

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 015**

51 Int. Cl.:

C08G 18/48 (2006.01)
C08G 18/50 (2006.01)
C08G 18/66 (2006.01)
C08G 18/75 (2006.01)
C08G 18/24 (2006.01)
C08G 18/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2013 PCT/US2013/025793**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2014 WO14126552**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2013 E 13714726 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2838924**

54 Título: **Poliuretanos transparentes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2019

73 Titular/es:
POLYPLEXX, LLC (100.0%)
1740 Union Carbide Drive
South Charleston, WV 25303, US

72 Inventor/es:
DERDERIAN, EDMOND y
GERKIN, RICHARD

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 733 015 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

Poliuretanos transparentes

Alcance de la invención

5 La presente invención se refiere a poliuretanos duros, ópticamente transparentes y resistentes al impacto que se caracterizan por sus excelentes propiedades termomecánicas y su resistencia química.

Antecedentes de la invención

10 Los poliuretanos son una clase conocida de materiales que han encontrado una amplia aplicación comercial debido a sus excelentes propiedades físicas. Estos polímeros son adecuados para moldear, pulverizar y recubrir productos donde se requiere resistencia a la tracción, tenacidad y resistencia al impacto. En muchos de los procesos de fabricación establecidos, se prefiere emplear un sistema de una sola operación mediante el cual los compuestos de poliisocianato y de hidrógeno activo se convierten en el producto final en una sola etapa de reacción. En otros procesos conocidos, un producto intermedio, generalmente llamado prepolímero, se forma primero haciendo reaccionar un exceso estequiométrico de un poliisocianato con un compuesto de hidrógeno activo, y el prepolímero se convierte posteriormente en el polímero final en una segunda reacción que involucra un compuesto de hidrógeno activo adicional.

15 Un ejemplo de la química del poliuretano se describe en la patente de EE.UU. n.º 4.686.242 de Turner *et al.* que da a conocer un proceso mediante el cual se hace reaccionar un compuesto funcional de amina que tiene un peso equivalente de al menos aproximadamente 400 con un exceso de un poliisocianato para formar un prepolímero terminado en isocianato, prepolímero que se hace reaccionar adicionalmente con un poliol. Las propiedades del polímero fueron mejores cuando se fabricaron a través de una ruta de prepolímero en comparación con un proceso de una etapa (col. 1 líneas 31-49). La patente también describe que las aminas primarias tienden a reaccionar demasiado rápido con los isocianatos en un proceso de una etapa, por lo que se debe usar un proceso de dos etapas. Además, Turner describe el uso de aminas impedidas estéricamente en lugar de aminas primarias para controlar esta reactividad.

25 Otro ejemplo de la química del uretano se expone en la patente de EE.UU. n.º 5.510.445 de Haider, *et al.*, que da a conocer un proceso de una etapa para la formación de poliuretanos, que comprende hacer reaccionar a un índice de isocianato de desde 90 hasta 200 (a) diisocianatos; (b) del 25 al 70 por ciento equivalente, con respecto al total de componentes (b) y (c), de uno o más polímeros terminados en amina que contienen al menos dos grupos amino primarios o secundarios reactivos al isocianato unidos aromáticamente y/o grupos amino secundarios reactivos al isocianato unidos alifáticamente; y (c) del 75 al 30 por ciento equivalente, con respecto al total de componentes (b) y (c), de uno o más agentes de extensión de cadena de diamina aromática que tienen un peso molecular de desde 108 hasta 399. Esta técnica da a conocer que grandes cantidades de los polímeros terminados en amina y cualquier agente de extensión de cadena de amina contienen exclusivamente grupos amino primarios o secundarios unidos aromáticamente y, preferiblemente, también contienen sustituyentes alquilo. Además, los ejemplos comparativos 7 y 8 dan a conocer que un poliéter terminado en amina primaria es demasiado reactivo para una metodología de proceso de una sola etapa y debe evitarse.

35 La patente de EE.UU. n.º 5.710.230 de Steppan se refiere a un proceso para la producción de poliuretano mediante el procesamiento de la mezcla de reacción que consiste en un diisocianato y un componente reactivo con isocianato a través de un proceso en una sola operación a un índice de isocianato de aproximadamente 80 a 130. El componente reactivo con isocianato consiste en 1) en al menos un poliol que tiene grupos funcionales que son grupos hidroxilo, grupos amina, o mezclas de grupos hidroxilo y grupos amina, de modo que la razón equivalente de grupos hidroxilo con respecto a grupos amina es de desde 0:1 hasta 1:1, y 2) al menos un agente de extensión de cadena que se selecciona de dioles, trioles, aminas alifáticas primarias, aminas alifáticas secundarias, aminoalcoholes y mezclas de los mismos. La razón equivalente de grupos hidroxilo con respecto a grupos amina en el componente de agente de extensión de cadena es de desde 1:2 hasta 10:1. Steppan no da a conocer el uso de diaminas aromáticas como agentes de extensión de cadena.

40 La patente de EE.UU. n.º 5.239.041 de Grigsby da a conocer un proceso para preparar un poliuretano hecho de polieterpoliamina impedida que se obtiene haciendo reaccionar un poliol que tiene dos o más grupos hidroxilo con una cantidad eficaz de epóxido de alquilo de cadena larga para dar un intermedio al menos parcialmente impedido que tiene terminaciones de hidroxilo; y luego aminando al menos una de las terminaciones hidroxilo en el intermedio a grupos de amina primaria para dar una polieterpoliamina al menos parcialmente impedida. La polieterpoliamina impedida se hace reaccionar luego con un poliisocianato. Esta técnica da a conocer que el grupo alquilo de cadena larga proporciona impedimento estérico al grupo de amina alifática primaria, lo que ralentiza la reactividad de la amina, lo que se dice que es útil ya que permite tiempos de operación o flujo más largos, lo que a su vez permite que se realicen partes más grandes a partir de equipos existentes.

Compendio de la invención

La presente invención da a conocer un nuevo procedimiento para producir polímeros de poliuretano duros, ópticamente transparentes y resistentes al impacto que se caracterizan por sus excelentes propiedades termomecánicas y su resistencia química, que se fabrican en un procedimiento de una etapa a partir de un poliéter terminado en amina primaria, un poliisocianato alifático, un polioliol y una diamina aromática.

Descripción detallada de la invención

El poliuretano novedoso de la presente invención se fabrica utilizando un procedimiento de una etapa en el que se fabrica un poliuretano a partir de un poliéter terminado en amina primaria, un poliisocianato alifático, un polioliol y una diamina aromática. Sorprendentemente, los polímeros resultantes son tanto ópticamente transparentes como muy duros, son resistentes al impacto y se caracterizan por sus excelentes propiedades termomecánicas y su resistencia química.

La presente invención se refiere a un poliuretano que tiene una transmitancia óptica de >83% que comprende el producto de reacción en una etapa de:

- a) un exceso estequiométrico de poliisocianato alifático, mediante el cual el índice está entre >100 y 120;
- b) un poliéter terminado en amina primaria con una funcionalidad de amina de aproximadamente 2 y un peso molecular igual a o mayor de 400;
- c) un polioliol que tiene una funcionalidad de hidroxilo nominal promedio mayor de o igual a 2 y un peso equivalente de hidroxilo promedio de desde aproximadamente 300 hasta aproximadamente 2000,
- d) una diamina aromática;
- e) opcionalmente, un agente de reticulación con grupos reactivos con isocianato, que tiene una funcionalidad igual a o mayor de aproximadamente 3, y un peso molecular de menos de 400

en donde la cantidad relativa de equivalentes estequiométricos del polioliol con respecto al poliéter terminado en amina primaria está entre 0,49 y 4,99, en donde la razón en equivalentes estequiométricos de los componentes a con respecto a b está entre 9 y 24 y la razón de equivalentes estequiométricos del componente a con respecto a los componentes b, c y e está entre 2,7 y 4,5.

Haciendo referencia a los componentes 1-5 (correspondientes a los componentes a) a e) anteriores), la siguiente tabla muestra las razones deseadas de equivalentes estequiométricos de estos reactivos en el procedimiento de una etapa. Los intervalos superior e inferior son intervalos individuales para los componentes referenciados, no combinaciones específicas dados los intervalos posibles que pueden especificarse entre los cinco componentes.

Razones en equivalentes	Inferior	Superior	Intervalo preferido
1/ 2	9	24	12 – 20
1/(2+3+5)	2,7	4,5	3 – 4,2
3/2	0,49	4,99	1,5 – 3,5
5/4	0	0,2	0,1 – 0,175
4/(2+3+5)	1,7	3,5	2 – 3,0

El índice al que se hace referencia anteriormente es la razón, multiplicada por 100, entre los equivalentes estequiométricos de isocianato y la suma de los equivalentes estequiométricos de todos los grupos reactivos con isocianato.

El polímero resultante es transparente con las siguientes propiedades: punto de reblandecimiento Vicat (norma ASTM D 525, versión A, carga = 10 N) de >98°C, una dureza de >75 (norma ASTM D2240-00, durómetro D), un módulo de flexión de >6,894 x 10⁸ Pa (>100.000 psi) (norma ASTM D 790), y pasa una prueba de impacto de “dardo que cae” [Impacto por dardo que cae (Gardner) norma ASTM D3029, sin fractura del polímero (el peso es de 900 g, la punta de impacto es de 0,31 cm de radio, cayendo una distancia de 107 cm, descansando el polímero sobre una placa de soporte de diámetro interno de 5,08 cm)] .Los polímeros tienen una transmitancia óptica de >83%.

El término “funcionalidad de amina” tal como se usó anteriormente para definir el poliéter terminado en amina primaria usado en la fabricación de las composiciones de la invención, significa la funcionalidad amino que se esperaría que tuviera un poliéter con respecto a los materiales usados en su fabricación. Por ejemplo, un poliéter terminado en amina primaria preparado mediante la aminación reductora de un polieterdiol tendrá una funcionalidad amino nominal de 2, aunque, en la práctica, la funcionalidad de hidroxilo promedio del diol puede ser algo menos de 2 y la conversión de grupos hidroxilo a amino pueden no ser totalmente completa. La estructura resultante es un material de poliéter terminado en amina primaria alifática.

El peso equivalente de amino del poliéter terminado en amina es de al menos aproximadamente 200, y está preferiblemente en el rango de aproximadamente 950 a aproximadamente 1250. Pueden usarse mezclas de dos o más poliéteres terminados en amina que varíen en funcionalidad, peso equivalente o constitución química siempre que dichas mezclas cumplan con los criterios de funcionalidad promedio y de peso equivalente promedio mostrados anteriormente. Se prefieren las diaminas de polioxipropileno y las diaminas de poli(oxietileno-oxipropileno) y mezclas de cualquiera de estos. Sin embargo, las aminas deben estar esencialmente, y más preferiblemente, libres de otros grupos reactivos con isocianato.

Los poliisocianatos orgánicos que pueden emplearse incluyen diisocianatos alifáticos y cicloalifáticos y combinaciones de los mismos. En la presente invención se prefieren diisocianatos cicloalifáticos. Son representativos de estos tipos de diisocianatos 4,4'-diisocianato de dicitlohexilmetano, bis(1,4-isocianatometil)ciclohexano, diisocianato de isoforona y otros diisocianatos similares.

El término "funcionalidad de hidroxilo", tal como se usó anteriormente, significa la funcionalidad de hidroxilo que se esperaría que un poliol tuviera con respecto a sus componentes monoméricos. Por ejemplo, un poliol preparado mediante la adición de óxido de propileno a un diol tendrá una funcionalidad de hidroxilo de 2, aunque, en la práctica, su funcionalidad promedio será algo menos de 2. Por lo tanto, para un poliéter, la funcionalidad de hidroxilo promedio es la funcionalidad promedio (número de átomos de hidrógeno activo) del iniciador o iniciadores utilizados en su preparación.

La funcionalidad de hidroxilo promedio del poliol usado en composiciones de la invención es normalmente desde 2 hasta 6. El peso equivalente de hidroxilo promedio del poliol está preferiblemente en el intervalo desde 300 hasta 2000. Pueden usarse mezclas de dos o más polioles que varíen en peso equivalente o constitución química siempre que dicha mezcla cumpla con los criterios de funcionalidad promedio y de peso equivalente promedio mostrados anteriormente.

Los ejemplos de polioles adecuados incluyen poliésteres, policarbonatos, poliolefinas terminadas en hidroxilo y, especialmente, poliéteres. Pueden seleccionarse polioles poliéter o mezclas de polioles adecuados de los productos de reacción de óxido de propileno u óxidos de etileno y propileno con iniciadores polifuncionales tales como agua, etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, glicerol, trimetilolpropano, pentaeritritol, trietanolamina, etanolamina, triisopropanolamina o sorbitol. Los poliéteres especialmente útiles incluyen politetrametilenglicoléteres y polioxipropilentroloes y poli(oxietileno-oxipropileno)trioles obtenidos mediante la adición simultánea o secuencial de óxidos de etileno y propileno a iniciadores trifuncionales. En algunos casos, se prefieren los trioles con extremos de óxido de etileno debido a su reactividad potenciada. Los poliésteres obtenidos mediante la polimerización por apertura de anillo de lactonas, por ejemplo caprolactona, en presencia de un poliol y un catalizador, son un poliol preferido.

Preferiblemente, el poliol debe estar esencialmente libre de, y más preferiblemente libre de, grupos reactivos con isocianato distintos de la funcionalidad de hidroxilo.

Las diaminas aromáticas adecuadas que pueden emplearse en el presente documento incluyen, por ejemplo, 2,4-bis(p-aminobencil)anilina, 2,4-diaminotolueno, 2,6-diaminotolueno, 1,3-fenilendiamina, 1,4-fenilendiamina, 2,4'-diaminodifenilmetano, 4,4'-diaminodifenilmetano, naftalen-1,5-diamina, 1-metil-2-metilamino-4-aminobenceno, polifenil-polimetileno-poliaminas, 1,3-dietil-2,4-diaminobenceno, 1,3,5-trietil-2,6-diaminobenceno, mezclas de los mismos y similares. Las diaminas aromáticas preferidas incluyen metileno-bis-orto-cloroanilina (MOCA) y dietiltoluendiamina (una combinación de 1-metil-3,5-dietil-2,6-diaminobenceno y 1-metil-3,5-dietil-2,4-diaminobenceno, también conocido como DETDA). Una clase opcional de diaminas es aquellas que incluyen heteroátomos no reactivos tales como azufre, tal como dimetilfotoluendiamina. Preferiblemente, la diamina está libre de funcionalidades de hidroxilo.

El agente de reticulación que puede añadirse de forma opcional a la reacción tiene grupos reactivos con isocianato, una funcionalidad igual o mayor de aproximadamente 3, y un peso molecular <400. La funcionalidad se refiere al número de grupos reactivos con isocianato en promedio en cada molécula. El trimetilolpropano, la glicerina (un triol) y el pentaeritritol (un tetrol) son todos ejemplos de tales agentes de reticulación.

Puede emplearse opcionalmente un catalizador en la preparación del poliuretano. Los catalizadores más preferidos son aquellos catalizadores organometálicos que incluyen, por ejemplo, acetato estannoso, butirato estannoso, laurato estannoso, octoato estannoso, oleato estannoso, octoato de bismuto, naftenato de cobalto, naftenato de zinc, naftenato de cadmio, dilaurato de dibutilestaño, di-2-etilhexoato de dibutilestaño, dineodecanoato de dimetilestaño y similares.

Otros catalizadores de uretano adecuados que pueden usarse incluyen aminas terciarias tales como, por ejemplo, trietilendiamina, N-metilmorfolina, N-etilmorfolina, dietiletanolamina, 1-metil-4-dimetilaminoetilpiperazina, 3-metoxi-N-dimetilpropilamina, N,N-dimetil-N',N'-metilisopropilpropilendiamina, N,N-dimetil-3-dietilaminopropilamina, dimetilbencilamina y similares.

La cantidad de catalizador que se emplea opcionalmente depende de manera general de su actividad y/o la temperatura de la masa de reacción. En general, pueden usarse cantidades de entre aproximadamente el 0,005 y

aproximadamente el 2,0 por ciento en peso de catalizador, basándose en el peso combinado de los reactivos, prefiriéndose del 0,02 al 0,15% en peso.

5 Las condiciones de reacción preferidas para la fabricación de los poliuretanos de la presente invención son: temperaturas de reacción de entre aproximadamente 5 a aproximadamente 85°C, concentración de catalizador entre el 0,02 y el 0,15% en peso del total, y temperatura del molde >90°C.

Los poliuretanos pueden fabricarse mediante moldeo por inyección-reacción (RIM), mediante el cual las corrientes líquidas reactivas se mezclan por choque y se inyectan rápidamente en una cavidad del molde. También pueden fabricarse utilizando una máquina de colada de uretano mediante la cual las corrientes de líquidos reactivos se mezclan y se vierten directamente en un molde de colada para su posterior moldeo y curado.

10 Los poliuretanos de la presente invención pueden usarse según aquellos usos conocidos de los poliuretanos. Sin embargo, dada la transparencia y la dureza de los poliuretanos de la presente invención, los usos preferibles para ellos se encuentran en las áreas generales de visores, lentes, gafas, pantallas faciales y otras aplicaciones de tipo acristalamiento. Dichos productos pueden formarse mediante colada de la mezcla de reacción en las formas deseadas a grosores variables. Las piezas moldeadas también se pueden hacer mediante moldeo por inyección si ninguna
15 funcionalidad de los componentes del sistema es mayor de aproximadamente 2.

Ejemplos (ilustrativos, pero no dentro del alcance de las reivindicaciones)

20 Todos los ejemplos se realizaron utilizando el siguiente protocolo. Se prepararon el lado A (el isocianato) y el lado B (todos los demás componentes) del sistema y se desgasificaron por separado. Entonces se almacenaron ambos lados a la temperatura deseada antes de su uso. Luego, los lados A y B se vertieron juntos en la razón estequiométrica correcta y se mezclaron usando un instrumento FlackTek SpeedMixer™ modelo DAC 400 FVC. Luego, los componentes mezclados se moldearon por colada directamente en un molde (espaciador de aluminio de 3,175 mm (0,125 pulgadas) de grosor, parte superior e inferior de vidrio templado) que se precalentó hasta 150°C. La pieza moldeada por colada se dejó curar en el molde durante 30 min. y luego se retiró y se dejó enfriar. El catalizador
25 utilizado para todos los experimentos fue dineodecanoato de dimetilestaño FOMREZ™ UL-28 de GE. El nivel de catalizador para todos los experimentos fue del 0,04% basándose en el peso total de los componentes.

Ejemplo 1:

Se fabricó un poliuretano según la presente invención usando la siguiente formulación, donde los reactivos se dejaron reaccionar a temperatura ambiental.

Componente	Peso eq.	n.º de eq	fracción de peso	% en peso de segmento duro
Jeffamine D-2000	980,40	0,33	0,21	
Terathane 650	319,48	0,67	0,14	
Trimetilolpropano	44,67	0,50	0,01	
Ethacure 100LC	89,15	3,38	0,20	
H12MDI	131,18	4,88	0,43	64

30 Jeffamine® D-2000 es un poliéter terminado en amina primaria (amina difuncional) disponible comercialmente de Huntsman Chemicals con un peso equivalente de 980,40. Terathane 650 es un polioli poliéter a base de PTMEG (politetrahidrofuranodiol) disponible de Invista, con un peso equivalente de 319,48. Ethacure 100LC es dietiltoluidiamina (DETDA) disponible comercialmente de Albemarle. H12MDI es 4,4'-diisocianato de dicitclohexilmetano (un diisocianato alifático). El trimetilolpropano es un agente de reticulación opcional. El polímero resultante era completamente transparente, libre de burbujas, tenía una dureza de durómetro D de 84 (norma ASTM D2240-00) y pasó la prueba de impacto de tipo Gardner. El punto de reblandecimiento de Vicat A fue de 183°C y el módulo de flexión fue de $9,515 \times 10^8$ Pa (138.000 psi).
35

Ejemplo 2 (Comparativo)

40 La siguiente formulación comparativa que tiene un contenido de segmento duro de 64, pero que no contiene un polioli se moldeó por colada utilizando los mismos protocolos que en el ejemplo 1. La placa resultante era transparente pero muy quebradiza, no pasando una simple prueba de flexión.

Componente	Peso eq.	n.º de eq	fracción de peso	% en peso de segmento duro
Jeffamine D-2000	980,40	1	0,36	
Ethacure 100LC	89,15	7,22	0,24	
H12MDI	131,18	8,22	0,40	64

Ejemplo 3 (Comparativo)

El contenido de segmento duro de la formulación comparativa anterior se redujo adicionalmente hasta el 60% para abordar el problema de fragilidad experimentado en el ejemplo comparativo 2 tal como sigue

Componente	Peso eq.	n.º de eq	fracción de peso	% en peso de segmento duro
Jeffamine D-2000	980,40	1	0,40	
Ethacure 100LC	89,15	6	0,22	
H12MDI	131,18	7	0,38	60

La placa resultante era borrosa y no pasó la prueba de impacto de "dardo que cae".

5 Ejemplo 4 (Comparativo) y ejemplo 5

Las placas se fabricaron a partir de la siguiente composición utilizando un enfoque de prepolímero (ejemplo 4) y un enfoque de una etapa (es decir, según la presente invención) (ejemplo 5) utilizando la misma técnica de colada.

Componente	Peso eq.	n.º de eq	fracción de peso	% en peso de segmento duro
Jeffamine D-2000	980,40	0,33	0,23	
Terathane 650	319,48	0,67	0,15	
Ethacure 100LC	89,15	3,42	0,21	
H12MDI	131,18	4,42	0,41	62,5

10 El prepolímero se fabricó añadiendo el poliéter terminado en amina directamente al isocianato a 80°C con buena agitación, y dejando que el prepolímero reposase (sellado y bajo nitrógeno) durante 16 h a 70°C. Entonces se determinó el peso equivalente y luego se dejó que el prepolímero reaccionara con los componentes restantes de la formulación.

15 La placa fabricada por medio del método de la presente invención en un paso (ejemplo 5) pasó la prueba de impacto de dardo que cae (especificada en el ejemplo 3), mientras que la placa preparada por medio de la ruta del prepolímero (ejemplo comparativo 4) no pasó la prueba de impacto de dardo que cae.

REIVINDICACIONES

1. Un poliuretano que tiene una transmitancia óptica de >83% que comprende el producto de reacción en una etapa de:
 - a) un exceso estequiométrico de poliisocianato alifático, mediante el cual el índice está entre >100 y 120;
- 5 b) un poliéter terminado en amina primaria con una funcionalidad de amina de aproximadamente 2 y un peso molecular igual a o mayor de 400;
- c) un poliol que tiene una funcionalidad de hidroxilo nominal promedio mayor de o igual a 2 y un peso equivalente de hidroxilo promedio de desde aproximadamente 300 hasta aproximadamente 2000,
- d) una diamina aromática;
- 10 e) opcionalmente, un agente de reticulación con grupos reactivos con isocianato, que tiene una funcionalidad igual o mayor de aproximadamente 3, y un peso molecular de menos de 400
- 15 en donde la cantidad relativa de equivalentes estequiométricos del poliol con respecto al poliéter terminado en amina primaria está entre 0,49 y 4,99, en donde la razón en equivalentes estequiométricos de los componentes a con respecto a b está entre 9 y 24 y la razón de equivalentes estequiométricos del componente a con respecto a los componentes b, c y e está entre 2,7 y 4,5.
2. El poliuretano según la reivindicación 1, en donde el poliéter terminado en amina primaria tiene un peso molecular de aproximadamente 2.000 a aproximadamente 2.500.
3. El poliuretano según la reivindicación 2, en donde el poliol es un poliéter glicol con un peso molecular de entre aproximadamente 600 y 2000.
- 20 4. El poliuretano según la reivindicación 2, en donde la diamina se selecciona del grupo que consiste en (a) metilénbis-ortocloroanilina y (b) dietiltoluendiamina.
5. El poliuretano según la reivindicación 1, en donde el poliéter terminado en amina primaria es una mezcla de dos o más poliéteres terminados en amina que varían en funcionalidad, peso equivalente o constitución química.
- 25 6. El poliuretano según la reivindicación 5, en donde la razón en equivalentes estequiométricos de los componentes e con respecto a d está entre 0,1-0,175.
7. El poliuretano según la reivindicación 6, en donde la razón estequiométrica de los componentes c con respecto a b está entre 1,5 y 3,5.
8. Un procedimiento para producir un poliuretano que tiene una transmitancia óptica de >83% que comprende hacer reaccionar en una etapa:
 - 30 a) un exceso estequiométrico de poliisocianato alifático, mediante el cual el índice está entre >100 y 120;
 - b) un poliéter terminado en amina primaria con una funcionalidad de amina de aproximadamente 2 y un peso molecular igual a o mayor de 400,
 - c) un poliol que tiene una funcionalidad de hidroxilo nominal promedio mayor de o igual a 2 y un peso equivalente de hidroxilo promedio de desde aproximadamente 300 hasta aproximadamente 2.000, y
 - 35 d) una diamina aromática y
 - e) opcionalmente, un agente de reticulación con grupos reactivos con isocianato, que tiene una funcionalidad igual o mayor de aproximadamente 3, y un peso molecular de menos de 400
 - 40 en donde la cantidad relativa de equivalentes estequiométricos del poliol con respecto al poliéter terminado en amina primaria está entre 0,49 y 4,99, en donde la razón en equivalentes estequiométricos de los componentes a con respecto a b está entre 9 y 24 y la razón de equivalentes estequiométricos del componente a con respecto a los componentes b, c y el agente de reticulación está entre 2,7 y 4,5.
 9. El procedimiento según la reivindicación 8, en donde la razón en equivalentes estequiométricos de los componentes e con respecto a d es de 0,1 y 0,175.
 - 45 10. El procedimiento según la reivindicación 9, en donde la razón en equivalentes estequiométricos de los componentes a con respecto a b está entre 12 y 20.