

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 265**

51 Int. Cl.:
C08G 59/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07864526 .4**
96 Fecha de presentación: **16.11.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2094759**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **Nuevos endurecedores epoxi con curado mejorado y polímeros con mejores propiedades de revestimiento**

30 Prioridad:
20.11.2006 US 860128 P
11.09.2007 US 993288 P
13.11.2007 US 939420

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.07.2012

73 Titular/es:
Dow Global Technologies LLC
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US

72 Inventor/es:
ARGYROPOULOS, John N.;
BHATTACHARJEE, Debkumar y
TURAKHIA, Rajesh H.

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 385 265 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

Nuevos endurecedores epoxi con curado mejorado y polímeros con mejores propiedades de revestimiento

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 La presente solicitud reivindica prioridad sobre las Solicitudes Provisionales de EE.UU. Nos de Serie 60/993.288, expedida el 11 de septiembre de 2007 y 60/860.128 expedida el 20 de noviembre de 2006, cada una de las cuales se incorpora por referencia.

Campo de la invención

10 De manera general, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a composiciones de endurecedor. Las realizaciones específicas descritas en el presente documento se refieren a composiciones de endurecedor para sistemas de resina epoxi.

Antecedentes

15 Una área de investigación continua en el desarrollo químico consiste en formular un agente de curado que sea compatible con las resinas epoxi convencionales a bajas temperaturas de curado, y que sea suficientemente reactivo con las resinas epoxi de manera que el sistema experimente curado en un intervalo amplio de temperaturas. De manera especial, se desean agentes de curado que experimenten curado a bajas temperaturas dentro de un período de 24 horas en ausencia de aceleradores externos.

20 Con frecuencia, los agentes de curado de amina típicos, ya sean alifáticos, aromáticos o aductos con resinas epoxi, que terminan con al menos un grupo amina principal, producen el efecto no deseado de "florescencia" o "nublado" del producto curado. La florescencia tiene lugar cuando la cantidad de condensado provoca que los compuestos solubles en agua migren hasta la superficie del producto. La florescencia o el nublado se pueden encontrar de manera más probable cuando el agente de curado es almacenado durante un largo período de tiempo, y se aplica en medios de baja temperatura o elevada humedad.

25 Se puede mejorar en gran medida la florescencia y el nublado haciendo reaccionar muchas de los hidrógenos de la amina primaria. No obstante, la reactividad del agente de curado resultante se puede ver impedida debido a que las aminas secundarias son menos reactivas que las aminas primarias. Como resultado de ello, con frecuencia se usan aceleradores para obtener los tiempos de curado adecuados, especialmente a bajas temperaturas de curado. Además, muchos de los aductos de agente de curado de amina, cuyos grupos de amina primaria fueron convertidos en grupos de amina secundaria, son escasamente compatibles con resinas epoxi.

30 Los agente de curado de diamina cicloalifática típicos incluyen diamina de isoforona (IPDA), 1,2-diaminociclohexano y bis-p-aminociclohexilmetano. Estas diaminas cicloalifáticas pueden dar como resultado una resina que presenta propiedades de revestimiento buenas, pero que presenta la desventaja de tasas de curado lentas con resinas epoxi.

35 Por consiguiente, existe la necesidad de composiciones de endurecedor compatibles con epoxi que presenten una velocidad de curado mejorada y una habilidad mejorada para curar a bajas temperaturas. Preferentemente, la velocidad de curado mejorada no compromete las propiedades de revestimiento críticas, incluyendo color, brillo, resistencia química, adhesión y resistencia hidrolítica, entre otras.

Sumario de la invención

40 En un aspecto, las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a una composiciones de endurecedor para resinas epoxi, incluyendo la composición de endurecedor: (a) 1,3-bis(aminometil)ciclohexano; y (b) 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. La composición de endurecedor puede incluir isómeros cis y trans de ambos componentes (a) y (b).

En otro aspecto, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a una composición de endurecedor de prepolímero para resinas epoxi, incluyendo la composición de endurecedor de prepolímero el producto de reacción de un epoxi con una composición de endurecedor que incluye (a) 1,3-bis(aminometil)ciclohexano y (b) 1,4-bis(aminometil)ciclohexano.

45 En otro aspecto, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a una formulación curable que incluye una composición de endurecedor o composición de prepolímero como se ha descrito previamente y una resina epoxi.

50 En otro aspecto, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a un método para adherir dos substratos, incluyendo el método: aplicar una resina epoxi y la composición de endurecedor o la composición de endurecedor de prepolímero como se ha descrito previamente a uno o ambos substratos; y poner los substratos en contacto.

Otros aspectos y ventajas de las realizaciones descritas en el presente documento resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

5 La Figura 1 muestra una comparación de la reactividad de dos formulaciones de la técnica anterior frente a una composición de acuerdo con una realización descrita.

La Figura 2 muestra una comparación de tenacidad de fractura de dos formulaciones de la técnica anterior frente a una composición de acuerdo con una realización descrita.

La Figura 3 muestra una comparación de la tenacidad de fractura de composiciones de resina epoxi de acuerdo con realizaciones descritas en el presente documento en comparación con una resina epoxi curada con IPDA.

10 **Descripción detallada**

En un aspecto, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a endurecedores epoxi que presentan una velocidad de curado mejorada a temperaturas bajas. En otros aspectos, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a composiciones de endurecedor epoxi que incluyen una mezcla de aminas y/o derivados de amina. En otros aspectos, las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a composiciones de endurecedor de prepolímero epoxi formadas haciendo reaccionar una amina con un epoxi.

15 Las mezclas de aminas o de composición de endurecedor formada a partir mezcla de aminas se pueden combinar con una resina epoxi para formar una composición apta para curado. Las mezclas de agente de curado de amina, composición de endurecedor, resinas epoxi y composiciones aptas para curado descritas en el presente documento se describen con más detalle a continuación.

20 *Mezcla de agente de curado de amina*

Las realizaciones descritas se refieren a composiciones de endurecedor de epoxi que incluyen una mezcla de 1,3-bis(aminometil)ciclohexano, 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, sus isómeros y sus derivados. Otras realizaciones descritas en el presente documento se refieren a una composición de endurecedor de prepolímero que se puede obtener haciendo reaccionar 1,3-bis(aminometil)ciclohexano, 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, sus isómeros, y sus combinaciones, con un compuesto epoxi o una resina. Por ejemplo, se puede hacer reaccionar 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano con un epoxi tal como D.E.R. 331 para formar un endurecedor de prepolímero o también denominado aducto de amina.

25 Se ha comprobado que las mezclas de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano pueden proporcionar un tiempo de curado más rápido que el agente de curado de epoxi sin sacrificar propiedades de color/brillo y resistencia química. En otras realizaciones, la mezcla de amina puede incluir norbornanodiamino(2,5(2,6)-bis(aminometil)biciclo(2,2,1)heptano) (NBDA).

30 En algunas realizaciones, una mezcla de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano puede incluir isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexanos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina descrita en el presente documento pueden incluir isómeros cis y trans de 1,3-bis(aminometil)ciclohexano. 35 Otras realizaciones pueden incluir isómeros cis y trans de 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. Y otras realizaciones pueden incluir isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano.

De manera sorprendente, se ha comprobado que la única estructura y la presencia de isómeros de posición 1,3- y 1,4- con isómeros geométricos cis y trans pueden dar como resultado propiedades de resina epoxi mejoradas al tiempo que se mantiene una reactividad elevada que surge de la amina primaria.

40 Las mezclas de agente de curado de amina descritas en la presente memoria puede incluir 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, en el que la mezcla incluye al menos 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1 % en peso de 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, basado en el peso total de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir hasta 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y hasta 99 por 45 ciento en peso de 1,4-bis(aminometil)ciclohexano basado en el peso total de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano.

Las mezclas de agente de curado de amina descritas en el presente documento pueden incluir 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, donde la mezcla incluye al menos algo de 1,3-bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1 por ciento en peso de 1,3-bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,3 y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. En otras 50 realizaciones diferentes, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir hasta 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y hasta 99 % en peso de 1,3-bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano.

En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir una mezcla isomérica de 1,3-

5 bis(aminometil)ciclohexano. En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos algo de cis-1,3- bis(aminometil)ciclohexano y al menos algo de trans-1,3- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1 por ciento en peso de cis-1,3- bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones diferentes, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir hasta 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y hasta 99 % en peso de cis-1,3- bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1 por ciento de trans-1,3-bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano. En varias realizaciones diferentes, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir hasta 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y hasta 99 por ciento en peso de trans-1,3- bis(aminometil)ciclohexano basado en el peso total de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano.

15 En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir una mezcla isomérica de 1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1,4- bis(aminometil)ciclohexano y al menos algo de trans-1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1 por ciento en peso de cis-1,4- bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones diferentes, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir hasta 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y hasta 99 por ciento en peso de cis-1,3- bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir al menos 1 por ciento en peso de trans-1,4- bis(aminometil)ciclohexano, basándose en el peso total de 1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En varias realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir hasta 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y hasta 99 por ciento de trans-1,4- bis(aminometil)ciclohexano basado en el peso total de 1,4- bis(aminometil)ciclohexano.

25 En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir de 1 a 97 por ciento en peso de cis-1,3- bis(aminometil)ciclohexano basado en el peso total de mezcla isomérica de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano y 1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir de 1 a 97 por ciento de trans-1,3- bis(aminometil)ciclohexano basándose en el peso total de la mezcla isomérica de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano y 1,4- bis(aminometil)ciclohexano.

30 En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir de 1 a 97 por ciento en peso de cis-1,4- bis(aminometil)ciclohexano basado en el peso total de mezcla isomérica de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano y 1,4- bis(aminometil)ciclohexano. En algunas realizaciones, la mezcla de agente de curado de amina puede incluir de 1 a 97 por ciento de trans-1,4- bis(aminometil)ciclohexano basándose en el peso total de la mezcla isomérica de 1,3- bis(aminometil)ciclohexano y 1,4- bis(aminometil)ciclohexano.

35 La preparación de mezclas de agente de curado de amina descritas en la presente memoria puede dar como resultado la formación de impurezas, tales como aminas bicíclicas, diaminas bicíclicas e iminas bicíclicas. En algunas realizaciones, los diferentes isómeros de bis(aminometil)ciclohexano se pueden purificar y recuperar por medio de un proceso de separación, tal como destilación.

40 En algunas realizaciones la mezcla de agente de curado de amina puede incluir varias impurezas, tal como las que se pueden formar durante la preparación del agente de curado. Por ejemplo, los agentes de curado de amina descritos en la presente memoria puede incluir aminas bicíclicas, tal como 3-azabicyclo[3.3.1]nonano, iminas bicíclicas, tales como 3-azabicyclo[3.3.1]non-2-eno y diaminas bicíclicas, tales como 3-azabicyclo[3.3.1]nona-2-amina. En algunas realizaciones, las mezclas de agente de curado de amina descritas en la presente memoria puede incluir 50-100 por ciento en peso de una mezcla de isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4- bis(aminometil)ciclohexano, y al menos uno de los siguientes tres compuestos bicíclicos: (i) mayor que 0 hasta aproximadamente 30 por ciento en peso de una amina bicíclica, (ii) más que 0 hasta aproximadamente 25 por ciento de una diamina bicíclica y (iii) más que 0 hasta aproximadamente 15 por ciento de imina bicíclica. De manera sorprendente, se ha comprobado que las tasas de reacción de varias resinas epoxi con dicha mezcla no se ven afectadas de forma significativa por la presencia de impurezas bicíclicas.

50 En algunas realizaciones, se pueden usar los derivados de las aminas anteriormente descritas para formar una composición de endurecedor. En otras realizaciones, la mezcla de aminas descrita anteriormente se puede usar para formar una composición de endurecedor de prepolímero. La composición de endurecedor de prepolímero se puede formar por medio de reacción de la mezcla de aminas anteriormente descrita con una resina epoxi, epíclorhidrina, acrilonitrilo, óxido de etileno y similares.

Otros agentes de curado

55 De manera opcional, la mezcla de aminas anteriormente descrita se puede homogeneizar con otros agentes de curado convencionales. La cantidad de otros agentes de curado convencionales que se mezcla depende de los requisitos del producto final y de las eficacias que se desea conseguir. Si el uso final no requiere un producto que presenta propiedades físicas finales elevadas y/o no resulta importante disponer de tiempos de procesamiento reducidos, entonces se pueden mezclar cantidades mayores de agentes de curado convencional que no es costoso

con la composición de agente de curado de la invención. La cantidad de agente de curado de la composición de agente de curado acuoso puede variar en el extremo inferior desde 1 a 50 % en peso, basado en el peso de todos los agentes de curado, pero preferentemente es de 50 % en peso a 100 % en peso.

5 Normalmente, los agentes de curado convencionales son poliaminas con al menos 2 átomos de nitrógeno por molécula y al menos dos átomos de hidrógeno de amina reactivos por molécula. Los átomos de nitrógeno se encuentran unidos por medio de grupos hidrocarbilo divalentes. Otros grupos hidrocarbilo, tales como grupos alifáticos, cicloalifáticos o aromáticos también pueden estar unidos de forma sencilla a algunos de los átomos de hidrógeno. Estas poliaminas contienen al menos 2 átomos de carbono por molécula. Preferentemente, las poliaminas contienen de aproximadamente 2 a aproximadamente 56 átomos de nitrógeno por molécula, de 2 a 8 átomos de hidrógeno por molécula, y de 2 a 50 átomos de carbono por molécula.

15 Ejemplos de poliaminas útiles como agentes de curado convencionales para resinas epoxi incluyen poliaminas alifáticas tales como etilen diamina, dietilen triamina, trietilen tetramina, tetraetilen pentamina, pentaetilen hexamina, dipropilen triamina, tributilen tetraamina, hexametilen diamina, dihexametilen triamina, 1,2-propano diamina, 1,3-propano diamina, 1,2-butano diamina, 1,3-butano diamina, 1,4-butano diamina, 1,5-pentano diamina, 1,6-hexano diamina, 2-metil-1,5-pentanodiamina, 2,5-dimetil-2,5-hexanodiamina y similares; poliaminas cicloalifáticas tales como isoforonadiazina, 4,4'-diaminodicyclohexilmetano, metano diamina, 1,2-diaminociclohexano, 1,4-diaminociclohexano y diaminas derivadas de "ácidos dímeros" (ácidos grasos dimerizados) que se producen por medio de condensación de ácidos dímeros con amoníaco y posteriormente deshidratación e hidrogenación; aductos de aminas con resinas epoxi tales como un aducto de isoforonadiazina con un éter de diglucídilo de un fenol dihídrico, o aductos correspondientes con etilendiamina o m-xililendiamina; poliaminas aralifáticas tales como 1,3-bis(aminometil)benceno; poliaminas aromáticas tales como 4,4'-metilendianilina, 1,3-fenilendiamina y 3,5-dietil-2,4-toluendiamina; amidoaminas tales como condensados de ácidos grasos con dietilentriamina, trietilentetramina, etc.; y poliamidas tales como condensados de ácidos dímeros con dietilentriamina, trietilentetramina, etc. Algunos ejemplos comerciales de poliaminas incluyen Agente de Curado 3140 EPI-CURE® (un aducto de poliamina alifática-ácido dímero), Agente de Curado 3270 EPI-CURE® (una poliamina alifática modificada), Agente de Curado 3274 EPI-CURE® (un poliamina alifática modificada), Agente de Curado 3295 EPI-CURE® (un aducto de amina alifática), Agente de Curado 3282 EPI-CURE® (un aducto de amina alifática), Agente de Curado 305 EPI-CURE® (una amidopoliamina), Agente de Curado 3046 EPI-CURE® (una amidopoliamina) y Agente de Curado 3072 EPI-CURE® (una amidoamina modificada) y Agente de Curado 3483 EPI-CURE® (una poliamina aromática) disponibles en Shell Chemical Company. También se pueden usar mezclas de poliaminas.

20 Otros agentes de curado que se pueden usar junto con la mezcla de agentes de curado de amina descrita anteriormente puede incluir fosfinas, aminas, sales de fosfonio y amonio cuaternario, tales como cloruro de tetraetilamonio, bromuro de tetraetilamonio, yoduro de tetraetilamonio, hidróxido de tetraetilamonio, cloruro de tetra(n-butil)amonio, bromuro de tetra(n-butil)amonio, yoduro de tetra(n-butil)amonio, hidróxido de tetra(n-butil)amonio, cloruro de tetra(n-octil)amonio, bromuro de tetra(n-octil)amonio, yoduro de tetra(n-octil)amonio, hidróxido de tetra(n-octil)amonio, cloruro de metiltri(n-octil)amonio, cloruro de bis(tetrafenilfosforaniliden)amonio, complejo de acetato e etiltri-p-tolilfosfonio/ácido acético, complejo de acetato de etiltriifenilfosfonio/ácido acético o sus combinaciones y similares tal y como se describen en la patente de EE.UU. Nos. 5.208.317, 5.109.099 y 4.981.926.

35 Otros agentes de curado de amina alifáticos que se pueden usar junto con la mezcla de agente de curado de amina descrita anteriormente incluyen aminas tales como diaminas alifáticas C5-15 y cicloalifáticas y poliaminas tales como 2-metil-1,5-pentanodiamina, 1,2-diaminociclohexano, trietilentetramina, dietilentriamina, 1,4- o 1,3-diaminociclohexano, isoforonadiazina, 1,3-bis(aminometil)benceno, mezclas isoméricas de bis(4-aminociclohexil)metano, oligo(óxido de propileno)diamina y aductos de las aminas anteriores con resinas epoxi, epíclorohidrina, acrilonitrilo, óxido de etileno y similares.

40 En otras realizaciones, los agentes de curado de amidopoliaminas de arilo que se pueden usar junto con la mezcla de agentes de curado de amina descrita anteriormente pueden incluir los que presentan al menos dos grupos amina primaria, un grupo de amina primaria usado para la reacción con el grupo carboxilo del compuesto fenólico, el otro grupo de amina primaria disponible para la reacción con el compuesto de monoglucídilo. Ejemplos de poliaminas útiles en las realizaciones descritas en la presente memoria pueden incluir poliaminas de metileno, poliaminas de etileno, poliaminas de butileno, poliaminas de propileno, poliaminas de pentileno, poliaminas de hexileno, poliaminas de heptileno, etc. También se incluyen los homólogos superiores de dichas aminas y las piperazinas relacionadas con sustitución aminoalquilo. Ejemplos específicos de dichas poliaminas incluyen etilen diamina, trietilen tetramina, tris(2-aminoetil)-amina, 1,2- y 1,3-propilen diamina, trimetilen diamina, 1,2- y 1,3-butanodiamina, hexametilen diamina, decametilen diamina, octametilen diamina, dietilen triamina, trietilen tetramina, di(heptametilen)triamina, tripropilen tetraamina, tetraetilen pentamina, trimetilen diamina, pentaetilenhexamina, di(trimetilen)triamina, p- y m-xililen diamina, metilen dianilina, 2,4-toluendiamina, 2,6-toluendiamina, polimetilen polifenilpoliamina y sus mezclas. También son útiles los homólogos superiores, obtenidos por medio de condensación de dos o más de las alquilen aminas ilustradas anteriormente. Se prefieren más las poliaminas que contienen al menos un grupo amino secundario además de al menos dos grupos amino primarios, y radicales de hidrocarburo divalente múltiples que presentan 2-4 átomos de carbono.

También se pueden usar otros agentes de curado conocidos por los expertos en la técnica en combinación con la mezcla de aminas descrita anteriormente.

5 En algunas realizaciones, los otros agentes de curado usados junto con la mezcla de 1,3-bis(aminometil)ciclohexano y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano o sus derivados pueden estar presentes en una cantidad de menos que 50 % en peso en la composición de endurecedor, basándose en el peso total de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano y otros agentes de curado o derivados usados en la composición de endurecimiento.

Acelerador

10 De manera opcional, se puede incluir un acelerador para aumentar la tasa de curado del sistema de resina epoxi-agente de curado. Se pueden usar varios aceleradores compatibles con amina con tal de que sean solubles en los agentes de curado de amina. Un acelerador específico que se pueden usar en las realizaciones de la presente invención es alcohol bencílico.

15 Ejemplos de aceleradores incluyen sales de metales tal como, por ejemplo, sulfonatos, fosfonatos, sulfatos, tetrafluoroboratos, carboxilatos y nitratos de los Grupos IA, IIA y series de metales de transición de la Tabla Periódica (versión CAS), preferentemente sales de Mg, Ca, Zn y Sn, y sus complejos; ácidos inorgánicos tales como, por ejemplo, HBF₄, H₂SO₄, H₂NSO₃H y H₃PO₄; ácidos carboxílicos, preferentemente ácidos carboxílicos hidroxil-sustituidos tales como, por ejemplo, salicílico, láctico, glucólico y resorcílico; compuestos fenólicos tales como, por ejemplo, fenol, t-butilfenol, nonilfenol y bisfenol A, compuestos de hidroxilo tales como alcohol bencílico; imidazoles; compuestos de cianamida tales como dicianidamida y cianamida; sulfonamidas tales como, por ejemplo, p-toluensulfonamida, metanosulfonamida, N-metilbencenosulfonamida y sulfamida; e imidas tales como, por ejemplo, ftalimida, succinimida, diimida perilentetracarboxilica y sacarina.

20 En algunas realizaciones, se puede incluir un acelerador tal como cuando la tasa de curado a la temperatura deseada resulta sub-óptima. Por ejemplo, para aplicaciones adhesivas y aplicaciones de ingeniería civil en las que se desea la aplicación de temperaturas bajas, puede ser beneficioso incluir un acelerador. Como otros ejemplo, se puede incluir un acelerador en el que la composición de endurecimiento incluya grupos amina impedidos o en la que la concentración de grupos aminas sea baja.

25 En otras realizaciones, los aceleradores pueden incluir, por ejemplo, alquilbencenosulfonatos de calcio, nitrato de calcio, alcanosulfonatos de magnesio, ácido tetrafluorobórico, ácido salicílico, fenol, ácido dicloroacético, ácido trifluoroacético y ácido mercaptoacético. En otras realizaciones, los aceleradores pueden incluir trifenilfosfina, tributilfosfina, tri(p-metilfenil)fosfina, tri(nonilfenil)fosfina, trifenilfosfina-trifenilborato, tetrafenilfosfina-tetrafenilborato o un compuesto similar de tipo fósforo; una trietilamina, bencildimetilamina, alfa-metilbencildimetilamina, 1,8-diazabicyclo[5,4,0]undec-7-ene, o un compuesto similar de amina terciaria; 2-metilimidazol, 2-fenilimidazol, 2-fenil-4-metilimidazol o un compuesto similar de tipo imidazol.

30 Se pueden usar aceleradores en algunas realizaciones en una cantidad de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 20 %, basado en la resina epoxi. En otras realizaciones, se pueden usar aceleradores en una cantidad de aproximadamente 0,1 % en peso hasta aproximadamente 5 % en peso, basado en la resina epoxi.

Disolventes

40 Los disolventes apropiados que se pueden emplear en la presente memoria incluyen, por ejemplo, alcoholes, hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, éteres de glicol, amidas, sulfóxidos, sulfonas, sus combinaciones y similares. Disolventes particularmente preferidos incluyen, por ejemplo, metanol, etanol, propanol, hexano, heptano, octano, nonano, decano, tolueno, xileno, éter metílico de etilenglicol, éter etílico de etilenglicol, éter n-butílico de etilenglicol, éter fenílico de etilenglicol, éter metílico de propilenglicol, éter fenílico de propilenglicol, éter metílico de tripilenglicol, éter metílico de dietilenglicol, éter etílico de dietilenglicol, éter n-butílico de dietilenglicol, éter fenílico de dietilenglicol, éter metílico de butilenglicol, N,N-dimetilformamida, N-metilpirrolidinona, N,N-dimetilacetamida, dimetilsulfóxido, sulfolano, sus combinaciones y similares.

45 Se puede usar el disolvente, en algunas realizaciones, en cantidades de aproximadamente 5 a aproximadamente 95 por ciento en peso basado en el peso combinado de disolvente, epoxi y la mezcla de agentes de curado de amina. En otras realizaciones, se puede usar el disolvente en cantidades de aproximadamente 20 a aproximadamente 60 por ciento en peso; y de aproximadamente 30 a aproximadamente 40 por ciento en peso en otras realizaciones, en las que el porcentaje en peso está basado en el peso combinado de disolvente, epoxi y la mezcla de agentes de curado de amina.

Epoxi

55 Las resinas epoxi usadas en las realizaciones descritas en la presente memoria pueden variar y incluyen resinas epoxi convencionales y disponibles comercialmente, que se pueden usar solas o en combinación de dos o más, incluyendo, por ejemplo, resinas de novolaca, resinas epoxi modificadas con isocianato y aductos de carboxilato, entre otros. A la hora de escoger las resinas epoxi para las composiciones descritas en la presente memoria, no solo

debe prestarse consideración a las propiedades del producto final, sino también a la viscosidad y otras propiedades que pueden afectar al procesado de la composición de resina.

5 El componente de resina epoxi puede ser cualquier tipo de resina epoxi útil en las composiciones de moldeo, incluyendo cualquier material que contiene uno o más grupos de oxirano reactivo, denominados en la presente memoria como "grupos epoxi" o "funcionalidad epoxi". Las resinas epoxi útiles en las realizaciones descritas en la presente memoria pueden incluir resinas epoxi mono-funcionales, resinas epoxi multi- o poli-funcionales y sus combinaciones. Las resinas epoxi monoméricas y poliméricas pueden ser resinas epoxi alifáticas, cicloalifáticas, aromáticas o heterocíclicas. Las resinas epoxi poliméricas incluyen polímeros lineales que presentan grupos epoxi terminales (un éter de diglucídilo de un polioxialquilen glicol, por ejemplo), unidades de oxirano de cadena principal polimérica (poli(poliepóxido de butadieno), por ejemplo) y polímeros que presentan grupos epoxi colgantes (tal como un polímero de metacrilato de glucídilo o copolímero, por ejemplo). Los grupos epoxi pueden ser compuestos puros, pero generalmente son mezclas o compuestos que contienen uno, dos o más grupos epoxi por molécula. En algunas realizaciones, las resinas epoxi pueden también incluir grupos-OH reactivos, que pueden reaccionar a temperaturas elevadas con anhídridos, ácidos orgánicos, resinas de amina, resinas fenólicas o con grupos epoxi (cuando están catalizados) para dar lugar a una reticulación adicional.

15 En general, las resinas epoxi pueden ser resinas glucidadas, resinas cicloalifáticas, aceites epoxidados y similares. Con frecuencia las resinas glucidadas son el producto de reacción de éter glucídico, tal como epíclorhidrina y un compuesto de bisfenol tal como bisfenol A; éteres de glucídilo y alquilo C4 a C28; ésteres de glucídilo-alqueno y alquilo C2 a C28; éteres de glucídilo, mono- y polifenol y alquilo C1 a C28; poli(éteres de glucídilo) de fenoles polivalentes, tales como pirocatecol, resorcinol, hidroquinona, 4,4'-dihidroxi-difenil metano (o bisfenol F), 4,4'-dihidroxi-3,3'-dimetildifenilmetano, 4,4'-dihidroxi-difenil dimetil metano (o bisfenol A), 4,4'-dihidroxi-difenil metil metano, 4,4'-dihidroxi-difenil ciclohexano, 4,4'-dihidroxi-3,3'-dimetildifenil propano, 4,4'-dihidroxi-difenil sulfona y tris(4-hidroxifenil)metano; poli(éteres de glucídilo) de los productos de cloración y bromación de los difenoles anteriormente mencionados; poli(éteres de glucídilo) de novolacas; poli(éteres de glucídilo) de difenoles obtenidos por medio de esterificación de éteres de difenoles obtenidos mediante esterificación de sales de un ácido hidrocarboxílico aromático con un dihaloalcano o éter de dihalógeno dialquilo; poli(éteres de glucídilo) de polifenoles obtenidos mediante condensación de fenoles y parafinas de halógeno de cadena larga que contienen al menos dos átomos de halógeno. Otros ejemplos de resinas epoxi útiles en las realizaciones descritas en la presente memoria incluyen éter de diglucídilo y bis-4,4'-(1-metiletilideno)fenol y éter de diglucídilo y (clorometil)oxirano bisfenol A.

20 En algunas realizaciones, la resina epoxi puede incluir resinas epoxi de tipo éter de glucídilo; de tipo éster de glucídilo, de tipo alicíclico; de tipo heterocíclico y de tipo halogenado, etc. Ejemplos no limitantes de resinas epoxi apropiadas puede incluir resina epoxi de cresol y novolaca, resina epoxi fenólica de novolaca, resina epoxi de bifenilo, resina epoxi de hidroquinona, resina epoxi de estilbeno y sus mezclas y sus combinaciones.

35 Poli(compuestos epoxi) apropiados pueden incluir éter de diglucídilo y resorcinol (1,3-bis(2,3-epoxipropoxi)benceno), éter de diglucídilo de bisfenol A (2,2-bis(p-(2,3-epoxipropoxi)fenil)propano), triglucídil p-aminofenol (4-(2,3-epoxipropoxi)-N,N-bis-(2,3-epoxipropil)anilina), éter de diglucídilo de bromobisfenol A (2,2-bis(4-(2,3-epoxipropoxi)-3-bromo-fenil)propano), éter de diglucídilo de bisfenol F (2,2-bis(p-(2,3-epoxipropoxi)fenil)metano), éter de triglucídilo de meta- y/o para-aminofenol (3-(2,3-epoxipropoxi)-N,N-bis(2,3-epoxipropil)anilina y tetraglucídil metilén dianilina (N,N,N',N'-tetra(2,3-epoxipropil)-4,4'-diaminodifenil metano) y mezclas de dos o más poli(compuesto epoxi). Un listado más exhaustivo de resinas epoxi útiles se puede encontrar en Lee, H. y Neville, K., Handbook of Epoxy Resins, McGraw-Hill Book Company, 1982 re-edición.

40 Otras resinas epoxi apropiadas incluyen poli(compuestos epoxi) basados en amina aromáticas y epíclorhidrina, tal como N,N'-diglucídil-anilina; N,N'-dimetil-N,N'-diglucídil-4,4'-diaminodifenil metano; N,N,N',N'-tetraglucídil-4,4'-diaminodifenil metano; N-diglucídil-4-aminofenil glucídil éter; y N,N,N',N'-tetraglucídil-1,3-propilén bis-4-aminobenzoato. Las resinas epoxi también pueden incluir derivados de glucídilo de uno o más de: diaminas aromáticas, aminas monoprimarys aromáticas, aminofenoles, poli(fenoles hídricos), poli(alcoholes hídricos) y poli(ácidos carboxílicos).

45 Resinas epoxi útiles incluyen, por ejemplo, poli(éteres de glucídilo) de poli(polioles hídricos), tales como etilén glicol, trietilén glicol, 1,2-propilenglicol, 1,5-pentanodiol, 1,2,6-hexanotriol, glicerol y 2,2-bis(4-hidroxi-ciclohexil)propano; poli(éteres de glucídilo) de ácidos alifáticos, aromáticos y poli(ácidos carboxílicos), tales como, por ejemplo, ácido oxálico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido tereftálico, ácido 2,6-naftalen dicarboxílico y ácido linoleico dimerizado; poli(éteres de glucídilo) de polifenoles, tales como, por ejemplo, bisfenol A, bisfenol F, 1,1-bis(4-hidroxifenil)etano, 1,1-bis(4-hidroxifenil)isobutano y 1,5-dihidroxi naftaleno; resinas epoxi modificadas con acrilato o restos uretano; resinas epoxi de glucídilamina y resinas de novolaca.

55 Los compuestos epoxi puede ser epóxidos cicloalifáticos o alicíclicos. Ejemplos de epóxidos cicloalifáticos incluyen diepóxidos de ésteres cicloalifáticos de ácidos dicarboxílicos tales como bis(3,4-epoxiciclohexilmetil)oxalato, bis(3,4-epoxiciclohexilmetil)adipato, bis(3,4-epoxiciclohexilmetil)oxalato, bis(3,4-epoxiciclohexilmetil)adipato, bis(3,4-epoxi-6-metilciclohexilmetil)adipato, bis(3,4-epoxiciclohexilmetil)pimelato; diepóxido de vinilciclohexeno; diepóxido de limoneno; diepóxido de dicitlopentadieno y similares. Otros diepóxidos apropiados de ésteres cicloalifáticos de

ácidos dicarboxílicos se describen, por ejemplo, en la patente de EE.UU. N°. 2.750.395.

Otros epóxidos cicloalifáticos incluyen carboxilatos de 3,4-epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxidiclohexano tal como carboxilato de 3,4-epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexano; carboxilato de 3,4-epoxi-1-metilciclohexil-metil-3,4-epoxi-1-metilciclohexano; carboxilato de 6-metil-3,4-epoxiciclohexilmetilmetil-6-metil-3,4-epoxiciclohexano; carboxilato de 3,4-epoxi-2-metilciclohexilmetil-3,4-epoxi-2-metilciclohexano; carboxilato de 3,4-epoxi-3-metilciclohexil-metil-3,4-epoxi-3-metilciclohexano; carboxilato de 3,4-epoxi-5-metilciclohexil-metil-3,4-epoxi-5-metilciclohexano y similares. Otros carboxilatos de 3,4-epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexano se describen, por ejemplo, en la patente de EE.UU. N°. 2.890.194.

Otros materiales que contienen epoxi que resulta particularmente útiles incluyen los basados en monómeros de éter de glucidilo. Ejemplos son éteres de di- o poliglucidilo de poli(fenoles hídricos) obtenidos por medio de reacción de un poli(fenol hídrico) con un exceso de clorohidrina tal como epiclrorhidrina. Dichos poli(fenoles hídricos) incluyen resorcinol, bis(4-hidroxifenil)metano (conocido como bisfenol F), 2,2-bis(4-hidroxifenil)propano (conocido como bisfenol A), 2,2-bis(4'-hidroxi-3',5'-dibromofenil)propano, 1,1,2,2-tetraquis(4'-hidroxi-fenil)etano o condensados de fenoles con formaldehído que se obtienen bajo condiciones ácidas tales como novolacas de fenol o novolacas de cresol. Ejemplos de este tipo de resina epoxi se describen en la patente de EE.UU. N°. 3.018.262. Otros ejemplos incluyen éteres de di- o poliglucidilo de poli(alcoholes hídricos) tales como 1,4-butanodiol, o polialquilenglicol tales como polipropilenglicol y éteres de di- o poliglucidilo de polioles cicloalifáticos tales como 2,2-bis(4-hidroxiclohexil)propano. Otros ejemplos son resinas monofuncionales tales como éter de cresilo y glucidilo o éter de butilo y glucidilo.

Otra clase de compuestos epoxi es poli(ésteres de glucidilo) y poli(ésteres de betametilglucidilo) de ácidos carboxílicos polivalentes tales como ácido ftálico, ácido tereftálico, ácido tetrahidroftálico o ácido hexahidroftálico. Otra clase de compuestos epoxi con derivados de N-glucidilo de aminas, amidas y bases de nitrógeno heterocíclico tales como N,N-diglucidil anilina, N,N-diglucidil toluidina, N,N,N',N'-tetraglucidil bis(4-aminofenil)metano, isocianurato de triglucidilo, N,N'-diglucidil etil urea, N,N'-diglucidil-5,5-dimetilhidantoína y N,N'-diglucidil-5-isopropilhidantoína.

Otros materiales que contienen epoxi son copolímeros de ésteres de ácido acrílico de glucidol tal como glucidilacrilato y glucidilmetacrilato con uno o más compuestos de vinilo copolimerizables. Ejemplos de dichos copolímeros son 1:1 estireno-metacrilato de glucidilo, 1:1 metilo-metacrilatoglucidilacrilato y 62,5:24:13,5 metacrilato de metilo-acrilato de etilo-metacrilato de glucidilo.

Compuestos epoxi que se encuentran fácilmente disponibles incluyen óxido de octadecileno; metacrilato de glucidilo; D.E.R. 331 (resina epoxi líquida de bisfenol A), y D.E.R. 332 (éter de diglucidilo de bisfenol A) disponible en The Dow Chemical Company, Midland, Michigan; dióxido de vinilciclohexeno; carboxilato de 3,4-epoxiciclohexilmetil-3,4-epoxiciclohexano; carboxilato de 3,4-epoxi-6-metilciclohexil-metil-3,4-epoxi-6-metilciclohexano; adipato de bis(3,4-epoxi-6-metilciclohexilmetilo); éter bis(2,3-epoxiciclopentílico); epoxi alifática modificado con polipropilenglicol; dióxido de dipenteno; polibutadieno epoxidizado; resina de silicona que contiene funcionalidad epoxi; resinas epoxi retardadoras de llama (tal como resina epoxi de tipo bisfenol bromado disponible con el nombre comercial de D.E.R. 580, disponible en The Dow Chemical Company, Midland, Michigan); éter de diglucidilo de 1,4-butanodiol de novolaca de fenol-formaldehído (tal como la disponible con los nombres comerciales de D.E.N. 431 y D.E.N. 438 disponibles en The Dow Chemical Company, Midland, Michigan); y éter de diglucidilo de resorcinol. Aunque no se mencionan de forma específica, también se pueden usar otras resinas epoxi con el nombre comercial D.E.R. y D.E.N. disponibles en The Dow Chemical Company.

Las resinas epoxi también pueden incluir resinas epoxi modificadas con isocianato. Los polímeros o copolímeros de poliepóxido con funcionalidad isocianato o poliisocianato pueden incluir copolímeros de epoxi-poliuretano. Estos materiales se pueden formar mediante el uso de un prepolímero de poliepóxido que presenta uno o más anillos de oxirano para dar una funcionalidad 1,2-epoxi y también presenta anillos de oxirano abiertos, que resultan útiles como grupos hidroxilo para los compuestos que contienen dihidroxilo para la reacción con diisocianato o poliisocianatos. El resto isocianato abre el anillo de oxirano y la reacción continúa como reacción de isocianato con un grupo hidroxilo primario o secundario. Existe suficiente funcionalidad de epóxido sobre la resina de poliepóxido para permitir la producción de un copolímero de poliuretano de epoxi que todavía presente anillos de oxirano eficaces. Se pueden producir polímeros lineales a través de reacciones de diepóxidos y diisocianatos. Los di- o poliisocianatos pueden ser aromáticos o alifáticos en algunas realizaciones.

Otras resinas epoxi apropiadas se describen en, por ejemplo, las patentes de EE.UU. Nos. 7,163.973, 6.632.893, 6.242.083, 7.037.958, 6.572.971, 6.153.719 y 5.405.688 y en las publicaciones de solicitud de patente de EE.UU. Nos. 20060293172 y 20050171237, cada una de las cuales se incorpora por referencia en la presente memoria.

Catalizador

Los catalizadores pueden incluir compuestos de imidazol que incluyen compuestos que presentan un anillo imidazol por molécula, tal como imidazol, 2-metilimidazol, 2-etil-4-metilimidazol, 2-undecilimidazol, 2-heptadecilimidazol, 2-fenilimidazol, 2-fenil-4-metilimidazol, 1-bencil-2-metilimidazol, 2-etilimidazol, 2-isopropilimidazol, 2-fenil-4-bencilimidazol, 1-cianoetil-2-metilimidazol, 1-cianoetil-2-etil-4-metilimidazol, 1-cianoetil-2-

undecilimidazol, 1-cianoetil-2-isopropilimidazol, 1-cianoetil-2-fenilimidazol, 2,4-diamino-6-[2'-metilimidazolil-(1)']etil-s-triazina, 2,4-diamino-6-[2'-etil-4-metilimidazolil-(1)']etil-s-triazina, 2,4-diamino-6-[2'-undecilimidazolil-(1)']etil-s-triazina, aducto 2-metilimidazolio-ácido isocianúrico, aducto 2-fenilimidazolio-ácido isocianúrico, 1-aminoetil-2-metilimidazol, 2-fenil-4,5-dihidroxi-metilimidazol, 2-fenil-4-metil-5-hidroxi-metilimidazol, 2-fenil-4-bencil-5-hidroxi-metilimidazol y similares; y compuestos que contienen 2 o más anillos imidazol por molécula que se obtienen por medio de deshidratación de los compuestos de imidazol que contienen hidroximetil anteriormente mencionados tales como 2-fenil-4,5-dihidroxi-metilimidazol, 2-fenil-4-metil-5-hidroxi-metilimidazol y 2-fenil-4-bencil-5-hidroxi-metilimidazol; y condensándolos por medio de reacción con deformaldehído, por ejemplo 4,4'-metileno-bis(2-etil-5-metilimidazol) y similares.

10 *Aditivos*

La composición de agente de curado de la invención puede incluir otros aditivos, tales como sustancias de relleno, elastómeros, estabilizadores, extensores, plastificantes, aceleradores, pigmentos, agentes de refuerzo, agentes de control de flujo y retardadores de llama dependiendo de la aplicación, Si resulta necesario, la composición de la invención se puede combinar con una resina termoplástica, elastómero termoplástico, caucho sintético orgánico, agente de tipo silicona o agente de reducción de tensión; cera de carnuba, ácidos grasos superiores, ceras sintéticas, o ceras similares; negro de carbono, o un agente colorante similar; agentes de atrapamiento de halógeno, etc. Las composiciones aptas para curado descritas en la presente memoria se pueden usar en revestimientos y determinadas aplicaciones de ingeniería civil tal como capas de desgaste de pavimentos, lechadas y adhesivos.

Para las aplicaciones de revestimiento, el componente de resina epoxi, o la mezcla de agentes de curado de amina, también puede contener pigmentos de tipo convencional tal como óxidos de hierro, óxidos de plomo, cromato de estroncio, negro de carbono, dióxido de titanio, talco, sulfato de bario, azul de ftalocianina y verde, rojo de cadmio, verde crómico, silicato de plomo, sílice, silicatos y similares. Dichos pigmentos se pueden añadir al componente de agente de curado de poliamina o al componente de resina epoxi antes de mezclarse entre ellos. No obstante, el pigmento de azul de hierro, carbonato de calcio y los pigmentos considerados reactivos debido a su naturaleza básica pueden no ser compatibles en las composiciones aptas para curado cuando se usan en cantidades apreciables. Normalmente, se añaden únicamente al componente de agente de curado. Desespumantes, tintes, agentes de deslizamiento, tixotropos, etc., son componentes auxiliares comunes a la mayoría de los revestimientos y se pueden emplear en la composición de resina epoxi de la presente invención. La cantidad de aditivo puede variar de 20 a 100 partes en peso, basado en el peso de resina epoxi y en la mezcla de agentes de curado de amina.

Para la aplicación de capas de desgaste de pavimentos, el componente de resina epoxi apta para curado o la mezcla de agentes de curado de amina también contienen sustancias de relleno tales como arena, otros materiales silíceos, hierro u otros metales. También se pueden incorporar pequeñas cantidades de agentes tixotrópicos, agentes colorantes, plastificantes inertes, agentes de nivelación a la composición apta para curado si se desea. Las composiciones para pavimentos pueden ser aplicadas con paleta, pulverizador o cepillo sobre el sustrato del suelo.

Se pueden añadir agentes de refuerzo a cualquiera de los componentes, epoxi o mezcla de agentes de curado de amina, e incluyen fibras naturales y sintéticas en forma de materiales tejidos, esterilla, monofilamento, fibras cortadas y similares. Otros materiales para el refuerzo incluyen vidrio, materiales cerámicos, nailon, rayón, algodón, fibra aramida, grafito y sus combinaciones. Sustancias de relleno apropiadas incluyen óxidos orgánicos, carbonatos inorgánicos, microesferas cerámicas, microesferas de plástico, microesferas de vidrio, arcillas, arena, grava y sus combinaciones. Las sustancias de relleno se pueden usar, de manera apropiada, en una cantidad de 0 a 100 partes en peso de la cantidad combinada del epoxi y de la mezcla de agentes de curado de amina.

El aglutinante polimérico puede incluir una variedad de otros aditivos tales como, por ejemplo, agentes de endurecimiento, colorantes, pigmentos y modificadores de flujo, retardadores de llama, agentes auto-extinguibles, desecantes y todo tipo de aditivos que se usan en la presente memoria para sus fines reconocidos. Ejemplos de retardadores de llama incluyen: fosfato de monoamonio, fosfato de diamonio y trihidrato de aluminio. Estos aditivos pueden estar en forma de líquidos o de partículas con tal de que el aglutinante permanezca en estado sólido, presente el tamaño de partícula deseado y no confiera efectos negativos al aglutinante.

Composiciones endurecibles

En algunas realizaciones, se puede formar una composición endurecible o una formulación apta para curado por medio de mezcla de una o más resinas epoxi con la mezcla de agentes de curado de amina como se ha descrito anteriormente. En otras realizaciones, se puede formar una composición endurecible o una formulación apta para curado mezclando una o más resinas epoxi con un endurecedor de prepolímero formado por medio de reacción de un epoxi con la mezcla de agentes de curado de amina como se ha comentado anteriormente. En otras realizaciones, se puede formar la formulación apta para curado por medio de mezcla de una o más resinas epoxi con la mezcla de agentes de curado de amina y un endurecedor de prepolímero formado por medio de reacción de un epoxi con la mezcla de agentes de curado de amina.

La cantidad de resinas epoxi usada en la formulación apta para curado puede depender del peso molecular deseado y de la funcionalidad epoxi. En algunas realizaciones, se puede usar la resina epoxi en una cantidad de

5 aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 85 % en peso, basándose en el peso total de la formulación apta para curado (el epoxi, la mezcla de agentes de curado de amina y el endurecedor de prepolímero formado a partir de la mezcla de agentes de curado de amina). En otras realizaciones, la resina epoxi se puede usar en la formulación apta para curado en una cantidad de aproximadamente 40 % en peso a aproximadamente 75 % en peso, y de aproximadamente 45 % en peso a aproximadamente 70 % en peso en otras realizaciones, basándose en el peso total de la formulación apta para curado.

10 En algunas realizaciones, la resina epoxi se puede curar con la mezcla anteriormente descrita de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la resina epoxi se puede curar con la mezcla anteriormente descrita de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano en combinación con uno o más agentes de curado epoxi tales como agentes fenólicos, aminas, ácidos carboxílicos, resinas de formaldehído de fenol y anhídridos, así como también a través del grupo hidroxilo o un grupo epoxi.

15 En algunas realizaciones, las resinas epoxi se pueden hacer reaccionar con un endurecedor de prepolímero tal como, por ejemplo, un endurecedor de prepolímero formado por medio de reacción de un epoxi con una mezcla de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano. En otras realizaciones, la resina epoxi se puede curar con un endurecedor de prepolímero formado por medio de reacción de un epoxi con la mezcla anteriormente descrita de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano con combinación con uno o más agentes de curado de epoxi tales como agentes fenólicos, aminas, ácidos carboxílicos, resinas de formaldehído de fenol y anhídridos. Por ejemplo, el endurecedor de prepolímero puede ser un polímero con terminación de amina, o una mezcla de polímeros que incluye un polímero con terminación de amina y uno o más de un polímero con terminación carboxi, un polímero con terminación de fenol, una amina multi-funcional, un ácido carboxílico o un fenol.

Curado y usos finales

25 Los componentes anteriormente descritos (incluyendo la mezcla de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano y epoxi, y de manera opcional otros componentes tales como los otros agentes de curado descritos anteriormente, aditivos y aceleradores) se pueden mezclar y/o curar a una temperatura entre -25 °C y 200 °C. En otras realizaciones, la temperatura a la cual se puede llevar a cabo la reacción de curado puede depender de los compuestos específicos y de las composiciones de endurecimiento empleadas. En otras realizaciones, la temperatura de curado puede variar de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 200 °C; de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 180 °C en otras realizaciones; de aproximadamente 40 °C a aproximadamente 160 °C en otras realizaciones; y de aproximadamente 50 °C a aproximadamente 150 °C en otras realizaciones. En otras realizaciones, la formulación apta para curado se puede curar a una temperatura dentro del intervalo de aproximadamente -40 °C a aproximadamente 100 °C.

35 La formulación apta para curado se puede curar a las temperaturas de curado anteriores durante un tiempo eficaz para curar la resina epoxi. En algunas realizaciones, el tiempo de curado puede ser menor que 72 horas. En otras realizaciones, el tiempo de curado puede ser menor que 48 horas, menor que 24 horas, menor que 16 horas, menor que 12 horas, menor que 10 horas, menor que 8 horas, menor que 6 horas, menor que 4 horas y menor que 2 horas. En otras realizaciones, el tiempo de curado puede ser menor que 60 minutos, menor que 45 minutos o menor que 30 minutos.

40 La mezcla de aminas puede estar presente en la composición en una cantidad eficaz para curar la resina epoxi, de manera general la cantidad se encuentra dentro del intervalo de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 2 equivalentes, basándose en la resina epoxi.

45 En algunas realizaciones, se usa la mezcla de agentes de curado de amina en una cantidad de 0 % en peso a aproximadamente 1 % en peso. En otras realizaciones, se puede usar la mezcla de agentes de curado de amina en una cantidad de aproximadamente 0,01 % en peso a aproximadamente 0,5 % en peso; y de aproximadamente 0,1 % en peso a aproximadamente 0,2 % en peso en otras realizaciones, basándose en el peso combinado de la epoxi y la mezcla de agentes de curado de amina.

50 Las composiciones aptas para curado descritas anteriormente se pueden usar como revestimiento, y se pueden aplicar a un sustrato por medio de cepillado, pulverización o mediante rodillos. Aparte de las aplicaciones de revestimiento, las composiciones de agente de curado de la invención se pueden usar en aplicaciones tales como pavimentos, moldeo, reparación de defectos y fisuras, adhesivos, aplicación puntual, enrollamiento de filamentos, encapsulado, laminados eléctricos y estructurales, materiales compuestos y similares.

55 Las composiciones aptas para curado se pueden usar en una variedad de aplicaciones industriales u otras aplicaciones epoxi tales como revestimientos, laminados y materiales compuestos. Los revestimientos industriales son revestimientos protectores superficiales (revestimientos de pinturas) aplicados sobre sustratos que se curan o se reticulan para formar películas continuas con fines decorativos así como también para proteger al sustrato. De manera ordinaria, el revestimiento protector comprende un aglutinante polimérico orgánico, pigmentos y varios aditivos de pintura, en el que el aglutinante polimérico actúa como vehículo de fluido para los pigmentos e imparte propiedades reológicas al revestimiento fluido de pintura. Tras el curado o la reticulación, el aglutinante polimérico se endurece y funciona como aglutinante para los pigmentos y proporciona adhesión de la película de pintura seca

sobre el sustrato. Los pigmentos pueden ser orgánicos o inorgánicos y, de manera funcional, pueden contribuir a la opacidad y al color además de a la durabilidad y la dureza.

Se pueden obtener pinturas en forma de polvo que comprenden las composiciones aptas para curado descritas en la presente memoria, y los pigmentos apropiados, catalizadores y aditivos. Estas pinturas en forma de polvo y sus revestimientos pueden presentar, de manera sorprendente, una buena combinación de propiedades. Dependiendo de la elección y de la cantidad de epoxi, la mezcla de agentes de curado de amina y de otros componentes adicionales, las pinturas en forma de polvo procedentes de los mismos pueden presentar un buen flujo, buena resistencia química, buen brillo, buena resistencia al rayado, buenas propiedades mecánicas, buena durabilidad a la intemperie y buena estabilidad de color.

En otras realizaciones, las composiciones aptas para curado que se describen en la presente memoria pueden formar parte de las dispersiones de base acuosa y de base oleosa. Por ejemplo, las composiciones de revestimiento dispersadas en agua que contienen las composiciones aptas para curado descritas en la presente memoria se pueden usar para composiciones de revestimiento de bidones y serpentines.

Las composiciones aptas para curado se pueden usar para aplicaciones estructurales y pueden contener resinas epoxi basadas en o que contienen éteres de diglucídilo o fenoles dihidríticos, un agente de curado que contiene la mezcla de agentes de curado de amina como se ha descrito anteriormente, y un diluyente de aducto de alcohol alifático-óxido de alquileo. Las composiciones curables usadas para las aplicaciones de revestimiento pueden contener éteres de diglucídilo o de fenoles dihidríticos y/o los productos de fusión de éteres de diglucídilo de fenoles dihidríticos con bisfenoles, un agente de curado que contiene la mezcla de agentes de curado de amina descrita anteriormente y un diluyente de aducto de alcohol alifático-óxido de alquileo. La resina epoxi se puede mezclar u homogeneizar con la mezcla de agentes de curado de amina que contiene diluyente o se puede mezclar con un endurecedor de prepolímero procedente de la mezcla de agentes de curado de amina, el aducto de alcohol alifático-óxido de alquileo y, de manera opcional, el acelerador, simultáneamente o en cualquier orden, a una temperatura por debajo de la temperatura de curado, tal como por debajo de aproximadamente 100 °C, por ejemplo. La proporción de resina epoxi con respecto a mezcla de agentes de curado de amina puede variar de aproximadamente 10:90 a aproximadamente 90:10 en algunas realizaciones; y de aproximadamente 20:80 a aproximadamente 80:20 por ciento en peso en otras realizaciones.

En otras realizaciones, se pueden usar las formulaciones aptas para curado en revestimientos marinos, revestimientos protectores, aplicaciones de ingeniería civil, adhesivos, y como componente de un material compuesto. Por ejemplo, se pueden usar materiales compuestos formados usando las formulaciones aptas para curado descritas en la presente memoria en álabes de aerogeneradores y otras aplicaciones. En algunas aplicaciones, las resinas epoxi usadas para varias aplicaciones pueden incluir un éter de diglucídilo de bisfenol A, un éter de diglucídilo de bisfenol F o una resina epoxi de novolaca fenólica.

Ejemplos

Ejemplo 1

Con el fin de evaluar la reacción de curado de las resinas epoxi con diaminas cicloalifáticas, se utiliza calorimetría de barrido diferencial (DSC). Se mezcla una resina epoxi basada en bisfenol A (EPON® 828, disponible en Shell) con diamina (bien una mezcla de agentes de curado de amina que incluye isómeros cis- y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano, denominada en la presente memoria como UNOXOL® Diamine (Muestra 1), o isoforona diamina (IPDA) (Muestra Comparativa 1)) con una proporción equivalente 1:1 y se lleva a cabo el estudio de la reacción de curado de 20 °C a 120 °C con una tasa de calentamiento de 1 °C/min en DSC. La temperatura a la cual el flujo térmico de la reacción frente a la temperatura alcanza un valor máximo es considerada la temperatura de curado. La reacción de curado de UNOXOL® Diamine con EPON® 828 exhibe un pico a 65,14 °C debido a que ambos grupos amina presentan una reactividad similar, ya que la reacción de curado de isoforona diamina (IPDA) con EPON® 828 exhibe dos picos a 69,75 °C y 93,69 °C, que corresponden a la diferencia de reactividad de los dos grupos de amina diferentes de IPDA. Los resultados muestran que UNOXOL® Diamine es considerablemente más reactivo que IPDA con resinas epoxi. Además, UNOXOL® Diamine se puede usar para curar resinas epoxi a temperaturas más bajas que IPDA.

Las propiedades de comportamiento de los revestimientos epoxi curados con UNOXOL® Diamine o isoforona diamina se muestran en la Tabla 1. La resistencia a la cizalladura de recubrimiento de acero contra acero adherido con una resina epoxi (EPON® 828) curada con UNOXOL® Diamine a 65 °C durante una hora es considerablemente más elevada que la del sistema correspondiente curado con IPDA. La resistencia hidrolítica de un revestimiento de imprimación de epoxi basado en una mezcla de tres resinas epoxi se determina como función del agente de curado de diamina sumergiendo las muestras en agua durante una semana después de que se ha permitido el curado de los revestimientos a temperatura ambiente durante dos días. Los revestimientos curados con IPDA muestran formación de ampollas al tiempo que los revestimientos curados con UNOXOL® Diamine no muestran formación alguna de ampollas. Además, UNOXOL® Diamine puede conducir a revestimientos epoxi con propiedades superiores en comparación con IPDA.

Tabla 1

Propiedades	Muestra 1 Epoxi curado con UNOXOL® Diamine	Muestra comparativa 1 Epoxi curada con isoforona diamina
Adhesión (Tensión de cizalladura del revestimiento, psi)	432	248
Resistencia hidrolítica	Buen aspecto	Formación de ampollas

Ejemplo 2

5 Se compara una formulación que contiene un endurecedor de pre-polímero de UNOXOL® diamine (Muestra 2) con un endurecedor estándar industrial ANCAMINE® 1618 (disponible en Air Products) (Muestra Comparativa 2). Se añade alcohol bencílico de 20 % a la formulación que contiene el endurecedor de pre-polímero UNOXOL® diamine. Se usa D.E.R. 331 como resina epoxi en ambas formulaciones. Se aplican las formulaciones sobre acero laminado frío (espesor en húmedo de aproximadamente 10 mm). La Tabla 2 muestra los porcentajes en peso de las formulaciones. La Tabla 3 muestra las propiedades físicas de las presentes formulaciones, usando los ensayos estándar industriales cuya referencia se aporta en la tabla.

10 Como se puede observar a partir de la Tabla 3, la formulación que contiene el endurecedor de prepolímero de isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano (Formulación 2), desarrolla una dureza frente al rayado con lápiz mejor y una dureza de péndulo desde el principio (día 1), y mantiene una dureza mejor con el tiempo (día 7). Los tiempos de secado de la película fina son considerablemente mejores para la formulación que contiene el endurecedor de prepolímero de isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano en comparación con ANCAMINE® 1618 estándar industrial.

Tabla 2

Materias primas	Muestra comparativa 2	Muestra 2
D.E.R. 331	62,5 % en peso	74,9 % en peso
ANCAMINE® 1618	37,5 % en peso	--
Endurecedor* de prepolímero de UNOXOL diamine con alcohol bencílico de 20 %	--	25,1 % en peso

* prepolímero preparado con D.E.R. 331.

20

Tabla 3: Comparación de las propiedades físicas

Formulación	Dureza frente al rayado con lápiz ¹			Dureza de péndulo de Konig (osc)			Tiempos de secado de película fina	
	1 día	3 días	7 días	1 día	3 días	7 días	Libre de polvo (h)	A través de secado (h)
Muestra comparativa 2	HB	F	F	78	127	137	7	15
Muestra 2	H	H	H	148	153	150	3,5	5,5

¹ Más blando 4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H Más duro

Ejemplo 3

25 Se compara una formulación que contiene un endurecedor de prepolímero de UNOXOL® diamine (Muestra 3) con un endurecedor de prepolímero similar de IPDA (Muestra Comparativa 3). Se usa D.E.R. 331 como resina epoxi en ambas formulaciones y ambas se aceleran con alcohol bencílico. La Tabla 4 muestra las formulaciones. Las formulaciones se aplican sobre un panel de Bonderite (espesor en húmedo de 10 mm). Las Tablas 5 y 6 muestran las propiedades físicas de las presentes formulaciones.

5 Como se puede observar en las Tablas 4-6, la formulación que contiene el endurecedor de prepolímero de isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano (Formulación 2) desarrolla mejora dureza frente al rayado con lápiz y dureza de péndulo al comienzo del día 1 y mantiene mejor dureza a través del día 7. La Formulación 2 también presenta mejor desarrollo de brillo trascurridos 7 días. Los tiempos de secado de película fina son considerablemente mejores para la formulación que contiene el endurecedor de prepolímero de isómeros cis y trans de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano en comparación con el endurecedor de prepolímero de IPDA.

Tabla 4: Cargas de materias primas (comparación con aducto de IPDA)

Materias primas	Muestra comparativa 3	Muestra 3
D.E.R. 331	66,2 % en peso	69,2 % en peso
Endurecedor de prepolímero de IPDA con alcohol bencílico de 40 %	33,8 % en peso	--
Endurecedor* de prepolímero de UNOXOL diamine con alcohol bencílico de 40 %	--	30,8 % en peso

* prepolímero preparado con D.E.R. 331.

Tabla 5: Comparación de las propiedades físicas

Formulación	Dureza frente al rayado con lápiz ¹			Dureza de péndulo de König (osc)			Tiempos de secado de película fina	
	1 día	3 días	7 días	1 día	3 días	7 días	Libre de polvo (h)	A través de secado (h)
Muestra comparativa 2	B	B	HB	81	129	136	7	13
Muestra 2	F	F	F	131	134	137	2,5	4,5

10 ¹ Más blando 4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H Más duro

Tabla 6: Comparación de las propiedades físicas

Formulación	Brillo			Impacto (pulgada-libra)	
	1 día	3 días	7 días	Directo	Inverso
Muestra comparativa 3	74	98	97	20	<10
Muestra 3	107	114	101	20	<10

¹ Más blando 4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H Más duro

Ejemplo 4: Reactividad y Tenacidad de fractura

15 Se comparan la reactividad y la tenacidad de fractura de UNOXOL® diamine (Muestra 4) y IPDA (Muestra Comparativa 4) en una formulación que contiene D.E.R. 331. Las formulaciones se muestran en la Tabla 7 siguiente.

Tabla 7

Materias primas	Muestra comparativa 4	Muestra 4
D.E.R. 331	81,8 % en peso	84,1 % en peso
IPDA	18,2 % en peso	--
UNOXOL Diamine	--	15,9 % en peso

20 El estudio de reactividad (cinético) se lleva a cabo usando un Calorímetro de Barrido Diferencial (DSC). Se mide la reactividad como % de conversión a temperatura ambiente. La Figura 1 muestra los datos de comparación de reactividad. Cuando se produce el curado a temperatura ambiente, la formulación de que contiene UNOXOL® diamine alcanza 80 % de conversión en menos que 24 horas, mientras que la formulación basada en IPDA alcanza

una conversión máxima de 65 %. Debido a la presente reactividad elevada, se piensa que las formulaciones que contienen UNOXOL® diamine desarrollan mejores propiedades a temperatura ambiente en menos que 24 horas.

5 Se mide la tenacidad de fractura de las muestras, cuyos resultados se muestran en la Figura 2. El estudio de tenacidad de fractura se lleva a cabo sobre un molde transparente de 1/8 de pulgada de acuerdo con ASTM D5045. Como puede observarse, la tenacidad de fractura de las composiciones que contienen UNOXOL® diamine es mayor que la de las muestras que contienen IPDA.

Ejemplo 5

10 En el presente ejemplo, se miden la reactividad de UNOXOL® diamine y varias mezclas de UNOXOL® diamine e impurezas de aminas bicíclica (BA), diamina bicíclica (BDA) e imina bicíclica (BI). La Tabla 8 muestra las composiciones de diamina (DC1, DC2, etc.).

Tabla 8

Producto	DC1	DC2	DC3	DC4
UNOXOL® Diamine (% en peso)	99,8	97	89,4	75,3
3-azabicyclo[3.3.1]nonano – BA (% en peso)	--	--	3,4	0,3
3-azabicyclo[3.3.1]non-2-eno – BI (% en peso)	--	1	2	14,5
3-azabicyclo[3.3.1]non-2-amina – BDA (% en peso)	--	2	1,8	9,1

15 Se mezclan las composiciones de diamina con D.E.R. 331, de acuerdo con las formulaciones recogidas en la Tabla 9, y se comparan con la reactividad de D.E.R. 331 con IPDA, el estándar industrial. Se mide la reactividad de las mezclas de D.E.R. 331 usando Calorimetría de Barrido Diferencial (DSC) mediante el control de la entalpía durante la reacción de curado. Se mide la reactividad como porcentaje de conversión a temperatura ambiente. La Tabla 10 compara los resultados de las reacciones.

Tabla 9

Materias primas	Muestra Comparativa 5	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8
D.E.R. 331	81,47	84,13	84,13	82,86	81,17
IPDA	18,43	--	--	--	--
DC1	--	15,87	--	--	--
DC2	--	--	15,87	--	--
DC3	--	--	--	17,14	--
DC4	--	--	--	--	18,83

20

Tabla 10

Tiempo (horas)	Muestra Comparativa 5	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8
1	13,8	25,6	30,6	25,1	22,3
2	26,9	47,5	52,4	47,7	43,2
3	38,1	63	63,4	59,4	60
5	44,7	70,4	70,5	71,6	68
12	62,4	72,6	76,6	73,4	74

Tiempo (horas)	Muestra Comparativa 5	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8
24	63,3	76,6	77,9	77,1	74,8
48	66,1	77,1	78,0	76,2	76,2

5 Como se observa a partir de los resultados de la Tabla 10, no se aprecia diferencia significativa en la tasa de reacción de UNOXOL® diamine y las diferentes mezclas de UNOXOL® diamine con impurezas de amina bicíclica, diamina bicíclica e imina bicíclica con una resina epoxi. Las impurezas pueden constituir hasta 25 % en peso sin disminución significativa de la reactividad. De manera adicional, la tasa de reacción de cada una de las composiciones de diamina fue considerablemente más rápida que la de IPDA estándar industrial.

10 Como se observa a partir de los resultados de la Tabla 10, puede ocurrir que la purificación de la mezcla de diamina no sea necesaria para dar lugar a una tasa de reacción apropiada. En algunas realizaciones, las composiciones de diamina pueden incluir 50-100 % en peso de UNOXOL® diamine, 0-30 % en peso de amina bicíclica, 0-25 % en peso de diamina bicíclica y 0-15 % en peso de imina bicíclica.

Se miden las propiedades físicas de las resinas resultantes para determinar el impacto de las impurezas bicíclicas sobre la resina resultante. La Tabla 11 proporciona las propiedades medidas. La temperatura de transición vítrea se midió usando DMTA.

Tabla 11

Muestra Nº.	T _g (°C)	Resistencia a la tracción MPa	Módulo de tracción GPa	% de Deformación hasta rotura (%)
Muestra 5	141	83	2,1	7,8
Muestra 6	143	82	2,0	9,2
Muestra 7	139	8,3	2,2	7,5
Muestra 8	132	84	2,3	6,7

15 Las muestras 7 y 8 presentan una temperatura de transición vítrea ligeramente más baja que cuando se comparan con las Muestras 5 y 6. La resistencia a la tracción y el módulo de tracción son comparables para todas las muestras, y el porcentaje de deformación hasta rotura es ligeramente inferior para la muestra 8. Sobre todo, se obtienen buenas propiedades de material independientemente de las impurezas bicíclicas.

20 Se mide la tenacidad de fractura de las Muestras 5-9 y de la Muestra Comparativa 5, cuyos resultados se muestran en la Figura 3. Se lleva a cabo el estudio de tenacidad de fractura sobre un molde transparente de 1/8 pulgadas de acuerdo con ASTM D5045. Como se puede observar, la tenacidad de fractura de las formulaciones que contienen UNOXOL® diamine, incluyendo las impurezas bicíclicas, es mayor que la de la Muestra Comparativa 5 que contiene IPDA.

25 De manera ventajosa, las realizaciones que se describen en la presente memoria pueden proporcionar una resistencia hidrolítica mejorada; propiedades de adhesión excelentes, tiempos de curado más rápidos y menor temperatura de curado, buen color/brillo y buena resistencia química. Además, las realizaciones descritas en la presente memoria pueden proporcionar una tenacidad de fractura mejorada en comparación con las formulaciones estándar.

30 Las mezclas isoméricas de 1,3- y 1,4-bis(aminometil)ciclohexano se pueden usar para curar resinas epoxi a bajas temperaturas y proporcionan revestimientos con propiedades superiores, en comparación con otras diaminas alifáticas y los correspondientes agentes de endurecimiento de prepólimero tales como isoforona diamina o sus derivados.

35 Mientras que la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de realizaciones, los expertos en la técnica, que se benefician de la presente descripción, apreciarán que se prevén otras realizaciones que no se alejen del alcance de la invención descrita en la presente memoria. Por consiguiente, el alcance de la invención debería limitarse únicamente a las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una composición de endurecedor para resinas epoxi, comprendiendo la composición de endurecedor:
- 5 (a) 1,3-bis(aminometil)ciclohexano; y
(b) 1,4-bis(aminometil)ciclohexano.
2. La composición de endurecedor de la reivindicación 1, en la que la composición de endurecedor comprende isómeros cis y trans de al menos uno de componente (a) y componente (b).
- 10 3. La composición de endurecedor de una de reivindicación 1 y reivindicación 2, en la que la composición de endurecedor comprende isómeros cis y trans de ambos componente (a) y componente (b).
4. La composición de endurecedor de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que la composición de endurecedor comprende al menos 5 por ciento en peso de componente (b) basado en el peso total de componente (a) y componente (b).
- 15 5. La composición de endurecedor de la reivindicación 2, en la que la composición de endurecedor comprende:
- de 1 a 97 por ciento en peso de cis 1,3 bis(aminometil)ciclohexano;
de 1 a 97 por ciento en peso de trans 1,3 bis(aminometil)ciclohexano;
de 1 a 97 por ciento en peso de cis 1,4 bis(aminometil)ciclohexano; y
de 1 a 97 por ciento en peso de trans 1,4 bis(aminometil)ciclohexano;
- 20 en la que los porcentajes anteriores están basados en el peso total de cis 1,3-bis(aminometil)ciclohexano, trans-1,3-bis(aminometil)ciclohexano, cis 1,4-bis(aminometil)ciclohexano y trans 1,4-bis(aminometil)ciclohexano.
6. La composición de endurecedor de la reivindicación 1, en la que el endurecedor comprende 50-100 por ciento en peso de una mezcla de (a) y (b), de 0 a 30 por ciento en peso de una amina bicíclica, de 0 a 25 por ciento en peso de una diamina bicíclica y de 0 a aproximadamente 15 por ciento en peso de una imina bicíclica.
- 25 7. La composición de endurecedor de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que el endurecedor comprende 50-100 por ciento en peso de una mezcla de (a) y (b), y al menos uno de los tres siguientes compuestos bicíclicos: (i) más que 0 a aproximadamente 30 por ciento en peso de amina bicíclica, (ii) más que 0 a aproximadamente 25 por ciento en peso de diamina bicíclica y (iii) más que 0 a aproximadamente 15 por ciento en peso de una imina bicíclica.
- 30 8. Una composición de endurecedor de prepolímero para resinas epoxi, comprendiendo la composición de endurecedor de prepolímero el producto de reacción de un epoxi con la composición de endurecedor de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7.
- 35 9. Una formulación apta para curado, que comprende:
la composición que se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7; y
una resina epoxi.
- 40 10. Una formulación apta para curado, que comprende:
la composición de endurecedor de prepolímero que se reivindica en la reivindicación 8; y
una resina epoxi.
- 45 11. Un método para adherir dos sustratos, que comprende:
aplicar una resina epoxi y la composición de endurecedor de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 sobre uno o ambos sustratos; y
poner los sustratos en una relación de contacto.
- 50 12. El método de la reivindicación 11, que además comprende curar la resina epoxi a una temperatura dentro del intervalo de aproximadamente -20 °C hasta aproximadamente 100 °C durante un tiempo de menos que 24 horas para curar la resina epoxi.
- 55 13. Un método para revestir un sustrato, que comprende:
aplicar una composición de revestimiento a un sustrato;
en el que la composición de revestimiento incluye una resina epoxi y al menos uno de la composición de endurecedor de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 y la composición de endurecedor de prepolímero de la reivindicación 8.
14. Una resina epoxi acuosa o una dispersión de resina epoxi, que comprende:
la composición de endurecedor que se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7; y
una resina epoxi.

15. Un método para producir una composición de endurecedor de prepolímero, comprendiendo el método:
hacer reaccionar los componentes (a) y (b) con una epoxi;
en el que los componentes (a) y (b) son como se define en la reivindicación 1.

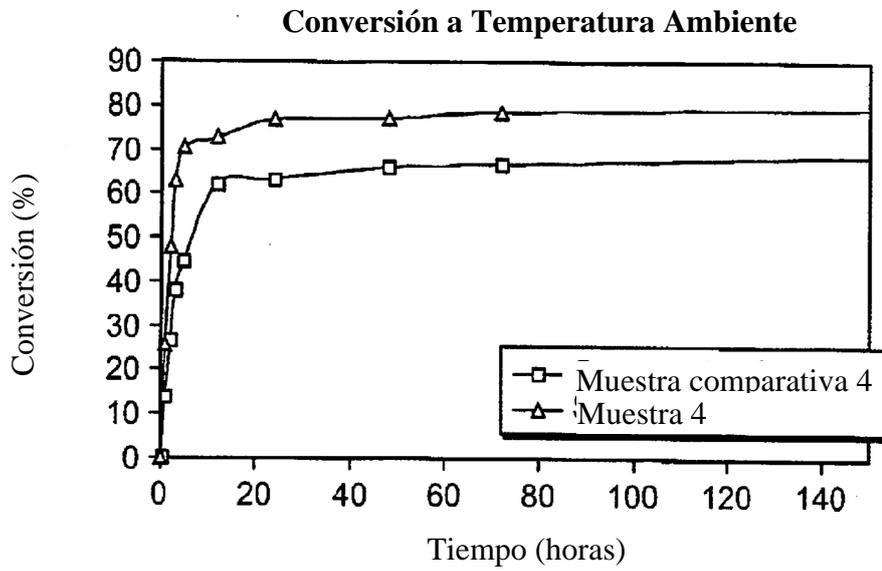


FIG. 1

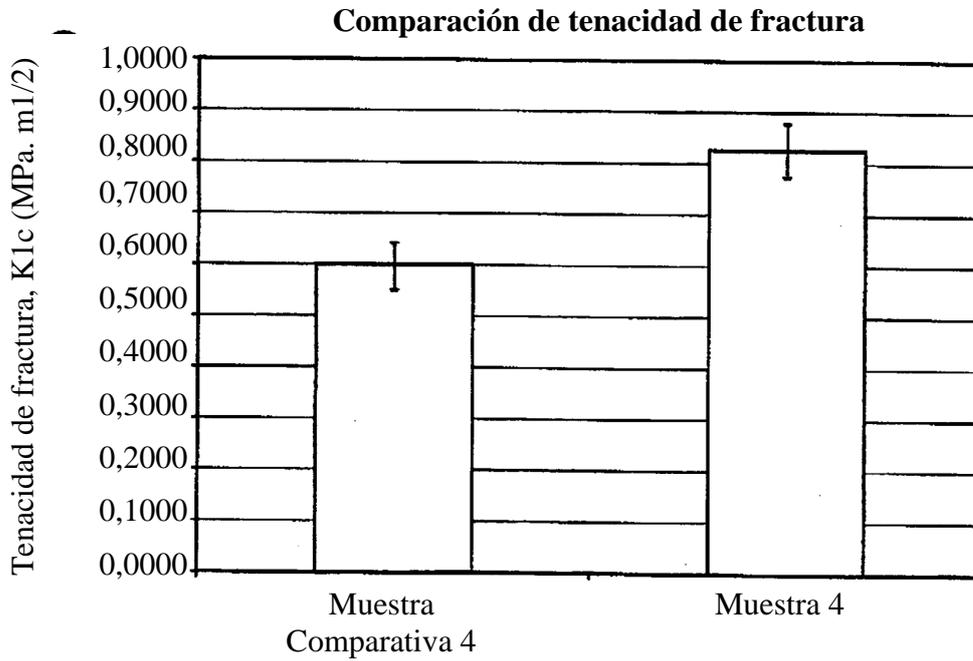


FIG. 2

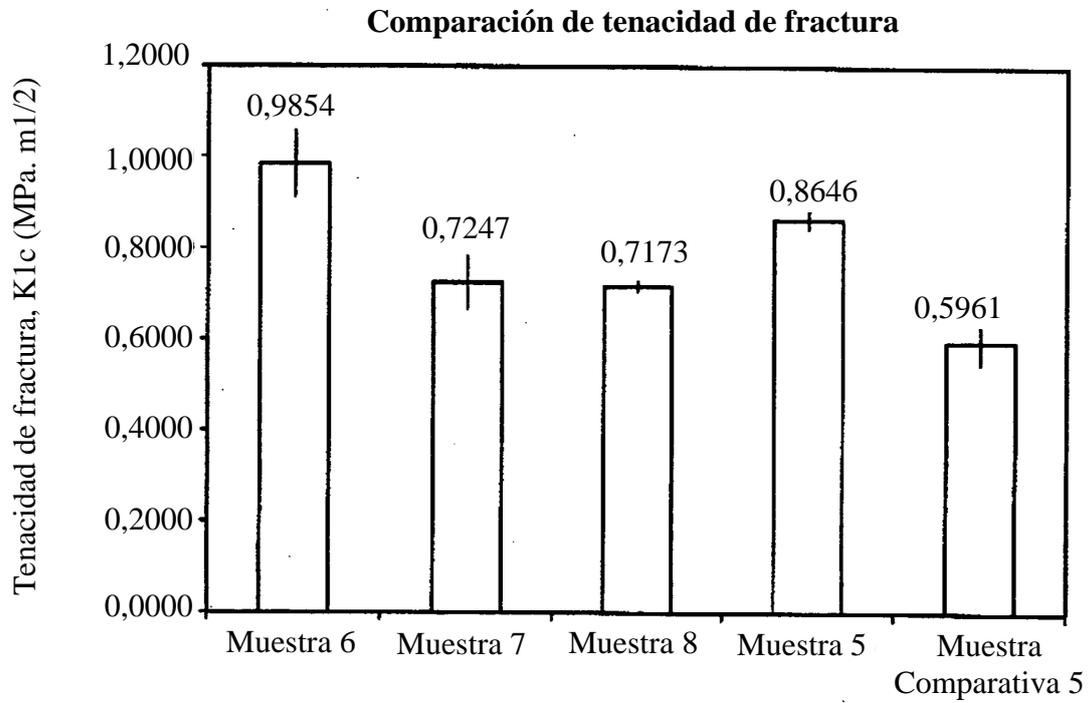


FIG. 3