Azul	80	90	0,1
3	588 nm	0,04	1,09	Azul	90	90	0,2
4	588 nm	0,04	1,31	Azul	66	88	0,1
5	586 nm	0,04	1,28	Azul	60	87	0,1
6	586 nm	0,04	1,21	Azul	70	91	0,1
7	586 nm	0,04	1,21	Azul	70	92	0,1
8	590 nm	0,04	1,15	Azul	76	88	0,1
9	592 nm	0,04	1,11	Azul	80	86	0,1
10	579 nm	0,01	0,86	Morado azulado	65	94	0

Tabla 7 (cont.)

Nº de ejemplo	Estabilidad durante el almacenamiento de la lente 2 (enrojecimiento en el momento del desarrollo de color) $\Delta a^*$ :	Dureza en la escala L de Rockwell (HL):	Resistencia a la tracción (kgf)	Distorsión óptica	Índice de refracción
1	0,1	94	32	0	1,545
2	0,2	90	30	0	1,545
3	0,4	90	30	0	1,545
4	0,1	95	21	0	1,545
5	0,1	88	19	0	1,545
6	0,2	89	28	0	1,535
7	0,1	93	31	0	1,525
8	0,2	96	28	0	1,563
9	0,1	96	26	0	1,581
10	0	94	32	0	1,545

Tabla 8

Nº de ejemplo	Longitud de onda máxima de absorción ( $\lambda$ máx):	Coloración inicial (Abs.)	Densidad óptica del color (Abs.)	Color desarrollado	Velocidad de decoloración (segundos)	Durabilidad (%)	Estabilidad durante el almacenamiento 1 de la lente (coloración en el momento de la no exposición) $\Delta b^*$
11	573 nm	0,01	0,69	Morado azulado	95	93	0
12	576 nm	0,01	0,79	Morado azulado	76	94	0
13	574 nm	0,01	0,9	Morado azulado	76	86	0
14	574 nm	0,01	0,77	Morado azulado	78	90	0
15	576 nm	0,01	0,75	Morado azulado	92	94	0
16	577 nm	0,01	0,97	Morado azulado	45	90	0,1
17	576 nm	0,01	0,69	Morado azulado	69	94	0
18	574 nm	0,01	0,77	Morado azulado	48	88	0
19	576 nm	0,01	0,82	Morado azulado	70	90	0
20	574 nm	0,01	0,93	Morado azulado	64	90	0
21	576 nm	0,01	0,74	Morado azulado	53	92	0
22	576 nm	0,01	0,72	Morado azulado	65	88	0



Tabla 8 (continuación)

Nº de ejemplo	Estabilidad durante el almacenamiento 2 de la lente (enrojecimiento en el momento del desarrollo del color) $\Delta a^*$	Escala L de dureza de Rockwell (HL)	Resistencia a la tracción (kgf)	Distorsión óptica	Índice de refracción
11	0	101	16	0	1,501
12	0,1	94	17	0	1,500
13	0	78	22	0	1,500
14	0,1	90	16	0	1,501
15	0	90	30	0	1,499
16	0,1	70	16	0	1,505
17	0	83	23	0	1,501
18	0	81	18	0	1,502
19	0,1	80	24	0	1,502
20	0,1	89	28	0	1,501
21	0,1	86	21	0	1,504
22	0,1	87	20	0	1,504

Tabla 9

Nº de ejemplo	Longitud de onda máxima de absorción (λ máx)	Coloración inicial (Abs.)	Densidad óptica del color (Abs. )	Color desarrollado	Velocidad de decoloración (segundos)	Durabilidad (%)	Estabilidad durante el almacenamiento 1 de la lente (coloración en el momento de la no exposición) Δb*
23	474 nm	0,04	0,54	Gris	75	87	0,2
	588 nm	0,04	0,71		77	95	
24	472 nm	0,04	0,73	Marrón	77	88	0,2
	563 nm	0,03	0,61		80	93	
25	453 nm	0,02	0,55	Gris	66	91	0,1
	574 nm	0,02	0,73		62	100	
26	452 nm	0,02	0,74	Marrón	59	88	0
	564 nm	0,02	0,63		56	93	
27	464 nm	0,005	0,53	Gris	75	91	0
	574nm	0,02	0,73		62	100	
28	474nm	0,04	0,54	Gris	70	88	0,2
	582 nm	0,04	0,72		72	95	
29	472 nm	0,04	0,76	Marrón	73	85	0,2
	560 nm	0,03	0,63		75	90	
30	453 nm	0,02	0,56	Gris	58	90	0,1
	572 nm	0,02	0,74		53	99	
31	450 nm	0,02	0,74	Marrón	60	88	0
	562 nm	0,02	0,61		58	93	
32	464 nm	0,005	0,53	Gris	73	91	0
	574 nm	0,02	0,74		55	100	

Tabla 9 (continuación)

Nº de ejemplo	Estabilidad durante el almacenamiento 2 de la lente (enrojecimiento en el momento del desarrollo del calor) $\Delta a^*$	Escala L de dureza de Rockwell (HL)	Resistencia a la tracción (kgf)	Distorsión óptica	Índice de refracción
23	0,1	94	32	0	1,545
24	0,1	94	32	0	1,545
25	0,1	94	32	0	1,545
26	0,1	94	32	0	1,545
27	0,1	94	32	0	1,545
28	0,1	86	22	0	1,504
29	0,1	86	22	0	1,504
30	0,1	86	22	0	1,504
31	0,1	86	22	0	1,504
32	0,1	86	22	0	1,504

Tabla 10

Nº de ejemplo	Longitud de onda máxima de absorción ( $\lambda$ máx)	Coloración inicial (Abs.)	Densidad óptica del color (Abs. )	Color desarrollado	DD	Durabilidad (%)	Estabilidad durante el almacenamiento 1 de la lente (coloración en el momento de la no exposición) $\Delta b^*$
33	464 nm	0,01	0,69	Marrón	64	90	0,1
	570 nm	0,02	0,55		62	98	
34	460 nm	0,005	0,51	Gris	62	88	0,1
	572 nm	0,02	0,68		60	97	
35	455 nm	0,005	0,55	Gris	63	91	0,1
	572 nm	0,02	0,73		70	100	
36	458 nm	0,005	0,51	Gris	57	90	0
	570 nm	0,02	0,68		59	95	
37	460 nm	0,005	0,53	Gris	64	91	0
	570 nm	0,02	0,73		62	100	
38	460 nm	0,005	0,54	Gris	70	89	0,1
	570 nm	0,02	0,72		68	95	
39	460 nm	0,005	0,53	Gris	64	89	0,1
	570 nm	0,02	0,70		62	97	
40	464 nm	0,005	0,53	Gris	70	90	0,1
	574 nm	0,02	0,73		68	99	

Tabla 10 (continuación)

Nº de ejemplo	Estabilidad durante el almacenamiento 2 de la lente (enrojecimiento en el momento del desarrollo del color) $\Delta a^*$	Escala L de dureza de Rockwell (HL)	Resistencia a la tracción (kgF)	Distorsión óptica	Índice de refracción
33	0,1	84	22	0	1,500
34	0,1	80	22	0	1,501
35	0,1	94	26	0	1,529
36	0,1	81	22	0	1,505
37	0,1	84	22	0	1,501
3B	0,1	90	22	0	1,500
39	0,1	84	22	0	1,500
40	0,1	94	32	0	1,545

Tabla 11

Nº de ejemplo comparativo	Longitud de onda máxima de absorción (λ máx)	Coloración inicial (Abs.)	Densidad óptica del color (Abs. )	Color desarrollado	Velocidad de decoloración (segundos)	Durabilidad (%)	Estabilidad durante el almacenamiento 1 de la lente (coloración en el momento de la no exposición) Δb*
1	588 nm	0,04	1,22	Azul	110	85	0,7
2	588 nm	0,04	1,44	Azul	70	83	0,7
3	580 nm	0,04	1,33	Azul	45	60	0,3
4	578 nm	0,04	1,38	Azul	55	65	0,3
5	586 nm	0,05	1,38	Azul	45	77	0,1
6	580 nm	0,05	0,55	Azul	210	90	0,1
7	580 nm	0,04	0,45	Azul	183	90	0,1
8	474 nm 588 nm	0,04 0,04	0,50 0,71	Gris	100 125	80 90	1,1
9	453 nm 574 nm	0,02 0,02	0,56 0,74	Gris	100 113	70 92	0,5
10	464 nm 574 nm	0,005 0,02	0,5 0,71	Gris	130 110	85 95	0,2
11	464 nm 574 nm	0,02 0,02	0,55 0,73	Gris	66 62	58 65	0,1
12	464 nm 574 nm	0,02 0,02	0,47 0,61	Gris	59 56	59 67	0,1

Tabla 11 (continuación)

Nº de ejemplo comparativo	Estabilidad durante el almacenamiento 2 de la lente (enrojecimiento en el momento del desarrollo del color) $\Delta a^*$	Escala L de dureza de Rockwell (HL)	Resistencia a la tracción (kgF)	Distorsión óptica	Índice de refracción
1	2,5	94	32	O	1,545
2	2,8	110	8	O	1,545
3	0,4	97	6	x	1,495
4	0,4	100	6	x	1,513
5	0,2	66	18	x	1,543
6	0,1	100	16	O	1,500
7	0,1	94	20	x	1,515
8	3,3	96	32	O	1,545
9	1,3	96	32	O	1,545
10	1	96	32	O	1,545
11	0,1	97	32	O	1,545
12	0,2	58	21	x	1,545

**Efecto de la invención**

5 El producto curado obtenido mediante polimerización de la composición fotocromica curable de la presente invención es excelente, no solo en cuanto a las propiedades fotocromicas sino también en cuanto a las propiedades mecánicas y ópticas. Por tanto, el producto curado obtenido mediante polimerización de la composición fotocromica curable de la presente invención es útil como vidrio orgánico que tiene propiedades fotocromicas y se puede usar de forma ventajosa para aplicaciones tales como lentes fotocromicas de plástico. El producto curado obtenido, por ejemplo, la lente fotocromica de plástico, tiene una excelente estabilidad durante almacenamiento a largo plazo y es muy útil.

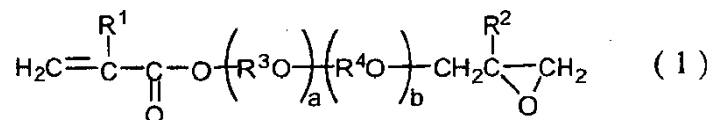


REIVINDICACIONES

1. Una composición fotométrica curable que comprende:

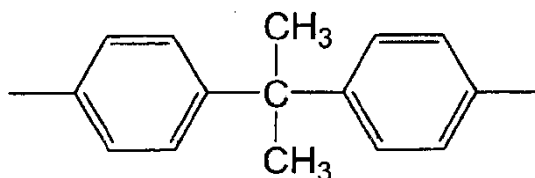
[A] No menos de 0,1 partes y menos de 5,0 partes en masa de un monómero polimerizable radicalmente que tiene un grupo epoxi representado por la fórmula siguiente (1):

5



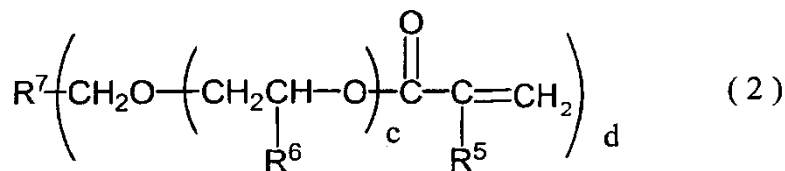
10

en la que R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> son, cada uno de forma independiente, un grupo alquileo que tiene de 1 a 4 átomos de carbono que pueden estar sustituidos por un grupo hidroxilo o un grupo representado por la fórmula siguiente, y "a" y "b" son, cada uno, un número de 0 a 20 como valor promedio.



15

[B] de 1,0 a 15,0 partes en masa de un monómero polimerizable radicalmente polifuncional representado por la fórmula (2) siguiente:

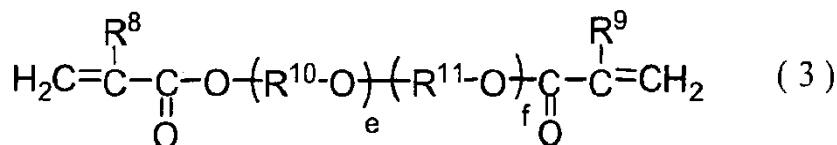


20

en la que R<sup>5</sup> y R<sup>6</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo alquilo, que tiene de 1 a 2 átomos de carbono, R<sup>7</sup> es un grupo orgánico de trivalente a hexavalente que tiene de 1 a 10 átomos de carbono, "c" es un número de 0 a 3 como valor promedio, y "d" es un número entero de 3 a 6.

25

[C] de 1,0 a 30,0 partes en masa de al menos un monómero de di(met)acrilato seleccionado del grupo que consiste en un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (3) siguiente, un monómero de di(met)acrilato representado por la fórmula (4) siguiente y di(met)acrilato de uretano que tiene un equivalente de (met)acrilato de no menor de 600:

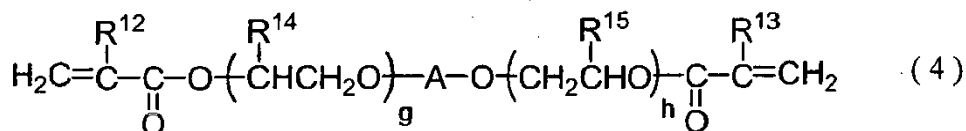


30

en la que R<sup>8</sup> y R<sup>9</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>10</sup> y R<sup>11</sup> son cada uno de forma independiente, un grupo alquileo lineal o ramificado que tiene de 2 a 4 átomos de

carbono, y "e" y "f" son, cada uno, un número entero, incluido el "0", con la condición de que cuando R<sup>8</sup> y R<sup>9</sup> son ambos grupos metilo, (e+f) es no menor de 7 y menor de 15 como valor promedio, cuando R<sup>8</sup> es un grupo metilo y R<sup>9</sup> es un átomo de hidrógeno, (e+f) es no menor de 5 y menor de 15 como valor promedio, y cuando R<sup>8</sup> y R<sup>9</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (e+f) es no menor de 3 y menor de 15 como valor promedio,

5



10

en la que R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>14</sup> y R<sup>15</sup> son cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, "A" es un grupo orgánico divalente que tiene de 1 a 20 átomos de carbono y "g" y "h" son, cada uno, un número entero no inferior a 1, con la condición de que cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos grupos metilo, (g+h) es no menor de 7 y menor de 15 como valor promedio, cuando R<sup>12</sup> es un grupo metilo y R<sup>13</sup> es un átomo de hidrógeno, (g+h) es no menor de 5 y menor de 15 como valor promedio, y cuando R<sup>12</sup> y R<sup>13</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (g+h) es no menor de 3 y menor de 15 como valor promedio;

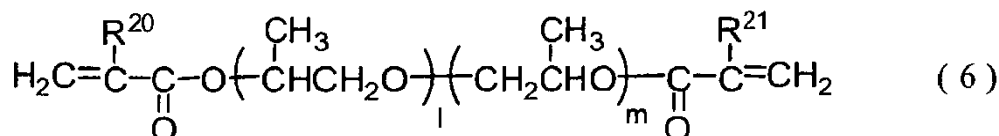
15

[D] más de 50,0 partes y no más de 97,9 partes en masa de un monómero de (met)acrilato a excepción de los componentes anteriores [A] a [C] y/o un monómero de tio(met)acrilato (la cantidad total de los componentes [A], [B], [C] y [D] es 100 partes en masa); y

[E] de 0,001 a 10 partes en masa de un compuesto fotocromático en base a 100 partes en masa del total de todos los monómeros polimerizables,

20

2. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente [D] contiene un monómero de (met)acrilato representado por la fórmula (6) siguiente:



25

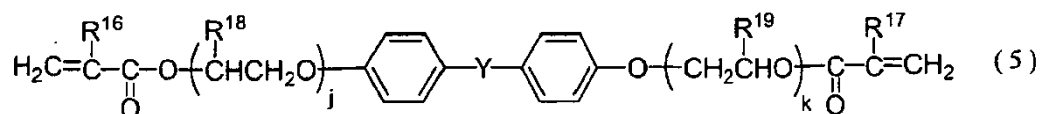
en la que R<sup>20</sup> y R<sup>21</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, y "l" y "m" son cada uno un número entero no inferior a 0, con la condición de que cuando R<sup>20</sup> y R<sup>21</sup> son ambos grupos metilo, (l+m) es no menor de 2 y menor de 7 como valor promedio, cuando R<sup>20</sup> es un grupo metilo y R<sup>21</sup> es un átomo de hidrógeno, (l+m) es no menor de 2 y menor de 5 como valor promedio, y cuando R<sup>20</sup> y R<sup>21</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (l+m) es no menor de 2 y menor de 3 como valor promedio.

30

3. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el componente [D] contiene un (met)acrilato de uretano polifuncional que tiene un equivalente de (met)acrilato no menor de 100 y menor de 600.

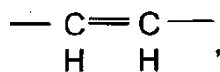
4. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el componente [D] contiene un monómero de (met)acrilato bifuncional representado por la fórmula (5) siguiente:

35



en la que R<sup>16</sup> y R<sup>17</sup> son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, R<sup>18</sup> y R<sup>19</sup> son cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno o grupo metilo, el grupo Y es uno cualquiera de los grupos

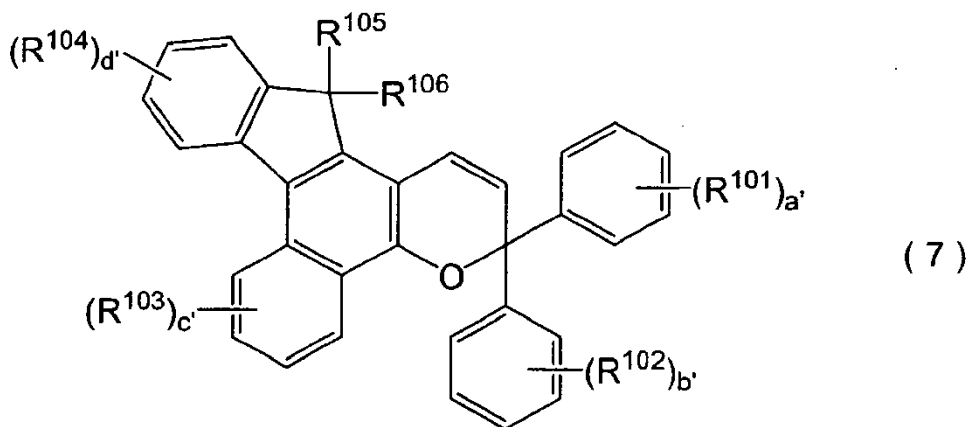
-O-, -S-, -S(O<sub>2</sub>)-, -C(O)-, -CH<sub>2</sub>-,



5 -C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-, -C(CH<sub>3</sub>)(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)-,

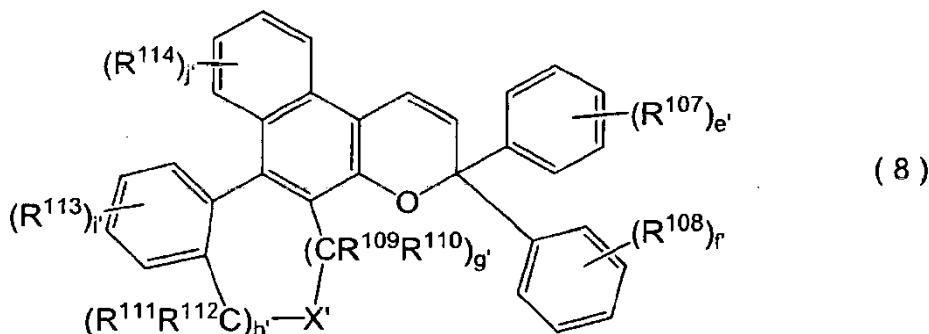
y "j" y "k" son, cada uno, un número entero no inferior a 1, con la condición de que cuando R<sup>16</sup> y R<sup>17</sup> son ambos grupos metilo, (j+k) es no menor de 2 y menor de 7 como valor promedio, cuando R<sup>16</sup> es un grupo metilo y R<sup>17</sup> es un átomo de hidrógeno, (j+k) es no menor de 2 y menor que 5 como valor promedio, y cuando R<sup>16</sup> y R<sup>17</sup> son ambos átomos de hidrógeno, (j+k) es no menor de 2 y menor de 3 como valor promedio.

10 5. La composición fotocromática curable de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el compuesto fotocromático [E] contiene [E1] un compuesto de cromeno representado por la fórmula (7) siguiente:



15 en la que R<sup>101</sup> es un grupo amino monovalente cíclico o acíclico que tiene de 2 a 10 átomos de carbono que pueden contener un heteroátomo excepto nitrógeno, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup>, R<sup>104</sup>, R<sup>105</sup> y R<sup>106</sup> son cada uno de forma independiente un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o un grupo arilo, un grupo heterocíclico que tiene un heteroátomo y unido por el átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo de halógeno, grupo halogenoalquilo  
 20 o grupo halogenoalcoxi, R<sup>105</sup> y R<sup>106</sup> pueden estar unidos para formar un anillo, "a'", "b'", "c'" y "d'" representan el número de sustituyentes de R<sup>101</sup>, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup> y R<sup>104</sup>, respectivamente, "a'" y "b'" son cada uno un número entero de 0 a 5, y "c'" y "d'" son cada uno un número entero de 0 a 4, con la condición de que cuando "a'", "b'", "c'" y "d'" son cada uno no menor de 2, los R<sup>101</sup>, R<sup>102</sup>, R<sup>103</sup> y R<sup>104</sup> pueden ser iguales o diferentes.

25 6. La composición fotocromática curable de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el compuesto fotocromático [E] contiene además [E2] un compuesto de cromeno representado por la fórmula (8) siguiente:

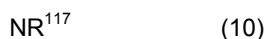


5 en la que  $R^{107}$ ,  $R^{108}$ ,  $R^{113}$  y  $R^{114}$  son cada uno de forma independiente un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que  
 10 tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo y unido al átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo de halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi,  $R^{109}$ ,  $R^{110}$ ,  $R^{111}$  y  $R^{112}$  son cada uno de forma independiente un átomo de hidrógeno, grupo hidroxilo, grupo alquilo, grupo cicloalquilo, grupo alcoxi, grupo aralquilo, grupo aralcoxi, grupo arilo, grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o grupo arilo, grupo heterocíclico que tiene un átomo de nitrógeno como heteroátomo y unido al átomo de nitrógeno, grupo ciano, grupo nitro, átomo de halógeno, grupo halogenoalquilo o grupo halogenoalcoxi,  $R^{109}$  y  $R^{110}$ ,  $R^{111}$  y  $R^{112}$ , y  $R^{109}$  y  $R^{111}$  pueden estar unidos para formar un anillo, y X' es un átomo de oxígeno, un enlace sencillo, un grupo representado por la siguiente fórmula (9).



15 en la que  $R^{115}$  y  $R^{116}$  son, cada uno de forma independiente, un átomo de hidrógeno, un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi, un grupo arilo, un grupo amino sustituido que tiene un grupo alquilo o un grupo arilo, un grupo heterocíclico que tiene un átomo de nitrógeno como un heteroátomo o unido por el átomo de nitrógeno, un grupo ciano, un grupo nitro, un átomo de halógeno, un grupo halogenoalquilo o un grupo halogenoalcoxi, y  $R^{115}$  y  $R^{116}$  pueden estar unidos para formar un anillo,

20 o un grupo representado por la siguiente fórmula (10):



25 en la que  $R^{117}$  anterior es un átomo de hidrógeno, un grupo hidroxilo, un grupo alquilo, un grupo cicloalquilo, un grupo alcoxi, un grupo aralquilo, un grupo aralcoxi o un grupo arilo.

"e", "f", "g", "h", "i" y "j" representan el número de sustituyentes de  $R^{107}$ ,  $R^{108}$ ,  $CR^{109}R^{110}$ ,  $CR^{111}R^{112}$ ,  $R^{113}$  y  $R^{114}$ , respectivamente, "e" y "f" son cada uno un número entero de 0 a 5, y "g" y "h" son cada uno un número entero de 0 a 2, e "i" y "j" son cada uno un número entero de 0 a 4, cuando "e", "f", "g", "h", "i" y "j" son cada uno no menor de 2, los  $R^{107}$ ,  $R^{108}$ ,  $CR^{109}R^{110}$ ,  $CR^{111}R^{112}$ ,  $R^{113}$  y  $R^{114}$  pueden ser iguales o diferentes.

30 7. La composición fotocromica curable de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el compuesto fotocromico [E] contiene 100 partes en masa del compuesto de cromeno [E1] representado por la fórmula (7) anterior y de 10 a 300 partes en masa del compuesto de cromeno [E2] representado por la fórmula (8) anterior.