(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 606 902**

(51) Int. Cl.:

C07D 409/12 (2006.01)
C08G 18/52 (2006.01)
C08G 18/58 (2006.01)
G02B 1/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2013 PCT/KR2013/000483**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2013 WO13109118**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2013 E 13738869 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2805949**

(54) Título: **Método para preparar material óptico basado en tioepoxi y composición polimerizable del mismo**

(30) Prioridad:

20.01.2012 KR 20120006919
26.01.2012 KR 20120007521

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.03.2017

(73) Titular/es:

KOC SOLUTION CO. LTD. (100.0%)
10-26 Expo-ro 339beon-gil, Yuseong-gu
Daejeon 305-380, KR

(72) Inventor/es:

JANG, DONG GYU;
ROH, SOO GYUN y
KIM, JONG HYO

(74) Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 606 902 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

Método para preparar material óptico basado en tioepoxi y composición polimerizable del mismo

Campo técnico

La presente invención se refiere a un material óptico de tioepoxi. Más particularmente, la presente invención se refiere a un método para producir un material óptico de tioepoxi claro, transparente, que carece sustancialmente de problemas tales como inestabilidad de color, a una composición para su uso en el método, y a un compuesto de tioepoxi para su uso en la composición.

Técnica anterior

Las lentes de plástico son más ligeras, resistentes a impactos y fácilmente teñibles que las lentes de vidrio convencionales. Debido a estas ventajas, las lentes de plástico se han aplicado recientemente a la mayoría de las lentes para gafas. Particularmente, las lentes de plástico tipificadas mediante lentes de bisalilcarbonato de dietilenglicol (CR-39) se han aplicado como lentes generales. Estas lentes con aberración cromática baja son útiles porque proporcionan un campo de visión cómodo, pero se ha requerido que tengan un índice de refracción superior. Las publicaciones de patente coreana n°s. 1993-0006918 y 1992-0005708 proponen lentes de tiouretano fabricadas haciendo reaccionar compuestos de politiol con compuestos de poliisocianato. Además, la patente coreana con n.º de registro 10-0681218 propone una lente de plástico de tioepoxi.

El documento EP 1484352 A1 da a conocer una composición óptica polimerizable que comprende una mezcla de tioepoxi que comprende al menos uno de disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) y sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo).

Las lentes de tiouretano tienen las ventajas de índice de refracción y resistencia a impactos altos pero adolecen de varios problemas tales como superficie débil y centro deprimido. Los números de Abbe de las lentes de tiouretano tienden a disminuir marcadamente con el aumento del índice de refracción. Las lentes de tioepoxi tienen la ventaja de índice de refracción y número de Abbe alto pero es probable que sean quebradizas y que no se tiñan fácilmente. Se han realizado algunos intentos por resolver los problemas de las lentes de tiouretano y se han propuesto las lentes de tioepoxi. Por ejemplo, la patente coreana con n.º de registro 10-0417985 y la publicación de patente japonesa n.º Hei 11-352302 proponen métodos para fabricar lentes mediante copolimerización de dos resinas que tienen propiedades diferentes, es decir mediante la copolimerización de compuestos de tioepoxi, politiol y poliisocianato.

Sin embargo, algunas lentes de tioepoxi que incluyen compuestos de tioepoxi como monómeros principales todavía son inestables en cuanto al color. La patente coreana con n.º de registro 10-0681218 revela que la pureza de un compuesto de tioepoxi convertido a partir de un compuesto de epóxido, es decir el contenido en subproductos del proceso de conversión en el compuesto de tioepoxi, es un factor que afecta al color de las lentes. Además, esta patente da a conocer una composición polimerizable que incluye una cantidad reducida de los subproductos y un método para reducir el contenido de los subproductos.

Divulgación de la invención

Problema técnico

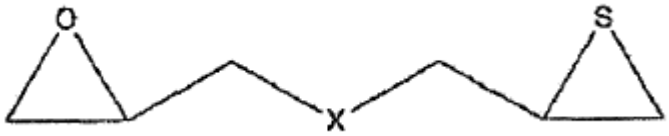
La presente invención se ha realizado en vista del problema de inestabilidad de color encontrado en general en las lentes de tioepoxi que incluyen compuestos de tioepoxi como monómeros principales, y un objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir un material óptico de tioepoxi claro, transparente, de alta calidad, que carezca de los problemas asociados con el color, el desmoldeo y el desequilibrio de polimerización, una composición polimerizable para su uso en el método, y un compuesto de tioepoxi para su uso en la composición polimerizable.

Los presentes inventores han encontrado inesperadamente que un compuesto de tioepoxi que contiene del 4 al 15% en peso de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo), que son compuestos intermedios que tienen tanto grupos 2,3-epoxipropilo como 2,3-epitiopropilo como resultado de la conversión incompleta de un grupo epoxi en un grupo tioepoxi en la preparación del compuesto de tioepoxi, tiene un color mejor que un compuesto de tioepoxi que contiene menos del 4% en peso o más del 15% en peso de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo). Los presentes inventores también han encontrado que un material óptico producido usando el compuesto de tioepoxi que contiene del 4 al 15% en peso de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) no experimenta amarilleamiento, tiene buen color y carece de los problemas asociados con el desmoldeo y el desequilibrio de polimerización. La presente invención se ha completado basándose en estos hallazgos.

Solución técnica

La presente invención proporciona un compuesto de tioepoxi para un material óptico que contiene del 4 al 15% en peso de cualquiera o ambos de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo), representado por la fórmula 1:

[Fórmula 1]



(X = S, S-S)

La presente invención también proporciona una composición polimerizable que incluye el compuesto de tioepoxi. La composición polimerizable puede incluir además un compuesto de poliisocianato y/o un compuesto de politiol. La composición polimerizable puede incluir además un compuesto olefínico como modificador de resina reactiva. La composición polimerizable puede incluir además un agente de desmoldeo interno.

La presente invención también proporciona un método para producir un material óptico de tioepoxi, que incluye polimerizar la composición polimerizable.

La presente invención también proporciona un material óptico de tioepoxi obtenido mediante la polimerización de la composición polimerizable y una lente óptica compuesta por el material óptico.

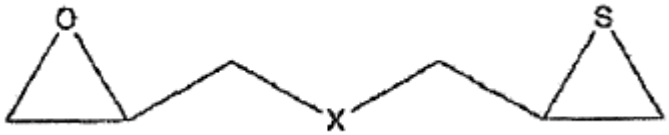
Efectos ventajosos

La composición polimerizable de la presente invención incluye un compuesto de tioepoxi que contiene sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo), que son compuestos intermedios en la conversión de un grupo epoxi en un grupo tioepoxi. Limitando el contenido del/de los compuesto(s) intermedio(s) en el compuesto de tioepoxi hasta del 4 al 15% en peso, pueden resolverse los problemas de inestabilidad de color, desmoldeo y desequilibrio de polimerización encontrados en general en los materiales ópticos de tioepoxi. Según la presente invención, puede fabricarse fácilmente con alto rendimiento una lente clara, transparente, de alta calidad. Un material óptico de tioepoxi obtenido mediante el método de la presente invención es adecuado para su uso en la fabricación de lentes correctoras, lentes para gafas de sol, lentes de moda, lentes fotocromáticas, lentes para cámaras y lentes para unidades ópticas.

Mejor modo

La presente invención proporciona un compuesto de tioepoxi para un material óptico. El compuesto de tioepoxi contiene del 4 al 15% en peso de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) representado por la siguiente fórmula 1. El compuesto de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y el de disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) son compuestos intermedios que quedan como resultado de la conversión incompleta de un grupo epoxi en un grupo tioepoxi en la preparación del compuesto de tioepoxi. Un material óptico producido usando el compuesto de tioepoxi que contiene del 4 al 15% en peso de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) tiene buen color y carece de los problemas asociados con el desmoldeo y el desequilibrio de polimerización, en comparación con un material óptico producido usando el compuesto de tioepoxi que contiene menos del 4% en peso o más del 15% en peso de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y/o disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo).

[Fórmula 1]



(X = S, S-S)

Por ejemplo, el compuesto de tioepoxi puede seleccionarse de: compuestos de episulfuro que tienen un esqueleto alicíclico, tales como sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), disulfuro de 2,3-epiditiopropil(2,3-epitiopropilo), sulfuro de 2,3-epiditiopropil(2,3-epitiopropilo), 1,3- y 1,4-bis(β-epitiopropiltio)ciclohexanos, 1,3- y 1,4-bis(β-epitiopropiltiometil)ciclohexanos, bis[4-(β-epitiopropiltio)ciclohexil]metano, 2,2-bis[4-(β-epitiopropiltio)ciclohexil]propano y sulfuro de bis[4-(β-epitiopropiltio)ciclohexilo]; compuestos de episulfuro que tienen un esqueleto aromático, tales como 1,3- y 1,4-bis(β-epitiopropiltiometil)bencenos, bis[4-(β-epitiopropiltio)fenil]metano, 2,2-bis[4-(β- epitiopropiltio)fenil]propano, sulfuro de bis[4-(β-epitiopropiltio)fenilo], sulfuro de bis[4-(β-epitiopropiltio)fenilo] y 4,4-bis(β-epitiopropiltio)bifenilo; compuestos

de episulfuro que tienen un esqueleto de cadena de ditiano, tales como 2,5-bis(β-epitiopropiltiometil)-1,4-ditiano, 2,5-bis(β-epitiopropiltioetiltiometil)-1,4-ditiano, 2,5-bis(β-epitiopropiltioetil)-1,4-ditiano y 2,3,5-tri(β-epitiopropiltioetil)-1,4-ditiano; compuestos de episulfuro que tienen un esqueleto alifático, tales como 2-(2-β-epitiopropiltioetiltio)-1,3-bis(β-epitiopropiltio)propano, 1,2-bis[(2-β-epitiopropiltioetil)tio]-3-(β-epitiopropiltio)propano, tetrakis(β-epitiopropiltiometil)metano, 1,1,1-tris(β-epitiopropiltiometil)propano y sulfuro de bis(β-epitiopropilo); y mezclas de los mismos. Como compuesto de tioepoxi, también pueden usarse, por ejemplo: un producto halogenado de un compuesto que tiene un grupo episulfuro, tal como un producto clorado o bromado de un compuesto que tiene un grupo episulfuro; un producto alquilado de un compuesto que tiene un grupo episulfuro; un producto alcoxilado de un compuesto que tiene un grupo episulfuro; un producto nitro-sustituido de un compuesto que tiene un grupo episulfuro; o un producto modificado de prepolímero de un compuesto que tiene un grupo episulfuro con un alcohol polihidroxilado.

El compuesto de tioepoxi se selecciona preferiblemente de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), sulfuro de 2,3-epiditiopropil(2,3-epitiopropilo), disulfuro de 2,3-epiditiopropil(2,3-epitiopropilo), 1,3- y 1,4-bis(β-epitiopropiltio)ciclohexanos, 1,3- y 1,4-bis(β-epitiopropiltiometil)ciclohexanos, 2,5-bis(β-epitiopropiltiometil)-1,4-ditiano, 2,5-bis(β-epitiopropiltioetiltiometil)-1,4-ditiano, 2-(2-β-epitiopropiltioetiltio)-1,3-bis(β-epitiopropiltio)propano, y mezclas de los mismos.

La presente invención también proporciona una composición polimerizable que incluye el compuesto de tioepoxi. La composición polimerizable de la presente invención puede incluir además un compuesto de poliisocianato. El compuesto de poliisocianato puede ser cualquier compuesto que tenga al menos un grupo isocianato y/o al menos un grupo isotiocianato. Los ejemplos de tales compuestos de poliisocianato incluyen: compuestos de isocianato alifáticos, tales como diisocianato de 2,2-dimetilpentano, diisocianato de hexametileno, diisocianato de 2,2,4-trimetilhexano, diisocianato de buteno, 1,4-diisocianato de 1,3-butadieno, diisocianato de 2,4,4-trimetilhexametileno, triisocianato de 1,6,11-undecano, triisocianato de 1,3,6-hexametileno, 1,8-diisocianato-4-isocianatometiloctano, carbonato de bis(isocianatoetilo) y bis(isocianatoetil) éter; compuestos de isocianato alicíclicos, tales como diisocianato de isoforona, 1,2-bis(isocianatometil)ciclohexano, 1,3-bis(isocianatometil)ciclohexano, 1,4-bis(isocianatometil)ciclohexano, diisocianato de diciclohexilmetano, diisocianato de ciclohexano, diisocianato de metilciclohexano, isocianato de diciclohexildimetilmetano e isocianato de 2,2-dimetildiciclohexilmetano; compuestos de isocianato aromáticos, tales como diisocianato de xilileno (XDI), bis(isocianatoetil)benceno, bis(isocianatopropil)benceno, bis(isocianatobutil)benceno, bis(isocianatometil)naftaleno, bis(isocianatometil)difenil éter, diisocianato de fenileno, diisocianato de etilfenileno, diisocianato de isopropilfenileno, diisocianato de dimetilfenileno, diisocianato de dietilfenileno, diisocianato de diisopropilfenileno, triisocianato de trimetilbenceno, triisocianato de benceno, diisocianato de bifenilo, diisocianato de toluidina, diisocianato de 4,4-difenilmetano, 4,4-diisocianato de 3,3-dimetildifenilmetano, 4-4-diisocianato de bibencilo, bis(isocianatofenil)etileno, 4,4-diisocianato de 3,3-dimetoxibifenilo, diisocianato de hexahidrobenceno y 4-4-diisocianato de hexahidrodifenilmetano; compuestos de isocianato alifáticos que contienen azufre, tales como sulfuro de bis(isocianatoetilo), sulfuro de bis(isocianatopropilo), sulfuro de bis(isocianatohexilo), bis(isocianatometil)sulfona, disulfuro de bis(isocianatometilo), disulfuro de bis(isocianatopropilo), bis(isocianatometiltio)metano, bis(isocianatoetiltio)metano, bis(isocianatoetiltio)etano, bis(isocianatometiltio)etano y 1,5-diisocianato-2-isocianatometil-3-tiapentano; compuestos de isocianato aromáticos que contienen azufre, tales como 2,4-diisocianato de difenilsulfuro, 4,4-diisocianato de difenilsulfuro, 3,3-dimetoxi-4,4-diisocianatodibencil tioéter, sulfuro de bis(4-isocianatometilbenceno), glicol-3,3-diisocianato de 4,4-metoxibencenotioetileno, 4,4-diisocianato de difenildisulfuro, 5,5-diisocianato de 2,2-dimetildifenildisulfuro, 5,5-diisocianato de 3,3-dimetildifenildisulfuro, 6,6-diisocianato de 3,3-dimetildifenildisulfuro, 5,5-diisocianato de 4,4-dimetildifenildisulfuro, 4,4-diisocianato de 3,3-dimetoxidifenildisulfuro y 3-3-diisocianato de 4,4-dimetoxidifenildisulfuro; y compuestos de isocianato heterocíclicos que contienen azufre, tales como 2,5-diisocianatotiofeno, 2,5-bis(isocianatometil)tiofeno, 2,5-diisocianatotetrahidrotiofeno, 2,5-bis(isocianatometil)tetrahidrotiofeno, 3,4-bis(isocianatometil)tetrahidrotiofeno, 2,5-diisocianato-1,4-ditiano, 2,5-bis(isocianatometil)-1,4-ditiano, 4,5-diisocianato-1,3-ditiolano, 4,5-bis(isocianatometil)-1,3-ditiolano y 4,5-bis(isocianatometil)-2-metil-1,3-ditiolano. Estos compuestos de poliisocianato pueden usarse solos o como una mezcla de dos o más de los mismos. Otros compuestos que tienen al menos un grupo isocianato y/o al menos un grupo isotiocianato pueden usarse solos o como una mezcla de dos o más de los mismos. También pueden usarse productos halogenados (por ejemplo, productos clorados y bromados) de los compuestos de isocianato. También pueden usarse productos alquilados, productos alcoxilados y productos nitro-sustituidos de los compuestos de isocianato. También pueden usarse productos modificados de prepolímero de los compuestos de isocianato con alcoholes polihidroxilados o tioles. También pueden usarse productos modificados con carbodiimida, urea y biuret de los compuestos de isocianato. También pueden usarse productos de reacción de dimerización o trimerización de los compuestos de isocianato.

El compuesto de poliisocianato se selecciona preferiblemente de diisocianato de isoforona (IPDI), diisocianato de hexametileno (HDI), diisocianato de diciclohexilmetano (H12MDI), diisocianato de xilileno (XDI), 3,8-bis(isocianatometil)triciclo[5,2,1,$0^{2,6}$]decano, 3,9-bis(isocianatometil)triciclo[5,2,1,$0^{2,6}$]decano, 4,8-bis(isocianatometil)triciclo[5,2,1,$0^{2,6}$]decano, 2,5-bis(isocianatometil)biciclo[2,2,1]heptano, 2,6-bis(isocianatometil)biciclo[2,2,1]heptano, y mezclas de los mismos.

La composición polimerizable de la presente invención puede incluir además un compuesto de politiol. El compuesto de politiol no está particularmente limitado siempre que tenga al menos un grupo tiol. Los ejemplos de tales compuestos de politiol incluyen sulfuro de bis(2-mercaptoetilo), 4-mercaptometil-1,8-dimercapto-3,6-ditiaoctano, 2,3-bis(2-mercaptoetiltio)propano-1-tiol, 2,2-bis(mercaptometil)-1,3-propanoditiol, tetrakis(mercaptometil)metano, 2-(2-mercaptoetiltio)propano-1,3-ditiol, 2-(2,3-bis(2-mercaptoetiltio)propiltio)etanotiol, sulfuro de bis(2,3-dimercaptopropanilo), disulfuro de bis(2,3-dimercaptopropanilo), 1,2-bis(2-mercaptoetiltio)-3-mercaptopropano, 1,2-bis(2-(2-mercaptoetiltio)-3-mercaptopropiltio)etano, sulfuro de bis(2-(2-mercaptoetiltio)-3-mercaptopropilo), disulfuro de bis(2-(2-mercaptoetiltio)-3-mercaptopropilo), 2-(2-mercaptoetiltio)-3-2-mercapto-3-[3-mercapto-2-(2-mercaptoetiltio)-propiltio]propiltiopropano-1-tiol, éster de 2,2-bis(3-mercaptopropioniloximetil)-butilo, 2-(2-mercaptoetiltio)-3-(2-(2-[3-mercapto-2-(2-mercaptoetiltio)-propiltio]etiltio)etiltio)propano-1-tiol, (4R,11S)-4,11-bis(mercaptometil)-3,6,9,12-tetratiatetradecano-1,14-ditiol, (S)-3-((R-2,3-dimercaptopropil)tio)propano-1,2-ditiol, (4R,14R)-4,14-bis(mercaptometil)-3,6,9,12,15-pentatiaheptano-1,17-ditiol, 3-(3-mercapto-2-((2-mercaptoetil)tio)propil)tio)propil)tio)-2-((2-mercaptoetil)tio)propano-1-tiol, 3,3'-ditiobis(propano-1,2-ditiol), (7R,11S)-7,11-bis(mercaptometil)-3,6,9,12,15-pentatiaheptano-1,17-ditiol, (7R,12S)-7,12-bis(mercaptometil)-3,6,9,10,13,16-hexatiaoctadecano-1,18-ditiol, 5,7-dimercaptometil-1,11-dimercapto-3,6,9-tritiaundecano, 4,7-dimercaptometil-1,11-dimercapto-3,6,9-tritiaundecano, 4,8-dimercaptometil-1,11-dimercapto-3,6,9-tritiaundecano, tetrakis(3-mercaptopropionato) de pentaeritritol, tris(3-mercaptopropionato) de trimetilolpropano, tetrakis(2-mercaptoacetato) de pentaeritritol, hexakis(3-mercaptopropionato) de éter de bispentaeritritol, 1,1,3,3-tetrakis(mercaptometiltio)propano, 1,1,2,2-tetrakis(mercaptometiltio)etano, 4,6-bis(mercaptometiltio)-1,3-ditiano y 2-(2,2-bis(mercaptodimetiltio)etil)-1,3-ditietano. Estos compuestos de politiol pueden usarse solos o como una mezcla de dos o más de los mismos. Como compuesto de politiol también puede usarse, por ejemplo, un producto modificado por polimerización obtenido mediante la prepolimerización con un compuesto de isocianato, un compuesto de tioepoxi, un compuesto de tietano o un compuesto que tiene un enlace insaturado como modificador de resina.

El compuesto de politiol es preferiblemente sulfuro de bis(2-mercaptoetilo) o una mezcla de sulfuro de bis(2-mercaptoetilo) y uno o más de otros compuestos de politiol.

La composición polimerizable de la presente invención puede incluir además un agente de desmoldeo interno. El agente de desmoldeo interno es preferiblemente un compuesto de fosfato ácido. El compuesto de fosfato ácido se prepara añadiendo de 2 a 3 moles de un compuesto alcohólico a pentóxido de fósforo (P_2O_5). El compuesto de fosfato puede adoptar diversas formas dependiendo del tipo de alcohol usado. Compuestos de fosfato representativos son aquellos en los que se añade óxido de etileno u óxido de propileno a un alcohol alifático o grupo nonilfenol. Cuando la composición polimerizable de la presente invención incluye un compuesto de fosfato con adición de óxido de etileno u óxido de propileno como agente de desmoldeo interno, puede producirse un material óptico con buena capacidad de desmoldeo y alta calidad. El agente de desmoldeo interno se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en 4-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 5 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 4 moles de óxido de etileno, el 10% en peso de aducto con 3 moles de óxido de etileno y el 5% en peso de aducto con 1 mol de óxido de etileno)], 8-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 8 moles de óxido de etileno, el 5% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno, el 6% en peso de aducto con 7 moles de óxido de etileno y el 6% en peso de aducto con 6 moles de óxido de etileno)], 12-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 13 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 12 moles de óxido de etileno, el 8% en peso de aducto con 11 moles de óxido de etileno, el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno y el 6% en peso de aducto con 4 moles de óxido de etileno)], 16-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 17 moles de óxido de etileno, el 79% en peso de aducto con 16 moles de óxido de etileno, el 10% en peso de aducto con 15 moles de óxido de etileno, el 4% en peso de aducto con 14 moles de óxido de etileno y el 4% en peso de aducto con 13 moles de óxido de etileno)], 20-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 21 moles de óxido de etileno, el 76% en peso de aducto con 20 moles de óxido de etileno, el 7% en peso de aducto con 19 moles de óxido de etileno, el 6% en peso de aducto con 18 moles de óxido de etileno y el 4% en peso de aducto con 17 moles de óxido de etileno)], 4-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 5 moles de óxido de propileno, el 80% en peso de aducto con 4 moles de óxido de propileno, el 10% en peso de aducto con 3 moles de óxido de propileno y el 5% en peso de aducto con 1 mol de óxido de propileno)], 8-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de propileno, el 80% en peso de aducto con 8 moles de óxido de propileno, el 5% en peso de aducto con 9 moles de óxido de propileno, el 6% en peso de aducto con 7 moles de óxido de propileno y el 6% en peso de aducto con 6 moles de óxido de propileno)], 12-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 13 moles de óxido de propileno, el 80% en peso de aducto con 12 moles de óxido de propileno, el 8% en peso de aducto con 11 moles de óxido de propileno, el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de propileno y el 6% en peso de aducto con 4 moles de óxido de propileno)], 16-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 17 moles de óxido de propileno, el 79% en peso de aducto con 16 moles de óxido de propileno, el 10% en peso de aducto con 15 moles de óxido de propileno, el 4% en peso de aducto con 14 moles de óxido de propileno y el 4% en peso de aducto con 13 moles de óxido de propileno)], 20-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 21 moles de óxido de propileno, el 76% en peso de aducto con 20 moles de óxido de propileno, el 7% en peso de aducto con 19 moles de óxido de propileno, el 6% en peso de aducto con 18 moles de óxido de propileno y

el 4% en peso de aducto con 17 moles de óxido de propileno)], Zelec UN™, y mezclas de los mismos. También pueden usarse para el mismo fin diversos productos sustituidos de los compuestos de fosfato, incluyendo productos halogenados de los compuestos de fosfato.

La composición polimerizable de la presente invención puede incluir además un compuesto olefínico como modificador de resina reactiva para el fin de controlar la resistencia a impactos, la densidad relativa y la viscosidad de monómero para mejorar las propiedades ópticas de una resina óptica de copolímero (material óptico). Los ejemplos de tales compuestos olefínicos incluyen, pero no se limitan a: compuestos de (met)acrilato, tales como acrilato de bencilo, metacrilato de bencilo, acrilato de butoxietilo, metacrilato de butoximetilo, acrilato de ciclohexilo, metacrilato de ciclohexilo, acrilato de 2-hidroxietilo, metacrilato de 2-hidroximetilo, acrilato de glicidilo, metacrilato de glicidilo, acrilato de fenoxietilo, metacrilato de fenoxietilo, metacrilato de fenilo, diacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de dietilenglicol, dimetacrilato de dietilenglicol, diacrilato de trietilenglicol, dimetacrilato de trietilenglicol, diacrilato de tetraetilenglicol, dimetacrilato de tetraetilenglicol, diacrilato de polietilenglicol, dimetacrilato de polietilenglicol, diacrilato de neopentilglicol, dimetacrilato de neopentilglicol, bisglicidilacrilato de etilenglicol, bisglicidilmetacrilato de etilenglicol, diacrilato de bisfenol A, dimetacrilato de bisfenol A, 2,2-bis(4-acriloxietoxifenil)propano, 2,2-bis(4-metacriloxietoxifenil)propano, 2,2-bis(4-acriloxidietoxifenil)propano, 2,2-bis(4-metacriloxidietoxifenil)propano, diacrilato de bisfenol F, dimetacrilato de bisfenol F, 1,1-bis(4-acriloxietoxifenil)metano, 1,1-bis(4-metacriloxietoxifenil)metano, 1,1-bis(4-acriloxidietoxifenil)metano, 1,1-bis(4-metacriloxidietoxifenil)metano, diacrilato de dimetiloltriciclodecano, triacrilato de trimetilolpropano, trimetacrilato de trimetilolpropano, diacrilato de glicerol, dimetacrilato de glicerol, triacrilato de pentaeritritol, tetraacrilato de pentaeritritol, tetrametacrilato de pentaeritritiol, tioacrilato de metilo, tiometacrilato de metilo, tioacrilato de fenilo, tiometacrilato de bencilo, diacrilato de xililenditiol, dimetacrilato de xililenditiol, diacrilato de sulfuro de mercaptoetilo y dimetacrilato de sulfuro de mercaptoetilo; compuestos de alilo, tales como alil glicidil éter, ftalato de dialilo, tereftalato de dialilo, isoftalato de dialilo, carbonato de dialilo y bisalilcarbonato de dietilenglicol; y compuestos de vinilo, tales como estireno, cloroestireno, metilestireno, bromoestireno, dibromoestireno, divinilbenceno y 3,9-divinil-espiro-bi(meta-dioxano). Estos compuestos olefínicos pueden usarse solos o como una mezcla de dos o más de los mismos.

La presente invención también proporciona un material óptico producido mediante polimerización por colada de la composición polimerizable. Específicamente, el material óptico de la presente invención se produce llenando y polimerizando la composición polimerizable en un molde retenido mediante una junta de estanqueidad o cinta adhesiva. Si es necesario, la composición polimerizable puede desgasificarse a presión reducida o filtrarse a presión positiva o negativa dependiendo de las propiedades físicas requeridas de una lente de plástico que va a fabricarse. Las condiciones de polimerización son fuertemente dependientes de la composición polimerizable, del tipo y la cantidad del catalizador usado, y de la forma del molde. Por ejemplo, la polimerización puede llevarse a cabo a una temperatura de aproximadamente -50 a aproximadamente 150ºC durante de 1 a 50 horas, pero no se limita a estas condiciones. Se prefiere curar la composición polimerizable durante de 1 a 48 horas a la vez que se mantiene o se aumenta lentamente la temperatura en el intervalo de 10 a 150ºC.

Tras el curado, el copolímero del compuesto de tioepoxi, el compuesto de isocianato y el compuesto de tiol puede someterse a un tratamiento térmico adecuado tal como recocido, si se requiere. El tratamiento térmico se lleva a cabo habitualmente a una temperatura de entre 50 y 150ºC, preferiblemente entre 90 y 140ºC.

Preferiblemente, se añade un compuesto de fosfato ácido como agente de desmoldeo interno a la composición de la presente invención antes de la polimerización por colada. El compuesto de fosfato ácido es el mismo que se describió anteriormente. Puede añadirse uno o más aditivos usados en los métodos de moldeo conocidos durante la polimerización según los fines deseados. Los ejemplos de tales aditivos incluyen extendedores de cadena, agentes de reticulación, estabilizadores frente a la luz, absorbentes de UV, antioxidantes, agentes anticoloración, colorantes solubles en aceite, cargas y promotores de adhesión. En particular, un catalizador desempeña un papel importante en el curado de la composición polimerizable de la presente invención. Los catalizadores típicos son agentes de curado epoxídicos. También pueden usarse compuestos de amina. Debe tenerse cuidado en el uso de aminas fuertes que reaccionan violentamente con el isocianato. En la presente invención, se usan principalmente sales ácidas de aminas, sales de fosfonio, fosfinas y aminas terciarias que no tienen grupos electroaceptores, ácidos de Lewis e iniciadores de radicales. El tipo y la cantidad del catalizador pueden variar según las aplicaciones deseadas.

La resina de copolímero de la presente invención puede fabricarse para dar diversos productos moldeados cambiando el molde para la polimerización por colada. La resina de copolímero puede usarse como material para diversos productos ópticos tales como lentes para gafas, lentes para cámaras y diodos emisores de luz (LED). La resina de copolímero es particularmente adecuada para su uso en la fabricación de dispositivos ópticos, así como de productos ópticos tales como lentes para gafas, lentes para cámaras y diodos emisores de luz (LED).

La presente invención también proporciona una lente de plástico que usa la resina de copolímero. La lente de plástico de la presente invención puede incluir capas de recubrimiento en uno o ambos lados de la misma, si es necesario. Los ejemplos de las capas de recubrimiento incluyen capas de imprimador, capas de recubrimiento duro, capas antirreflectantes, capas de recubrimiento antivaho, capas de recubrimiento antiincrustante y capas

impermeables. Estas capas de recubrimiento pueden formarse individualmente o pueden combinarse para formar una estructura de múltiples capas. Las capas de recubrimiento formadas a ambos lados de la lente de plástico pueden ser iguales o diferentes entre sí.

EJEMPLOS

Los siguientes ejemplos se facilitan únicamente para fines ilustrativos y no se pretende que limiten el alcance de la presente invención.

Métodos de evaluación y prueba

Se midieron los valores de YI de las resinas usando un espectrofotómetro UV-Vis (modelo UV-2450, SHIMADZU) equipado con un condensador IRS-2200. Para la medición, se usó el YI del aire como referencia y se fijó cada resina a un elemento de sujeción de lente. El YI representa el índice de amarilleamiento y puede medirse usando un colorímetro. Un YI inferior indica un color mejor. Se consideró que el color de una resina era “malo (×)” cuando el valor de YI de la resina fue diferente en +1 o más con respecto al de una resina obtenida en el ejemplo 1, y “bueno (○)” cuando la diferencia en el valor de YI fue menor de +1.

Se midieron los índices de refracción (nE) y los números de Abbe usando los modelos de refractómetro de Abbe, IT y DR-M4 (Atago) a 20ºC.

[Ejemplo de síntesis 1] Síntesis de sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo) (BCPS)

Se colocaron epiclorhidrina (5563 g, 60,12 mol) y metanol (2500 g) en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 6ºC. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 6ºC, se añadió hidróxido de sodio (al 50% ac., 5 g) a la mezcla. Se disolvieron completamente $NaSH{\cdot}xH_2O$ (NaSH al 70%, 3660 g, 45,75 mol), metanol (1000 g) y agua (500 g) con agitación en otro reactor de 10 litros, y se añadió lentamente al mismo ácido clorhídrico gota a gota para generar gas sulfuro de hidrógeno. Se añadió el gas sulfuro de hidrógeno a la disolución de epiclorhidrina para obtener sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo). La finalización de la reacción se definió como el momento en que la epiclorhidrina y el 3-cloro-2-hidroxi-propano-1-tiol desaparecieron completamente y se formó sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), lo que se confirmó mediante CG. Cuando estuvo presente 3-cloro-2-hidroxi-propano-1-tiol, se calculó el contenido del compuesto de tiol a partir de la razón integral relativa mediante CG y se le añadió adicionalmente epiclorhidrina en una cantidad correspondiente al contenido calculado. La reacción de la epiclorhidrina y el compuesto de tiol dio sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo) (BCPS).

[Ejemplo de síntesis 2] Síntesis de disulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo) (BCPDS)

Se colocaron epiclorhidrina (5563 g, 60,12 mol) y metanol (2500 g) en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 5ºC. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 5ºC, se añadió hidróxido de sodio (al 50% ac., 5 g) a la mezcla. Se disolvieron completamente $NaSH{\cdot}xH_2O$ (NaSH al 70%, 3660 g, 45,75 mol), metanol (1000 g) y agua (500 g) con agitación en otro reactor de 10 litros, y se añadió lentamente al mismo ácido clorhídrico gota a gota para generar gas sulfuro de hidrógeno. Se añadió el gas sulfuro de hidrógeno a la disolución de epiclorhidrina para obtener 3-cloro-2-hidroxipropano-1-tiol. Se detuvo la reacción cuando la epiclorhidrina desapareció completamente y se formó 3-cloro-2-hidroxi-propano-1-tiol, lo que se confirmó mediante CG. Se destiló la mezcla de reacción a presión reducida para obtener 6550 g de 3-cloro-2-hidroxi-propano-1-tiol. Se colocaron el 3-cloro-2-hidroxi-propano-1-tiol (1500 g, 11,85 mol) y el metanol (1500 g) en el interior de un reactor. Se enfrió la mezcla hasta 10ºC, y entonces se añadió lentamente al mismo peróxido de hidrógeno al 35% (575,61 g, 5,92 mol) gota a gota, dando disulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo) (BCPDS).

[Ejemplo de síntesis 3] Síntesis de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPS-1)

Se colocaron 1072,48 g (8,47 mol) de sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), 1300 g de tolueno y 800 g de metanol en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 30ºC con agitación. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 25ºC, se añadió NaOH (al 50% ac., 783,08 g, 9,78 mol) gota a gota en el plazo de 1 h. Se llevó a cabo la reacción a la vez que se mantenía a una temperatura de 35-37ºC. Tras dejarlo estar a 37ºC durante aproximadamente 30 min, se añadieron 2000 g de tolueno a la mezcla de reacción, seguido por agitación durante aproximadamente 10 min. Se dejó estar la mezcla resultante para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica dos veces con agua, y entonces se retiró el agua lo máximo posible. A la fase orgánica se le añadieron 400 g de metanol. Tras agitar, se añadieron tiourea (1117,65 g, 14,30 mol) y anhídrido acético (70 g) a una temperatura de 8ºC. Se continuó la reacción a 18ºC durante 18 h. Se detuvo la reacción cuando casi todos los materiales de partida habían desaparecido, lo que se confirmó mediante HPLC, y el contenido de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) alcanzó el 6% lo que se confirmó mediante análisis de CG. Tras la finalización de la reacción, se detuvo la agitación para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica obtenida tres veces con agua y se retiró el disolvente orgánico, dando sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo). El producto tenía un índice de refracción (nD, 20ºC) de 1,618.

[Ejemplo de síntesis 4] Síntesis de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPS-2)

Se colocaron 1072,48 g (8,47 mol) de sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), 1300 g de tolueno y 800 g de metanol en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 30ºC con agitación. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 25ºC, se añadió NaOH (al 50% ac., 783,08 g, 9,78 mol) gota a gota en el plazo de 1 h. Se llevó a cabo la reacción a la vez que se mantenía a una temperatura de 35-37ºC. Tras dejarlo estar a 37ºC durante aproximadamente 30 min, se añadieron 2000 g de tolueno a la mezcla de reacción, seguido por agitación durante aproximadamente 10 min. Se dejó estar la mezcla resultante para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica dos veces con agua, y entonces se retiró el agua lo máximo posible. A la fase orgánica se le añadieron 400 g de metanol. Tras agitar, se añadieron tiourea (1117,65 g, 14,30 mol) y anhídrido acético (70 g) a una temperatura de 8ºC. Se continuó la reacción a 18ºC durante 18 h. Se detuvo la reacción cuando casi todos los materiales de partida habían desaparecido, lo que se confirmó mediante HPLC, y el contenido de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) alcanzó el 9%, lo que se confirmó mediante análisis de CG. Tras la finalización de la reacción, se detuvo la agitación para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica obtenida tres veces con agua y se retiró el disolvente orgánico, dando sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo). El producto tenía un índice de refracción (nD, 20ºC) de 1,614.

[Ejemplo de síntesis 5] Síntesis de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPS-3)

Se colocaron 1072,48 g (8,47 mol) de sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), 1300 g de tolueno y 800 g de metanol en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 30ºC con agitación. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 25ºC, se añadió NaOH (al 50% ac., 783,08 g, 9,78 mol) gota a gota en el plazo de 1 h. Se llevó a cabo la reacción a la vez que se mantenía a una temperatura de 35-37ºC. Tras dejarlo estar a 37ºC durante aproximadamente 30 min, se añadieron 2000 g de tolueno a la mezcla de reacción, seguido por agitación durante aproximadamente 10 min. Se dejó estar la mezcla resultante para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica dos veces con agua, y entonces se retiró el agua lo máximo posible. A la fase orgánica se le añadieron 400 g de metanol. Tras agitar, se añadieron tiourea (1117,65 g, 14,30 mol) y anhídrido acético (70 g) a una temperatura de 8ºC. Se continuó la reacción a 18ºC durante 18 h. Se detuvo la reacción cuando casi todos los materiales de partida habían desaparecido, lo que se confirmó mediante HPLC, y el contenido de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) alcanzó el 14%, lo que se confirmó mediante análisis de CG. Tras la finalización de la reacción, se detuvo la agitación para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica obtenida tres veces con agua y se retiró el disolvente orgánico, dando sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo). El producto tenía un índice de refracción (nD, 20ºC) de 1,611.

[Ejemplo de síntesis 6] Síntesis de disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPDS)

Se colocaron 1229,34 g (4,89 mol) de disulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), 1300 g de tolueno y 800 g de metanol en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 30ºC con agitación. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 25ºC, se añadió NaOH (al 50% ac., 783,08 g, 9,78 mol) gota a gota en el plazo de 1 h. Se llevó a cabo la reacción a la vez que se mantenía a una temperatura de 35-37ºC. Tras dejarlo estar a 37ºC durante aproximadamente 30 min, se añadieron 2000 g de tolueno a la mezcla de reacción, seguido por agitación durante aproximadamente 10 min. Se dejó estar la mezcla resultante para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica dos veces con agua, y entonces se retiró el agua lo máximo posible. A la fase orgánica se le añadieron 400 g de metanol. Tras agitar, se añadieron tiourea (1117,65 g, 14,30 mol) y anhídrido acético (70 g) a una temperatura de 8ºC. Se continuó la reacción a 18ºC durante 18 h. Se detuvo la reacción cuando casi todos los materiales de partida habían desaparecido, lo que se confirmó mediante HPLC, y el contenido de disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) alcanzó el 10%, lo que se confirmó mediante análisis de CG. Tras la finalización de la reacción, se detuvo la agitación para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica obtenida tres veces con agua y se retiró el disolvente orgánico, dando disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPDS). El producto tenía un índice de refracción (nD, 20ºC) de 1,631.

[Ejemplo de síntesis comparativo 1] Síntesis de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPS-4)

Se colocaron 1072,48 g (8,47 mol) de sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), 1300 g de tolueno y 800 g de metanol en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 30ºC con agitación. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 25ºC, se añadió NaOH (al 50% ac., 783,08 g, 9,78 mol) gota a gota en el plazo de 1 h. Se llevó a cabo la reacción a la vez que se mantenía a una temperatura de 35-37ºC. Tras dejarlo estar a 37ºC durante aproximadamente 30 min, se añadieron 2000 g de tolueno a la mezcla de reacción, seguido por agitación durante aproximadamente 10 min. Se dejó estar la mezcla resultante para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica dos veces con agua, y entonces se retiró el agua lo máximo posible. A la fase orgánica se le añadieron 400 g de metanol. Tras agitar, se añadieron tiourea (1117,65 g, 14,30 mol) y anhídrido acético (70 g) a una temperatura de 8ºC. Se continuó la reacción a 18ºC durante 18 h. Se detuvo la reacción cuando casi todos los materiales de partida habían desaparecido, lo que se confirmó mediante HPLC, y el contenido de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) alcanzó el 3,5%, lo que se confirmó mediante análisis de CG. Tras la finalización de la reacción, se

detuvo la agitación para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica obtenida tres veces con agua y se retiró el disolvente orgánico, dando sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo). El producto tenía un índice de refracción (nD, 20ºC) de 1,623.

[Ejemplo de síntesis comparativo 2] Síntesis de sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPS-5)

Se colocaron 1072,48 g (8,47 mol) de sulfuro de bis(3-cloro-2-hidroxipropilo), 1300 g de tolueno y 800 g de metanol en el interior de un reactor de 10 litros. Se ajustó la temperatura de reacción a 30ºC con agitación. Cuando la temperatura de reacción alcanzó 25ºC, se añadió NaOH (al 50% ac., 783,08 g, 9,78 mol) gota a gota en el plazo de 1 h. Se llevó a cabo la reacción a la vez que se mantenía a una temperatura de 35-37ºC. Tras dejarlo estar a 37ºC durante aproximadamente 30 min, se añadieron 2000 g de tolueno a la mezcla de reacción, seguido por agitación durante aproximadamente 10 min. Se dejó estar la mezcla resultante para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica dos veces con agua, y entonces se retiró el agua lo máximo posible. A la fase orgánica se le añadieron 400 g de metanol. Tras agitar, se añadieron tiourea (1117,65 g, 14,30 mol) y anhídrido acético (70 g) a una temperatura de 8ºC. Se continuó la reacción a 18ºC durante 18 h. Se detuvo la reacción cuando casi todos los materiales de partida habían desaparecido, lo que se confirmó mediante HPLC, y el contenido de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) alcanzó el 16%, lo que se confirmó mediante análisis de CG. Tras la finalización de la reacción, se detuvo la agitación para la separación de fases. Se lavó la fase orgánica obtenida tres veces con agua y se retiró el disolvente orgánico, dando sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo). El producto tenía un índice de refracción (nD, 20ºC) de 1,607.

[Ejemplo 1]

Se mezclaron 89 g del sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo) (BEPS-1) preparado en el ejemplo de síntesis 3 como compuesto de tioepoxi, 5 g de diisocianato de isoforona como compuesto de isocianato, 6 g de sulfuro de bis(2-mercaptoetilo) como compuesto de tiol, 0,15 g de 8-PENPP como agente de desmoldeo interno, 0,2 g de bromuro de tetrabutilfosfonio, 0,1 g de trifenilfosfina, HTAQ (20 ppm) y PRD (10 ppm) como colorantes orgánicos y 1,5 g de HOPBT como absorbente de UV y se disolvieron a 20ºC para preparar una disolución homogénea. 8-PENPP se refiere a éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 8 moles de óxido de etileno, el 5% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno, el 6% en peso de aducto con 7 moles de óxido de etileno y el 6% en peso de aducto con 6 moles de óxido de etileno) como éster del ácido fosfórico. Se desgasificó la disolución a 400 Pa durante 1 h, se filtró a través de un filtro de PTFE de 1 μm, y se llenó en un molde compuesto por un molde de vidrio y una cinta adhesiva. Una vez cargado el molde en un horno de polimerización, se elevó lentamente la temperatura desde 25-130ºC a lo largo de 21 h. Tras la finalización de la polimerización, se extrajo el molde del horno. La capacidad de desmoldeo del producto moldeado del molde fue buena. La resina obtenida se recoció a 130ºC durante 4 h. Se midió que la resina recocida tenía un índice de refracción (nE) de 1,699 y un número de Abbe de 35. Se observó visualmente el estado de la disolución antes del llenado en el molde y se realizó una observación para ver si se formaban defectos con forma de anillo sobre la superficie del producto moldeado tras el desmoldeo. Como resultado, no se observaron anomalías y no apareció blanqueamiento. La resina tenía un valor de YI de 1,61 y era de calidad estable.

[Ejemplos 2-4]

Se prepararon las composiciones y se fabricaron las lentes ópticas de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto que se cambiaron los compuestos y sus cantidades tal como se muestra en la tabla 1. Se evaluaron las propiedades físicas de las lentes y los resultados se muestran en la tabla 1.

[Ejemplos comparativos 1-2]

Se prepararon las composiciones y se fabricaron las lentes ópticas de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto que se cambiaron los compuestos y sus cantidades tal como se muestra en la tabla 1. Se evaluaron las propiedades físicas de las lentes y los resultados se muestran en la tabla 1.

[TABLA 1]

n.º de ejemplo	Compuesto de tioepoxi	Compuesto de isocianato	Compuesto de tiol	Índice de refracción (nE)	Capacidad de desmoldeo	Color
Ejemplo 1	BEPS-1, 89 g	IPDI, 5 g	BMES, 6 g	1,699	○	○
Ejemplo 2	BEPS-2, 89 g	IPDI, 5 g	BMES, 6 g	1,697	○	○
Ejemplo 3	BEPS-3, 89 g	IPDI, 5 g	BMES, 6 g	1,695	○	○
Ejemplo 4	BEPDS, 91 g	IPDI, 4 g	BMES, 5 g	1,738	○	○
Ejemplo comparativo 1	BEPS-4, 89 g	IPDI, 5 g	BMES, 6 g	1,702	○	×
Ejemplo comparativo 2	BEPS-5, 89 g	IPDI, 5 g	BMES, 6 g	1,687	×	○

<Abreviaturas>

Monómeros

BEPS: Sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo)

BEPDS: Disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo)

BMES: Sulfuro de bis(2-mercaptoetilo)

IPDI: Diisocianato de isoforona

HOPBT: 2-(2’-Hidroxi-5’-t-octilfenil)-2H-benzotriazol

TBPB: Bromuro de tetrabutilfosfonio

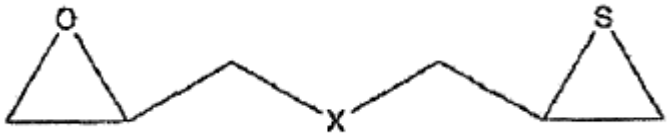
HTQA: 1-Hidroxi-4-(p-toluidin)antraquinona

PRD: Colorante de perinona

REIVINDICACIONES

1. Composición polimerizable que comprende un compuesto de tioepoxi para un material óptico que contiene del 4 al 15% en peso de cualquiera o ambos de sulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo) y disulfuro de 2,3-epoxipropil(2,3-epitiopropilo), representado por la fórmula 1:

[Fórmula 1]



(X = S, S-S)

en la que los compuestos de fórmula 1 se forman como productos intermedios en la preparación del compuesto de tioepoxi.

2. Composición polimerizable según la reivindicación 1, que comprende además una sal de fosfonio como catalizador de polimerización.

3. Composición polimerizable según la reivindicación 1, que comprende además un compuesto de poliisocianato y/o un compuesto de politiol.

4. Composición polimerizable según la reivindicación 1, en la que el compuesto de tioepoxi se selecciona del grupo que consiste en sulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), disulfuro de bis(2,3-epitiopropilo), 1,3-bis(β-epitiopropiltio)ciclohexano, 1,4-bis(β-epitiopropiltio)ciclohexano, 1,3-bis(β-epitiopropiltiometil)ciclohexano, 1,4-bis(β-epitiopropiltiometil)ciclohexano, 2,5-bis(β-epitiopropiltiometil)-1,4-ditiano, 2,5-bis(β-epitiopropiltioetiltiometil)-1,4-ditiano, 2-(2-β-epitiopropiltioetiltio)-1,3-bis(β-epitiopropiltio)propano, y mezclas de los mismos.

5. Composición polimerizable según la reivindicación 3, en la que el compuesto de poliisocianato se selecciona del grupo que consiste en diisocianato de isoforona, diisocianato de hexametileno, diisocianato de diciclohexilmetano, diisocianato de xilileno, 3,8-bis(isocianatometil)triciclo[5,2,1,$0^{2,6}$]decano, 3,9-bis(isocianatometil)triciclo[5,2,1,$0^{2,6}$]decano, 4,8-bis(isocianatometil)triciclo[5,2,1,$0^{2,6}$]decano, 2,5-bis(isocianatometil)biciclo[2,2,1]heptano, 2,6-bis(isocianatometil)biciclo[2,2,1]heptano, y mezclas de los mismos.

6. Composición polimerizable según la reivindicación 3, en la que el compuesto de politiol es sulfuro de bis(2-mercaptoetilo).

7. Composición polimerizable según la reivindicación 3, que comprende además un compuesto olefínico como modificador de resina reactiva.

8. Composición polimerizable según la reivindicación 3, que comprende además, como agente de desmoldeo interno, al menos un compuesto de fosfato seleccionado del grupo que consiste en 4-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 5 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 4 moles de óxido de etileno, el 10% en peso de aducto con 3 moles de óxido de etileno y el 5% en peso de aducto con 1 mol de óxido de etileno)], 8-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 8 moles de óxido de etileno, el 5% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno, el 6% en peso de aducto con 7 moles de óxido de etileno y el 6% en peso de aducto con 6 moles de óxido de etileno)], 12-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 13 moles de óxido de etileno, el 80% en peso de aducto con 12 moles de óxido de etileno, el 8% en peso de aducto con 11 moles de óxido de etileno, el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de etileno y el 6% en peso de aducto con 4 moles de óxido de etileno)], 16-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 17 moles de óxido de etileno, el 79% en peso de aducto con 16 moles de óxido de etileno, el 10% en peso de aducto con 15 moles de óxido de etileno, el 4% en peso de aducto con 14 moles de óxido de etileno y el 4% en peso de aducto con 13 moles de óxido de etileno)], 20-PENPP [éter fosfato de polioxietilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 21 moles de óxido de etileno, el 76% en peso de aducto con 20 moles de óxido de etileno, el 7% en peso de aducto con 19 moles de óxido de etileno, el 6% en peso de aducto con 18 moles de óxido de etileno y el 4% en peso de aducto con 17 moles de óxido de etileno)], 4-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 5 moles de óxido de propileno, el 80% en peso de aducto con 4 moles de óxido de propileno, el 10% en peso de aducto con 3 moles de óxido de propileno y el 5% en peso de aducto con 1 mol de óxido de propileno)], 8-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de propileno, el 80% en peso de aducto con 8 moles de óxido de propileno, el 5% en peso de aducto con 9 moles de óxido de propileno, el 6% en peso de aducto con 7 moles de óxido de propileno y el 6% en peso de aducto con 6 moles de óxido de propileno)], 12-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 13

moles de óxido de propileno, el 80% en peso de aducto con 12 moles de óxido de propileno, el 8% en peso de aducto con 11 moles de óxido de propileno, el 3% en peso de aducto con 9 moles de óxido de propileno y el 6% en peso de aducto con 4 moles de óxido de propileno)], 16-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 3% en peso de aducto con 17 moles de óxido de propileno, el 79% en peso de aducto con 16 moles de óxido de propileno, el 10% en peso de aducto con 15 moles de óxido de propileno, el 4% en peso de aducto con 14 moles de óxido de propileno y el 4% en peso de aducto con 13 moles de óxido de propileno)], 20-PPNPP [éter fosfato de polioxipropilen-nonilfenol (el 5% en peso de aducto con 21 moles de óxido de propileno, el 76% en peso de aducto con 20 moles de óxido de propileno, el 7% en peso de aducto con 19 moles de óxido de propileno, el 6% en peso de aducto con 18 moles de óxido de propileno y el 4% en peso de aducto con 17 moles de óxido de propileno)].

9. Método para producir un material óptico de tioepoxi, que comprende polimerizar la composición polimerizable según la reivindicación 1.

10. Lente óptica compuesta por el material óptico según la reivindicación 1.