

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 299**

51 Int. Cl.:

C08G 18/28 (2006.01)

C08G 18/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2011** **E 11752041 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015** **EP 2621984**

54 Título: **Uso de poli(óxido de butileno)-poliol para mejorar la durabilidad de las espumas de poliuretano MDI**

30 Prioridad:

29.09.2010 US 387892 P

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

21.04.2015

73 Titular/es:

DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US

72 Inventor/es:

AOU, KAORU;
GAMBOA, ROGELIO R. y
OBI, BERNARD E.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 534 299 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

Uso de poli(óxido de butileno)-poliol para mejorar la durabilidad de las espumas de poliuretano MDI

Antecedentes de la invención

Campo de la Invención

- 5 Las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano. Más específicamente, las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano con propiedades viscoelásticas.

Descripción de la Técnica Relacionada

10 Las espumas de poliuretano se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, que van desde acolchado (tales como, colchones, almohadas y cojines para asientos) hasta embalajes y aislamiento térmico, así como para aplicaciones médicas. Los poliuretanos tienen la capacidad de adaptarse a aplicaciones particulares, a través de la selección de materias primas que se utilizan para formar el polímero.

15 Una clase de espuma de poliuretano se conoce como viscoelástica (VE) o espuma "con memoria". Las espumas viscoelásticas exhiben una respuesta diferida y dependiente de la velocidad ante una tensión aplicada. Poseen una baja resiliencia y se recuperan lentamente cuando se comprimen. Estas propiedades se suelen asociar con la temperatura de transición vítrea (T_g) del poliuretano. La viscoelasticidad se suele manifestar cuando el polímero tiene una T_g igual o aproximada a la temperatura de uso, que es la temperatura ambiente para muchas aplicaciones.

20 Como la mayoría de las espumas de poliuretano, la espumas de poliuretano VE se preparan por la reacción de un componente de poliol con un poliisocianato, en presencia de un agente de soplado. El agente de soplado es usualmente agua, o una mezcla de agua y otro material. Las formulaciones de VE se suelen caracterizar por la selección de un componente de poliol y la cantidad de agua en la formulación. El poliol predominante utilizado en estas formulaciones, tiene una funcionalidad de aproximadamente 3 grupos hidroxilo por molécula y un peso molecular en el intervalo de 400 a 1.500. Este poliol es mayormente el determinante principal de la T_g de la espuma de poliuretano, aunque también juegan un papel significativo otros factores, tales como los niveles de agua y el índice de isocianato.

25 La deformación remanente por compresión es una medida de la deformación permanente de una espuma, tras mantenerla comprimida bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura. La deformación remanente por compresión se utiliza generalmente, para correlacionar la pérdida por uso del espesor del acolchado y cambios en la dureza de la espuma. Menores valores de deformación remanente por compresión son generalmente deseables para las espumas de poliuretano viscoelásticas.

30 Típicamente, las espumas de poliuretano viscoelásticas tienen bajas propiedades de flujo de aire, generalmente inferiores a aproximadamente 0,47 litros/segundo (1,0 pie cúbico estándar por minuto scfm) bajo condiciones de temperatura ambiente (22°C) y presión atmosférica (1 atm), produciendo por tanto sudoración cuando se utilizan como espumas destinadas para artículos de confort (por ejemplo, en camas, asientos y otros acolchados). El bajo flujo de aire también lleva a una baja transferencia de calor y humedad al exterior de la espuma, dando como resultado (1) un aumento de la temperatura de la espuma (cama) y (2) del nivel de humedad. La consecuencia de una temperatura más elevada es una mayor resiliencia y un menor carácter viscoelástico. La combinación de calor y humedad da como resultado una fatiga acelerada de la espuma. Además, si los flujos de aire de la espuma son suficientemente bajos, las espumas pueden sufrir una contracción durante la fabricación.

40 El documento WO2009/029621 A1 describe espumas de poliuretano viscoelásticas, en donde el flujo de aire y la deformación remanente por compresión juegan un papel importante (véase párrafos [0009] y [0022]). Los ejemplos 3, 4 y C del documento WO2009/029621 A1 describen composiciones, que comprenden: 49% en peso de poliol PEPO-2 (un triol propoxilado que tiene un peso equivalente de 235), 1,96% en peso de PEPO-3 (un monol basado en óxido de butileno), 49% en peso de NOBP-A (un poliol de aceite natural 3-funcional preparado por la reacción de metil ésteres de ácidos grasos de semillas de soja hidroximetilados con un poli(óxido de etileno) triol de peso molecular 625 y que contiene como máximo 30% en peso de óxido de etileno), agua y catalizadores.

45 Sería deseable lograr unos valores de deformación remanente por compresión mejorados con respecto los que ahora se logran en general, manteniendo a la vez las propiedades viscoelásticas de la espuma. Asimismo, sería deseable obtener espumas con unos valores de deformación remanente por compresión mejorados manteniendo a la vez propiedades, tal como flujo de aire.

50 Compendio de la invención

Las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano. Más específicamente, las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano con valores de deformación remanente por compresión mejorados, manteniendo a la vez propiedades viscoelásticas. En una realización, se proporciona un sistema de reacción para la preparación de una espuma de poliuretano viscoelástica. El sistema de reacción

comprende (a) un componente de poliisocianato (b) un componente reactivo frente a isocianato (c) agua y (d) un componente de catalizador. El componente reactivo frente a isocianato comprende (i) de 35 a 74% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en OP) con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 y un contenido de polioxipropileno de al menos 70% en peso de la masa total del uno o más polioles ricos en OP, (ii) de 24 a 50% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de etileno (ricos en OE) con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 2.800 y un contenido de polioxietileno de al menos 70% en peso de la masa total del uno o más polioles ricos en OE, y (iii) de 2 a 10% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (ricos en OB) con un peso equivalente medio numérico de 2.000 o más y un contenido de polioxibutileno de al menos 70% en peso de la masa del uno o más poliéteres ricos en OB. La cantidad mínima de polirol rico en OE para usar en la formulación varía desde 24% en peso para pesos equivalentes inferiores a 500, hasta 29% en peso para pesos equivalentes superiores a 1.000.

En otra realización, se proporciona un método para preparar una espuma de poliuretano viscoelástica. El método comprende formar componentes de reacción y combinar dichos componentes en condiciones suficientes, para formar una espuma de poliuretano viscoelástica. Los componentes de reacción comprenden un poliisocianato orgánico, un componente reactivo frente a isocianato, agua, y un componente de catalizador. El componente reactivo frente a isocianato comprende uno o más polioles ricos en OP con un contenido de polioxipropileno de al menos 70% en peso de la masa total del uno o más polioles ricos en OP, y un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 a una cantidad de 35 a 74% en peso del componente reactivo frente a isocianato, uno o más polioles ricos en OE con un contenido de polioxietileno de al menos 70% en peso de la masa total de uno o más polioles ricos en OE y un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 2.800 a una cantidad de 24 a 50% en peso del componente reactivo frente a isocianato, y uno o más poliéteres ricos en OB con un contenido de polioxibutileno de al menos 70% en peso de la masa total del uno o más polioles ricos en OB y un peso equivalente medio numérico combinado de 2.000 o más, a una cantidad de 2 a 10% en peso del componente reactivo frente a isocianato, en donde una mínima cantidad de polirol rico en OE varía desde 24% en peso para pesos equivalentes inferiores a 500, hasta 29% en peso para los pesos equivalentes superiores a 1.000.

Descripción detallada

Las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano. Más específicamente, las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano con valores de deformación remanente por compresión mejorados, manteniendo a la vez propiedades viscoelásticas. En muchas formulaciones comerciales de espumas de poliuretano, los bajos valores de deformación remanente por compresión han demostrado ser bastante comunes en formulaciones basadas en MDI, que tienden a estar limitadas a menores valores de índice de isocianato que las formulaciones basadas en TDI. Los inventores han encontrado inesperadamente, que el uso de poli(óxido de butileno) en espumas de poliuretano viscoelásticas dan como resultado un aumento medible e inesperado de las propiedades de deformación remanente por compresión, que son predictivas de muchas propiedades de durabilidad. Así, las realizaciones descritas en la presente memoria pueden utilizarse para mejorar la deformación remanente por compresión de las espumas de poliuretano viscoelásticas basadas en MDI, que suelen mostrar malas propiedades de deformación remanente por compresión.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "espuma viscoelástica" pretende designar esas espumas que tienen una resiliencia inferior a 25%, como se midió según ASTM D3574 Ensayo H. Preferiblemente, la espuma tendrá una resiliencia inferior a 20%. En ciertas realizaciones la espuma tendrá una resiliencia inferior a 15% o incluso inferior a 10%.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "caudal de aire" se refiere al volumen de aire que pasa a través de una sección cuadrada de 5,08 cm x 5,08 cm (2 pulgadas) y 2,54 cm (1,0 pulgada) de espesor, de una espuma a 125 Pa (0,018 psi) de presión. Las unidades se expresan en decímetros cúbicos por segundo (es decir, litros por segundo) y se convierten a pies cúbicos estándar por minuto. Una unidad comercial representativa para medir el flujo de aire está fabricada por TexTest AG de Zurich, Switzerland y se identifica como TexTest Fx3300. Esta medición sigue el ASTM D 3574 Ensayo G.

Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "CFD 25%" se refiere a la medición de deflexión de la fuerza de compresión donde una espuma de 10,16 x 10,16 cm (4 x 4 pulgadas) en la dirección lateral y 5,08 cm (2 pulgadas) de espesor, se comprime en el eje-espesor a una deformación de compresión de 25%, y se mantiene durante un minuto antes de determinar la medida de deflexión por fuerza de compresión, es decir la espuma se comprime hasta 75%, de su espesor original, según los procedimientos de ASTM D 3574 C y se mide en libras fuerza (lbf) o en Newtons (N). De forma similar "CFD 65%" y "CFD 75%" corresponden a una compresión hasta 35% y 25% del espesor original de la espuma, respectivamente.

Como se utiliza en la presente memoria, los pesos equivalentes medios numéricos se combinan como sigue: Peso equivalente medio numérico combinado = (gramos de A + gramos de B)/[(gramos de A/peso equivalente de A) + (gramos de B/peso equivalente de B)].

- 5 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "deformación remanente por compresión @ 75%" significa un ensayo de deformación remanente por compresión medido a nivel de deformación compresiva del 75% y en paralelo a la dirección creciente de la espuma. Este ensayo se utiliza en la presente memoria, para correlacionar la pérdida por uso del espesor del acolchado y cambios en la dureza de la espuma. La deformación remanente por compresión se determina según los procedimientos de ASTM D 3574-95, Ensayo I, y se mide como el porcentaje del espesor original de la muestra. Asimismo, "la deformación remanente por compresión @ 90%" se refiere a la misma medición que la anterior (deformación remanente por compresión), pero esta vez medida a nivel de deformación compresiva al 90% de la muestra, en paralelo a la dirección creciente de la espuma.
- 10 Como se utiliza en la presente memoria, el término "densidad" se utiliza para referirse al peso por unidad de volumen de una espuma. En el caso de las espumas de poliuretano viscoelásticas la densidad se determina según los procedimientos de ASTM D357401, Ensayo A. De manera ventajosa, la espuma viscoelástica tiene una densidad de al menos aproximadamente 48, preferiblemente de al menos aproximadamente 56, más preferiblemente de al menos aproximadamente 64 y preferiblemente como máximo aproximadamente 128, más preferiblemente como máximo aproximadamente 96, lo más preferiblemente como máximo aproximadamente 88 kg/m³ (3, 3,5, 4, 8, 6, 88, 5,5 libras/pie³, respectivamente).
- 15 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "% de alargamiento" como se aplica a una espuma se refiere a la extensión lineal que puede lograr una muestra de espuma antes de romperse. La espuma se somete a ensayo por el mismo método utilizado para determinar la resistencia a la tracción, y el resultado se expresa como un porcentaje de la longitud original de la muestra de espuma según los procedimientos de ASTM D-3574, Ensayo E.
- 20 Como se utiliza en la presente memoria, el término "funcionalidad" particularmente "funcionalidad poliol" se refiere al número de hidrógenos activos sobre un iniciador, utilizado para preparar el poliol, que puede reaccionar con una molécula de epóxido (tal como óxido de etileno u óxido de propileno). Esta también se cita como funcionalidad nominal. A efectos de la funcionalidad poliol, cualquier amina primaria/secundaria o funcionalidad hidroxilo contará una vez para el valor de funcionalidad nominal.
- 25 Como se utiliza en la presente memoria, el término "resiliencia" se refiere a la cualidad de una espuma percibida como elasticidad de rebote. Se mide según los procedimientos de ASTM D3574 Ensayo H. Este ensayo de rebote de bola mide la altura de los rebotes de peso desde la superficie de la espuma de una bola de acero cuando se deja caer bajo condiciones especificadas y expresa el resultado como porcentaje de la altura de caída original. Como se midió según el ensayo ASTM, una espuma VE curada exhibe una resiliencia ventajosamente de como máximo aproximadamente 20%, preferiblemente como máximo aproximadamente 10%.
- 30 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "factor soporte" se refiere a la relación de 65% de deflexión de fuerza (CFD) de compresión (Indentación) dividido por 25% de deflexión de fuerza de compresión.
- 35 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "resistencia al desgarramiento" se refiere a la fuerza media máxima requerida para desgarrar una muestra de espuma que se entalló previamente con una hendidura a lo largo de una muestra de espuma. Los resultados de los ensayos se determinaron según los procedimientos de ASTM D3574-F en libras por pulgada lineal (lbf/in) o en Newtons por metro (N/m).
- 40 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "resistencia a la tracción" como se aplicó a una espuma se refiere a la fuerza máxima que puede aguantar una muestra de espuma con forma de hueso de perro mientras es extendida bajo una fuerza extensional (uniaxial) lineal. La tensión se incrementa hasta que el material alcanza un punto de quiebre, en cuyo momento la carga y extensión a la rotura se utilizan para calcular la resistencia a la tracción y el alargamiento, todos determinados según los procedimientos de ASTM D-3574, Ensayo E y se mide en libras por pulgada cuadrada (psi) o kilopascales (kPa).
- 45 Los componentes reactivos frente a isocianato utilizados en la producción de poliuretano son generalmente esos compuestos que tienen al menos dos grupos hidroxilo. A esos compuestos se refieren en la presente memoria como polioles. Los polioles incluyen los obtenidos por la alcoxilación de moléculas de inicio adecuadas (iniciadores) con un óxido de alquileno. Los iniciadores pueden tener de 2 a 8 sitios reactivos. Los ejemplos de moléculas iniciadoras con 2 a 8 sitios reactivos incluyen agua, amoniaco, anilina o alcoholes polihidroxilados, tales como alcoholes dihidroxilados que tienen un peso molecular de 62 a 399, especialmente los alcanopolioles tales como etilenglicol, propilenglicol, hexametilendiol, glicerol, trimetilolpropano o trimetiloletano, o los alcoholes de bajo peso molecular que contienen grupos éter tales como dietilenglicol, trietilenglicol, dipropilenglicol, tripropilenglicol, butilenglicoles, o pentaeritritol. Ejemplos de iniciadores funcionales superiores incluyen sorbitol, sacarosa, glucosa, fructosa u otros azúcares, y similares. Estos polioles son materiales convencionales preparados por métodos convencionales. Para polioles, cuando se utiliza el término "triol" o "monol", se pretende la funcionalidad del iniciador inicial (tal como glicerina para trioles y n-butanol para monoles). La catálisis para la presente polimerización puede ser bien aniónica o catiónica, con catalizadores tales como KOH, CsOH, trifluoruro de boro, o un catalizador de complejo de cianuro de doble metal (DMC) tal como hexacianocobaltato de cinc o un compuesto de fosfazenio cuaternario. En el caso de catalizadores alcalinos, estos catalizadores alcalinos son eliminados preferiblemente del polioliol al final de la producción mediante una etapa de acabado apropiada, tal como coalescencia, separación por silicato de magnesio o neutralización de ácidos.
- 55

En una realización, se proporciona un sistema de reacción para la preparación de una espuma de poliuretano viscoelástica. El sistema de reacción comprende (a) un componente de poliisocianato (b) un componente reactivo frente a isocianato (c) agua y (d) un componente de catalizador. El sistema de reacción puede comprender además, al menos uno de (e) uno o más tensiactivos y (f) uno o más agentes de soplado. En ciertas realizaciones, el sistema de reacción comprende además aditivos adicionales.

El Componente (a) puede comprender (i) de aproximadamente 0 a 10% de un poliisocianato orgánico basado en diisocianato de tolueno (TDI); y (ii) de aproximadamente 90 a 100% de un componente basado en diisocianato de difenil metileno (MDI). En una realización, el componente basado en TDI es una mezcla de diisocianato de 2,4- y 2,6-tolueno y el componente basado en MDI es MDI polimérico. El MDI polimérico puede tener una funcionalidad aproximada de 2,3.

El Componente (a) puede comprender uno o más poliisocianatos orgánicos con una media de grupos isocianato por molécula de 1,8 o más. La funcionalidad de isocianato es preferiblemente de aproximadamente 1,9 a 4, y más preferiblemente de 1,9 a 3,5 y especialmente de 2,0 a 3,3.

El poliisocianato orgánico puede ser un poliisocianato polimérico, isocianato aromático, isocianato cicloalifático o isocianato alifático. Ejemplos de poliisocianatos incluyen diisocianato de m-fenileno, 2,4-diisocianato de tolueno, 2,6-diisocianato de tolueno, 1,6-diisocianato de hexametileno, 1,4-diisocianato de tetrametileno, 1,4-diisocianato de ciclohexano, diisocianato de hexahidrotolueno, 1,5-diisocianato de naftileno, 2,4-diisocianato de metoxifenilo, 4,4'-diisocianato de difenilmetano, diisocianato de 4,4'-bifenileno, diisocianato de 3,3'-dimetoxi-4,4'-bifenilo, diisocianato de 3,3'-dimetil-4-4'-bifenilo, 4,4'-diisocianato de 3,3'-dimetildifenil metano, triisocianato de 4,4',4"-trifenil metano, un polifenilisocianato de polimetileno (PMDI), 2,4,6-triisocianato de tolueno y 2,2',5,5'-tetraisocianato de 4,4'-dimetildifenilmetano. Preferiblemente, el poliisocianato es un 4,4'-diisocianato de difenilmetano, 2,4'-diisocianato de difenilmetano, o mezclas de los mismos. El 4,4'-diisocianato de difenilmetano, 2,4'-diisocianato de difenilmetano y sus mezclas se denominan genéricamente MDI y todos ellos se pueden usar. El 2,4-diisocianato de tolueno, 2,6-diisocianato de tolueno y sus mezclas se denominan genéricamente TDI, y se pueden usar todos.

Los poliisocianatos basados en MDI preferidos incluyen MDI y derivados de MDI tales como productos de MDI "líquido" modificado con biuret y MDI polimérico. Los poliisocianatos preferidos son los denominados productos de MDI polimérico, que son una mezcla de poliisocianatos polimetileno polifenileno en MDI monomérico. En una realización, el MDI polimérico comprende 70% en peso o más del isocianato total. Los productos de MDI polimérico especialmente adecuados tienen un contenido de MDI libre de 5 a 50% en peso, más preferiblemente de 10 a 40% en peso. Tales productos de MDI polimérico se encuentran disponibles en The Dow Chemical Company con los nombres comerciales de PAPI® y VORANATE®.

Un poliisocianato especialmente preferido es un producto de MDI polimérico con una funcionalidad media de isocianato de 2,3 a 3,3 de grupos isocianato por molécula y un peso equivalente de isocianato de 130 a 170. Los productos adecuados disponibles comercialmente de ese tipo incluyen PAPI™ PB-219, PAPI™ 27, PAPI™ 94, VORANATE™ M229, VORANATE™ 220, VORANATE™ 290, VORANATE™ M595 y VORANATE™ M600, todos los cuales están disponibles en The Dow Chemical Company.

Un poliisocianato de particular interés es una mezcla de diisocianato de 2,4- y 2,6-tolueno que contiene aproximadamente 80% en peso de los isómeros 2,4. Otro poliisocianato de particular interés es una mezcla de diisocianato de 2,4- y 2,6-tolueno que contiene aproximadamente 60% en peso de los isómeros 2,4. Los productos adecuados disponibles comercialmente de ese tipo incluyen VORANATE™ T-80.

La cantidad de poliisocianato que se utiliza es, por regla general, suficiente para proporcionar un índice de isocianato de 65 a 110. En otra realización, el índice es de 70 a 100 y en una realización adicional es de 80 a 90.

El componente (b) es un componente reactivo frente a isocianato que comprende (i) de 35 a 74% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en OP con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 y un contenido de polioxipropileno de al menos 70% en peso de la masa total de uno o más polioles ricos en OP, (ii) de 24 a 50% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en OE con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 2.800 y un contenido de polioxietileno de al menos 70% en peso de la masa total de uno o más polioles ricos en OE, y (iii) de 2 a 10% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más poliéteres ricos en OB y un peso equivalente medio numérico combinado de 2.000 o más, y un contenido de polioxibutileno de al menos 70% en peso de la masa total de uno o más poliéteres ricos en OB, en donde la cantidad mínima de poliol rico en OE a utilizar en los intervalos de la formulación varía desde 24% en peso, para pesos equivalentes inferiores a 500, hasta 29% en peso para los pesos equivalentes superiores a 1.000. El componente reactivo frente a isocianato (b) puede comprender además (iv) de 10 a 25% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más monoles de óxido de propileno-óxido de etileno.

El uno o más polioles ricos en OP ((b)(i)) comprenden al menos 35% en peso, 40% en peso, 45% en peso, 50% en peso, 55% en peso, 60% en peso, 65% en peso, o 70% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OP ((b)(i)) comprenden al menos 40% en peso, 45% en peso, 50% en peso, 55%

en peso, 60% en peso, 65% en peso, 70% en peso, o hasta 74% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OP ((b)(i)) pueden comprender de 45% a 70% en peso o de aproximadamente 50% a 60% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b).

5 El uno o más polioles ricos en OP ((b)(i)) tienen un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 y preferiblemente de 220-450. El uno o más polioles ricos en OP ((b)(i)) pueden tener una funcionalidad de 2,4 a 4,0.

10 En ciertas realizaciones, el componente reactivo frente a isocianato (b) comprende múltiples componentes de polioles ricos en OP, por ejemplo, uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 y uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) con un peso equivalente medio numérico combinado de 800 to 2.000. Los componentes de polioles pueden contener independientemente porcentajes en peso derivados de OP como se describe en la presente memoria.

15 En ciertas realizaciones cuando tanto el poliol de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) como el poliol de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) están presentes, el uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden comprender al menos 30% en peso, 35% en peso, 40% en peso, 45% en peso, 50% en peso, o 55% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) puede comprender hasta 35% en peso, 40% en peso, 45% en peso, 50% en peso, 55% en peso, o hasta 60% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden comprender de 30% a 60% en peso o de aproximadamente 35% a 50% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b).

20 El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 340. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener una funcionalidad entre 2 y 4. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener una funcionalidad entre 2,5 y 3. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener un contenido de polioxipropileno de al menos 70% en peso, 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso de la masa total del poliol rico en OP de bajo peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener un contenido de polioxipropileno de hasta 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso o 100% en peso de la masa total del poliol rico en OP de bajo peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener alguna cantidad de contenido de hidroxilo primario. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener un contenido de hidroxilo primario de 20% en peso o más, del contenido total de hidroxilo del poliol rico en OP de bajo peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden tener un contenido de hidroxilo primario de 30% en peso o más, del contenido total de hidroxilo del poliol rico en OP de bajo peso equivalente.

35 El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender al menos 5% en peso, 10% en peso, 15% en peso o 20% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender al menos 10% en peso, 15% en peso, 20% en peso o hasta 25% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender de 5% a 25% en peso o de aproximadamente 10% a 15% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b).

40 El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener un peso equivalente medio numérico combinado de 900 a 1.200. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener una funcionalidad entre 2 y 4. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener una funcionalidad entre 2,2 y 3. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener un contenido de polioxipropileno de al menos 70% en peso, 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso de la masa total del poliol rico en OP de alto peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener un contenido de polioxipropileno de hasta 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso o 100% en peso de la masa total del poliol rico en OP de alto peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener un contenido de polioxietileno de al menos 5% en peso, 8% en peso, 10% en peso, o 15% en peso de la masa total del poliol rico en OP de alto peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden tener un contenido de polioxietileno de hasta 8% en peso, 10% en peso, 15% en peso, o 20% en peso de la masa total del poliol rico en OP de alto peso equivalente. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender polioles catalíticamente activos, tales como VORANOL™ VORACTIV™ disponibles en The DOW CHEMICAL COMPANY. El uno o más polioles ricos en OP de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender polioles copolímeros, por ejemplo, poliéter polioles injertados con acrilonitrilo, tal como VORALUX™ HL-431 disponible en The DOW CHEMICAL COMPANY.

El uno o más polioles ricos en OE ((b)(ii)) comprenden al menos 24% en peso, 29% en peso, 30% en peso, 40% en peso, o 45% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en OE ((b)(ii)) comprenden hasta 30% en peso, 35% en peso, 40% en peso, 45% en peso, o 50% en peso. El uno o más polioles

ricos en OE ((b)(ii)) pueden comprender de 30% en peso a 45% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b).

5 El uno o más polioles ricos en OE ((b)(ii)) tienen un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 2.800. La cantidad mínima de poliol rico en OE para utilizar en la formulación varía desde 24% en peso para pesos equivalentes inferiores a 500, a 29% en peso para pesos equivalentes superiores a 1.000. Para pesos equivalentes de 500 a 1.000, la cantidad puede calcularse utilizando la fórmula: Cantidad de polioles ricos en OE en porcentaje en peso = $[0,0041 \times (\text{pesos equivalentes medios numéricos combinados}) + 22,6]$.

10 El uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) puede ser un poliol de bajo peso equivalente con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500. El uno o más polioles ricos en EO ((b)(i)) puede ser un poliol de alto peso equivalente con un peso equivalente medio numérico combinado de 1.000 a 2.800. En otra realización, el uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) pueden tener un peso equivalente de más de 500 a menos de 1.000, o una mezcla de polioles que proporcionan un peso equivalente medio de más de 500 a menos de 1.000. El uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) pueden tener una funcionalidad entre 2,8 y 8. El uno o más polioles ricos en EO de bajo peso equivalente ((b)(ii)) pueden tener una funcionalidad entre 2,8 y 6. El uno o más polioles ricos en EO de alto peso equivalente ((b)(ii)) pueden tener una funcionalidad entre 5,5 y 7. El uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) tienen un contenido de polioxietileno de al menos 70% en peso, 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso de la masa total de uno o más polioles ricos en OE. El uno o más polioles ricos en OE ((b)(ii)) pueden tener un contenido de polioxietileno de hasta 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso, o 100% en peso de la masa total de uno o más polioles ricos en OE. El uno o más polioles ricos en OE ((b)(ii)) pueden tener un contenido de polioxipropileno de al menos 5% en peso, 10% en peso, 15% en peso, 20% en peso, o 25% en peso, de la masa total de uno o más polioles ricos en OE. El uno o más polioles ricos en OE ((b)(i)(B)) pueden tener un contenido de polioxipropileno de hasta 10% en peso, 15% en peso, 20% en peso, 25% en peso, o 30% en peso, de la masa total de uno o más polioles ricos en OE.

25 El uno o más poliéteres ricos en OB ((b)(iii)) comprenden al menos 2% en peso, 3% en peso, 5% en peso, o 8% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más poliéteres ricos en OB ((b)(iii)) comprenden hasta 3% en peso, 5% en peso, 8% en peso, o hasta 10% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más polioles ricos en óxido de butileno (OB) comprenden de 2% a 10% en peso o pueden comprender de aproximadamente 3% a 10% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b).

30 El uno o más polioles ricos en OB ((b)(iii)) tienen un peso equivalente medio numérico combinado de 2.000 o superior. El uno o más polioles ricos en OB ((b)(iii)) tienen un peso equivalente medio numérico combinado de 3.000 o superior. El uno o más poliéteres ricos en OB ((b)(iii)) pueden tener un peso equivalente medio numérico combinado de 4.000 o superior. El uno o más poliéteres ricos en OB ((b)(iii)) pueden tener una funcionalidad de 1 a 3. El uno o más poliéteres ricos en OB ((b)(iii)) tienen un contenido de polioxibutileno de al menos 70% en peso, 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, o 95% en peso de la masa total de uno o más poliéteres ricos en OB. El uno o más poliéteres ricos en OB ((b)(iii)) pueden tener un contenido de polioxibutileno de hasta 75% en peso, 80% en peso, 85% en peso, 90% en peso, 95% en peso, o 100% en peso, de la masa total de uno o más poliéteres ricos en OB. En ciertas realizaciones, el poliéter rico en OB puede enriquecerse con hidroxilos primarios con terminación OE. También, se entiende que las realizaciones descritas en la presente memoria no se limitan a poliéteres ricos en OB monofuncionales.

40 En ciertas realizaciones, el uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden comprender al menos 10% en peso, 15% en peso, 20% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden comprender al menos 15% en peso, 20% en peso, 21% en peso o hasta 25% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b). El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden comprender de 10% a 25% en peso o de aproximadamente 15% a 21% en peso del componente total reactivo frente a isocianato (b).

50 El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden tener un peso equivalente de 300 a 800. El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden tener un peso equivalente de 400 a 600. El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden tener una funcionalidad entre 1 y 2. El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden tener un contenido de polioxietileno de 30 a 70% de la masa total del copolímero. El uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) pueden tener un contenido de polioxietileno de 40 a 60% de la masa total del copolímero. En ciertas realizaciones, el uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) se selecciona de copolímeros de bloque aleatorios (RBC) y de copolímeros de bloque. En ciertas realizaciones, el uno o más monoles de óxido de propileno-co-óxido de etileno ((b)(iv)) contienen cantidades iguales en peso de grupos de oxietileno y de oxipropileno.

55 El sistema de reacción comprende (c) agua. El contenido de agua puede ser de 1% a 5% en peso del sistema de reacción. El contenido de agua puede ser de 1% a 2% en peso del sistema de reacción.

El sistema de reacción comprende (d) uno o más catalizadores. Dichos catalizadores se usan típicamente en cantidades pequeñas, empleándose cada catalizador, por ejemplo, en cantidades de aproximadamente 0,0015 a

aproximadamente 5% en peso del sistema reactivo total. La cantidad depende del catalizador o mezcla de catalizadores, el equilibrio deseado entre las reacciones de gelificación y de soplado para un equipo específico, la reactividad de los poliolo e isocianato, así como otros factores que resultan familiares a los expertos en la técnica.

5 Una amplia variedad de materiales son conocidos por catalizar reacciones formadoras de poliuretano, que incluyen aminas terciarias; fosfinas terciarias, tales como trialquilfosfinas y dialquilbencilfosfinas; quelatos de diversos metales, tales como los que se pueden obtener a partir de acetilacetona, benzoilacetona, trifluoroacetilacetona, acetoacetato de etilo y similares, con metales tales como Be, Mg, Zn, Cd, Pd, Ti, Zr, Sn, As, Bi, Cr, Mo, Mn, Fe, Co y Ni; sales metálicas ácidas de ácidos fuertes, tales como cloruro férrico, cloruro estánnico, cloruro estannoso, tricloruro de antimonio, nitrato de bismuto y cloruro de bismuto; bases fuertes tales como hidróxidos, alcóxidos y fenóxidos de metales alcalinos y alcalinotérreos, diversos alcoholatos y fenolatos de metales, tales como $Ti(OR)_4$, $Sn(OR)_4$ y $Al(OR)_3$, en donde R es alquilo o arilo, y los productos de reacción de alcoholatos con los ácidos carboxílicos, beta-dicetonas y 2-(N,N-dialquilamino)alcoholes; sales de carboxilato de metal alcalinotérreo, Bi, Pb, Sn o Al; y compuestos de estaño tetravalente, y compuestos de bismuto, antimonio o arsénico tri- o pentavalente. Los catalizadores preferidos incluyen los catalizadores de amina terciaria y de organoestaño. Ejemplos de catalizadores de amina terciaria incluyen: trimetilamina, trietilamina, N-metilmorfolina, N-etilmorfolina, N,N-dimetilbencilamina, N,N-dimetiletanolamina, N,N-dimetilaminoetilo, N,N,N',N'-tetrametilbutano-1,4-diamina, N,N-dimetilpiperamina, 1,4-diazobicyclo-2,2,2-octano, bis(dimetilaminoetil) éter, trietilenodiamina y dimetilalquilaminas en las que el grupo alquilo contiene 4 a 18 átomos de carbono. Frecuentemente se usan mezclas de estos catalizadores de amina terciaria.

20 Ejemplos de catalizadores de amina comercialmente disponibles incluyen NIAX™ A1 y NIAX™ A99 (bis(dimetilaminoetil)éter en propilenglicol disponible en Momentive Performance Materials), NIAX™ B9 (N,N-dimetilpiperazina y N,N-dimetilhexadecilamina en un polióxido de alquilenol poliol, disponible en Momentive Performance Materials), DABCO® 8264 (una mezcla de bis(dimetilaminoetil)éter, trietilenodiamina y dimetilhidroxietil amina en dipropilenglicol, disponible en Air Products and Chemicals), DABCO® BL-11 (una mezcla de bis(N,N-dimetilaminoetil) éter en dipropilenglicol, disponible en Air Products and Chemicals) y DABCO 33LV® (trietilenodiamina en dipropilenglicol, disponible en Air Products and Chemicals), NIAX™ A-400 (una sal carboxílica/amina terciaria registrada y bis (2-dimetilaminoetil)éter en agua y un compuesto registrado de hidroxilo, disponible en Momentive Performance Materials); NiAX™ A-300 (una sal carboxílica/amina terciaria, registrada, y trietilenodiamina en agua, disponible en Momentive Performance Materials); POLYCAT® 58 (un catalizador de amina registrado disponible en Air Products and Chemicals), POLYCAT® 5 (pentametildietilentriamina, disponible en Air Products and Chemicals) y POLYCAT® 8 (N,N-dimetilciclohexilamina, disponible en Air Products and Chemicals).

35 Ejemplos de catalizadores de organoestaño son cloruro estánnico, cloruro estannoso, octoato estannoso, oleato estannoso, dilaurato de dimetilestaño, dilaurato de dibutilestaño, otros compuestos de organoestaño de la fórmula $SnR_n(OR)_{4-n}$, donde R es alquilo o arilo y n es 0-2, y similares. Generalmente los catalizadores de organoestaño se usan junto con uno o más catalizadores de amina terciaria, si se usan todos ellos. Los catalizadores de organoestaño disponibles comercialmente de interés incluyen KOSMOS® 29 (octoato estannoso de Evonik AG), catalizadores DABCO® T-9 y T-95 (ambas composiciones de octoato estannoso disponibles en Products and Chemicals).

40 En ciertas realizaciones, el sistema de reacción comprende además (e) uno o más tensioactivos para ayudar a estabilizar la espuma a medida que se expande y se cura. Los tensioactivos se usan típicamente en cantidades pequeñas, empleándose cada catalizador, por ejemplo, en cantidades de aproximadamente 0,0015 a aproximadamente 5% en peso del sistema reactivo total. En cierta realización, el tensioactivo puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,1% a aproximadamente 1% en peso del sistema reactivo total. La cantidad depende de los tensioactivos, o mezclas de tensioactivos, así como de otros factores que resultarán familiares a los expertos en la técnica.

45 Ejemplos de tensioactivos incluyen tensioactivos no-iónicos y agentes humectantes, tales como los preparados por la adición secuencial de óxido de propileno y luego de óxido de etileno a propilenglicol, organosiliconas sólidas o líquidas, y éteres de polietilenglicol de alcoholes de cadena larga. También, pueden utilizarse los tensioactivos iónicos, tales como las sales de amina terciaria o alcanolamina de ésteres sulfato de ácidos alquílicos de cadena larga, ésteres alquil sulfónicos y ácidos alquil arilsulfónicos. Se prefieren los tensioactivos preparados mediante adición secuencial de óxido de propileno y posteriormente de óxido de etileno a propilenglicol, como son los las organosiliconas sólidas o líquidas. Ejemplos de tensioactivos de organosilicona útiles disponibles comercialmente incluyen copolímeros de polisiloxano/poliéter disponibles comercialmente tales como TEGOSTAB® (marca comercial de Evonik AG) B-8462, B-8404 y B-8871, y tensioactivos DC-198 y DC-5043, disponibles en Dow Corning, y tensioactivos NIAX™ L-618 y NIAX™ L-627 disponibles en Momentive Performance Materials.

55 En una realización adicional, para mejorar el procesamiento y permitir el uso de índices de isocianato más elevados, se pueden añadir aditivos tales como los descritos en el documento publicado WO 20008/021034 a la mezcla de reacción. Tales aditivos incluyen 1) sales de metal alcalino o de metal de transición de ácidos carboxílicos; 2) compuestos de 1,3,5-tris alquil- o 1,3,5-tris (N,N-dialquil amino alquil)- hexahidro-s- triazina; y 3) sales carboxilato de compuestos de amonio cuaternario. Cuando se utilizan, dichos aditivos son generalmente utilizados en una cantidad

de aproximadamente 0,01 a 1 parte por 100 del polioli total. El aditivo componente e) se disuelve generalmente en al menos un otro componente de la mezcla de reacción. Por lo general, no se prefiere disolverlo en el poliisocianato.

Se pueden incluir diversos componentes adicionales en la formulación de espuma viscoelástica. Estos incluyen, por ejemplo, extensores de cadena, reticuladores, materiales de carga, plastificantes, supresores de humo, fragancias, refuerzos, tintes, colorantes, pigmentos, conservantes, enmascaradores de olor, agentes de soplado físicos, agentes de soplado químicos, retardantes de llamas, agentes desmoldantes internos, biocidas, antioxidantes, estabilizantes frente a rayos UV, agentes antiestáticos, promotores de adhesión, abridores de celda, y combinación de estos componentes.

La composición espumable puede contener un extendedor de cadena o reticulador. Cuando se utilizan estos materiales, se utilizan típicamente en pequeñas cantidades tales como hasta 10 partes, especialmente hasta 2 partes en peso, por 100 partes en peso del sistema reactivo total. Un extendedor de cadena es un material que tiene dos grupos reactivos frente a isocianato por molécula, mientras que un agente reticulante contiene de media más de dos grupos reactivos frente a isocianato por molécula. En cualquier caso, el peso equivalente por grupo reactivo frente a isocianato puede variar de aproximadamente 30 a menos de 100, y es generalmente de 30 a 75. Los grupos reactivos frente a isocianato son preferiblemente alcohol alifático, grupos de amina primaria y de amina secundaria, siendo particularmente preferidos los grupos alcohol alifático. Los ejemplos de extensores de cadena y reticuladores incluyen alquilenglicoles tales como etilenglicol, 1,2- o 1,3-propilenglicol, 1,4-butanodiol, 1,6-hexanodiol, y similares; éteres de glicol, tal como dietilenglicol.

Uno o más materiales de carga pueden estar presentes en la formulación de espuma viscoelástica. Un material de carga puede ayudar a modificar las propiedades reológicas de la composición de forma beneficiosa, reducir costes e impartir propiedades físicas beneficiosas a la espuma. Los materiales de carga adecuados incluyen materiales orgánicos e inorgánicos particulados que son estables y que no se funden a las temperaturas presentes durante la reacción de formación del poliuretano. Ejemplos de materiales de carga adecuados incluyen caolín, montmorillonita, carbonato de calcio, mica, wollastonita, talco, termoplásticos de alto punto de fusión, vidrio, ceniza volante, negro de carbono, dióxido de titanio, óxido de hierro, óxido de cromo, tintes azo/diazo, ftalocianinas, dioxazinas y similares. El material de carga puede impartir propiedades tixotrópicas a la composición de poliuretano espumable. La sílice ahumada es un ejemplo de dicho material de carga.

Cuando se utilizan, los materiales de carga constituyen ventajosamente de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 30%, especialmente de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 10%, en peso del sistema de reacción.

Las partículas reactivas también pueden incluirse en el sistema de reacción para modificar las propiedades de la espuma viscoelástica. Dichos sistemas de reacción incluyen polioles copolímeros, tales como los que contienen estireno y acrilonitrilo (SAN), polioles de dispersión polyharnstoff (PHD) y producto de la poliadición de poliisocianato (PIPA), por ejemplo como se enseña en *Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes*, Rapra Technology Limited (2005) pp 185-227.

Aunque por regla general no se utiliza agente de soplado (distinto a agua) en la composición de poliuretano espumable, está dentro del alcance de las realizaciones descritas en la presente memoria el incluir un agente de soplado físico o químico adicional. Entre los agente de soplado físico están CO₂ líquido, CO₂ supercrítico y diversos hidrocarburos, fluorocarburos, hidrofluorocarburos, clorocarburos (tales como cloruro de metileno), clorofluorocarburos e hidroclorofluorocarburos. Los agentes de soplado químicos son materiales que se descomponen o reaccionan (salvo con grupos isocianato) a temperaturas elevadas para producir dióxido de carbono y/o nitrógeno.

La espuma de VE puede prepararse por un procedimiento denominado de bloques de espuma, o por diversos procedimientos de moldeo. En un procedimiento de bloques de espuma, los componentes se mezclan y se vierten en una artesa u otra región donde la formulación reacciona, se expande libremente en al menos una dirección, y se cura. Los procedimientos de bloques de espumas en general se realizan de manera continua a escala comercial.

En un procedimiento de bloques de espuma, los diversos componentes se introducen de forma individual o en diversas subcombinaciones en un cabezal de mezcla, en donde se mezclan y dosifican. Las temperaturas de los componentes están generalmente en el intervalo de 15 a 35°C antes de mezclar. La mezcla dispensada típicamente se expande y se cura sin calor aplicado. En el procedimiento de bloques de espuma, la mezcla reaccionante se expande libremente o bajo una mínima restricción (tal como la que se puede aplicar debido al peso de una lámina o película de cubierta).

También, es posible producir la espuma viscoelástica por un procedimiento de moldeo, introduciendo la mezcla de reacción en un molde cerrado donde se expande y se cura. Con frecuencia, el molde propiamente dicho se precalienta a una temperatura superior a las condiciones de ambiente. Dicho precalentamiento del molde puede llevar a una duración de ciclo más corta.

Las espumas viscoelásticas preparadas según las realizaciones descritas en la presente memoria son útiles en diversas aplicaciones de embalaje, asientos y otras aplicaciones de acolchado, que incluyen cubrecolchones, cojines, embalaje, almohadillas de parachoques, equipos deportivos y médicos, revestimientos de cascos, asientos para pilotos, tapones para los oídos, y diversas otras aplicaciones para la amortiguación del ruido y la vibración. Las aplicaciones de amortiguación del ruido y la vibración son de particular importancia para la industria del transporte, tal como en aplicaciones para el sector automotriz.

Se proporcionan los siguientes ejemplos para ilustrar las realizaciones de la invención, pero no se pretende que limiten su alcance. A menos que se indique lo contrario, todas las partes y porcentajes son en peso.

Una descripción de los materiales de partida usados en los ejemplos es como sigue.

10 El Polioliol A es un polioliol basado en óxido de propileno (PO), trifuncional iniciado con glicerina, con un peso equivalente de 336 con un número de hidroxilo de 167, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company bajo el nombre comercial VORANOL® 3150.

15 El Polioliol B es un polioliol (8% en peso de OE) de alimentación mixta de polioxietileno y polioxipropileno trifuncional iniciado con glicerina, con un peso equivalente de aproximadamente 994 con un número de hidroxilo de 56, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company bajo el nombre comercial polioliol VORANOL® 3010.

El Polioliol C es un copolímero aleatorio 6.9 funcional iniciado con sacarosa/glicerina de óxido de etileno y óxido de propileno, teniendo más de 70% del óxido de etileno un peso equivalente de aproximadamente 1.800 con un número de hidroxilo de 31, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company bajo el nombre comercial polioliol VORANOL® 4053.

20 El Polioliol D es un poliéter polioliol de óxido de propileno, trifuncional iniciado con glicerina, con un peso equivalente de 236 con un número de hidroxilo de 238, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company bajo el nombre comercial polioliol VORANOL® 2070.

El Polioliol E es un polioliol basado en OE trifuncional iniciado con glicerina con un peso equivalente de 338.

25 El Polioliol F es un monoliol de polióxido de propileno - co - óxido de etileno con un peso equivalente de aproximadamente 520, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company bajo el nombre comercial UCON™ 50-HB-100.

EL Monoliol A es un monoliol basado en óxido de butileno (OB) monofuncional iniciado con butanol, con un peso equivalente de 4.400.

30 EL Monoliol B es un monoliol basado en OB monofuncional iniciado con butanol, terminado con 11% de óxido de etileno y con un peso equivalente de 4.400.

El tensioactivo A es un tensioactivo de silicona utilizado para fabricar espumas MDI viscoelásticas, compuestas de polisiloxano-polialquileño, disponible comercialmente en Momentive Performance Materials como tensioactivo NIAx™ L-618.

35 El Catalizador A es una mezcla 70/30 de bis (N,N dimetilaminoetil) éter en dipropilenglicol, suministrado como catalizador DABCO® BL-11 disponible comercialmente en Air Products and Chemicals, Inc.

El Catalizador B es una mezcla 33/67 de trietilendiamina en dipropilenglicol, disponible comercialmente en Air Products and Chemicals como DABCO 33LV®.

El Catalizador C es un catalizador de octoato estannoso, disponible comercialmente en Air Products and Chemicals como DABCO™ T-9.

40 El Isocianato A es una mezcla 80/20 de diisocianato de 2,4- and 2,6-tolueno, disponible comercialmente como VORANATE™ T-80 en THE DOW CHEMICAL COMPANY.

El Isocianato B es un MDI polimérico con una funcionalidad aproximada de 2,3, disponible comercialmente como PAPI™ 94 en THE DOW CHEMICAL COMPANY.

45 El Isocianato C es un MDI polimérico con una funcionalidad aproximada de 2,2, disponible comercialmente como PAPI™ PB-219 en THE DOW CHEMICAL COMPANY.

MÉTODOS DE ENSAYO

A menos que se especifique otra cosa, las propiedades de la espuma se miden por ASTM D3574.

Las muestras en este estudio se prepararon a través de espumación de caja utilizando una caja de madera de 38 cm x 38 cm x 24 cm revestida con una capa de película plástica transparente. Se utilizó un mezclador de alta cizalla de

16 pernos (cada 4 pernos en cuatro direcciones radiales) a alta velocidad de rotación. El cabezal del mezclador de pernos fue diseñado para que los extremos de los pernos estén separados en 1 cm de las paredes del vaso mezclador cilíndrico de 3,79 litros (1 galón). Los componentes del polioliol se pesaron directamente en el vaso mezclador cilíndrico de 3,79 litros. Otros aditivos se pesaron en una jeringa graduada y, excepto el catalizador de estaño, se añadieron al vaso mezclador cilíndrico de 3,79 litros. Los componentes de isocianato se pesaron en un vaso de precipitados de 3 bocas sin posterior agitación. Los componentes en la formulación, con la excepción del catalizador de estaño e isocianato, se mezclaron primero durante 15 segundos a 2.400 rpm. A continuación, se añadió el catalizador de octoato estannoso e inmediatamente se mezcló durante otros 15 segundos (2.400 rpm). Por último, se añadió el isocianato a la mezcla e inmediatamente se mezcló durante otros 3 segundos (3.000 rpm). La mezcla entera se vertió en una caja forrada con la película plástica. El tiempo de expansión se midió desde el momento que empieza la etapa de mezclado final (la etapa con la adición de isocianato). Una vez que se completó la espumación, se dejó curar la espuma posteriormente durante una semana. Se desecharon las paredes de la muestra de espuma y se caracterizaron las muestras remanentes para análisis mecánico y químico. Las formulaciones utilizadas para producir espumas de poliuretano se proporcionan en la Tabla 1, Tabla 3, y Tabla 4.

Las muestras se caracterizaron según ASTM D 3574. Las propiedades mecánicas de las espumas producidas se proporcionan en la Tabla 1, Tabla 3, y Tabla 4.

La Tabla 1, describe las formulaciones exploradas para dos series de muestras, Serie A (A00, A05, A10) y Serie B (B00, B05, B10) y la Tabla 2 muestra las propiedades mecánicas observadas para dichas formulaciones. Los resultados mostrados en la Tabla 2, demuestran que el uso de óxido de butileno en cantidades suficientes mejora la deformación remanente por compresión de la espuma producida. Los ejemplos comparativos son etiquetados como A00 y B00, ninguno de los cuales contiene monol basado en óxido de butileno (Monol A o Monol B). A05 es también un ejemplo comparativo. Las formulaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria son etiquetadas como A10, B05, y B10. Puesto que las formulaciones de la Serie A no mantuvieron las relaciones relativas de los polioles constantes, se sometió a ensayo otra serie, la Serie B. Como se muestra en la Tabla 1, para la Serie B, Polioliol A y Polioliol B están presentes en una relación en masa de aproximadamente 45 a 9 y el Polioliol C se fijó en aproximadamente 36 partes por cien partes del polioliol total. En la Tabla 2, se observa una mejora para la propiedad de deformación remanente por compresión al 90% para A10, B05, y B10.

Tabla 1. Formulaciones.

Componentes	A00	A05	A10	B00	B05	B10
Polioliol A	50	55	45	53,3	49,2	45
Polioliol B	9	12	9	10,7	9,8	9
Polioliol C	41	28	36	36	36	36
Monol A	0	5	10	0	5	10
Agua	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Tensioactivo A	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Catalizador A	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Catalizador B	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Catalizador C	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Total	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7
Isocianato A	2,6	2,7	2,5	2,7	2,6	2,5
Isocianato B	5,7	36,9	4,3	36,5	35,4	34,2
Masa total	141,0	142,2	139,5	141,9	140,7	139,5

Componentes	A00	A05	A10	B00	B05	B10
Índice de isocianato	80	80	80	80	80	80

Tabla 2. Propiedades.

Propiedades	A00	A05	A10	B00	B05	B10
Densidad (kg/m ³)	48	46	50	48	52	52
CFD 25% (kPa)	0,72	0,29	0,73	0,80	0,82	0,77
CFD 65% (kPa)	1,67	0,82	0,515 (1,69)	1,76	1,80	1,70
CFD 75% (kPa)	2,87	1,51	2,90	2,99	3,03	2,88
Factor de apoyo	2,30	2,86	2,32	2,21	2,20	2,21
Resiliencia (%)	16	8	15	15	15	16
Flujo de aire (l/seg)	3,1	3,1	3,5	2,6	2,6	3,6
Resistencia al desgarramiento (N/m)	119	126	124	126	119	124
Ten. Str.(kPa)	38	29	41	44	39	39
% de Alargamiento	105	115	94	99	83	78
75% CS (%)	2	68	2	2	2	3
90% CS (%)	84	87	2	67	3	4

5 La Tabla 3, muestra las formulaciones y los resultados de la deformación remanente por compresión a 90% para los ejemplos n.^{os} 1-12. Los ejemplos comparativos que no contienen un monol de óxido de butileno (Monol A o Monol B) son etiquetados como n.^o 1, n.^o 8, y n.^o 10. La Tabla 3 muestra las formulaciones que utilizan Polioliol C (el polioliol "abridor de celda" de alto PE) como el polioliol rico en OE. La Tabla 4, muestra las formulaciones y los resultados de la deformación remanente por compresión a 90% para los ejemplos n.^{os} 13-20. Los ejemplos comparativos que no contienen un monol de óxido de butileno son etiquetados como n.^o 13, n.^o 14, y n.^o 16. La Tabla 4, muestra las formulaciones que utilizan Polioliol E (el triol de OE de bajo peso equivalente).

10 Los resultados de la Tabla 3, demuestran que se puede obtener una razonable deformación remanente por compresión a 90% (15% o menos) para un polioliol rico en OE de alto peso equivalente (PE=1.795) en cantidades de 29 partes por cien partes del polioliol total (pphp) a 50 pphp, y un poliéter monol rico en OB de 2 pphp y superior. Más preferido es el intervalo donde el polioliol rico en OE está presente en una cantidad de aproximadamente 32 pphp a aproximadamente 40 pphp y el monol rico en OB está presente en una cantidad de 2 pphp y superior.

15 Los resultados de la Tabla 4, demuestran que se puede obtener una razonable deformación remanente por compresión a 90% para un polioliol rico en OE de bajo peso equivalente (PE=338) en cantidades de 20 pphp y superiores y un poliéter monol rico en OB en una cantidad de 0,5 pphp y superior. Más preferido, es el intervalo donde el polioliol rico en OE está presente en una cantidad de 28 pphp y superior y un monol rico en OB en una cantidad de 2 pphp y superior.

20

ES 2 534 299 T3

Tabla 3. Formulaciones y propiedades.

Componentes	nº 1	nº 2	nº 3	nº4	nº5	nº6	nº7	nº8	nº9	nº10	nº11	nº12
Poliol A	50	55	45	53	49,3	45	49,17	53,33		60	55,71	51,43
Poliol B	9	12	9	12	10,7	9	9,83	10,67	9,6	10	9,29	8,57
Poliol C	41	28	36	25	37,5	36	36	36	36	30	30	30
Monol A	0	5	10	10	2,5	10	5	0	1	0	5	10
Poliol D									32,4			
Poliol F									21			
Agua	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Tensioactivo A	0,6	0,6	1,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Catalizador A	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Catalizador B	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Catalizador C	0,016	0,016	0	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Total lado poliol	102,72	102,72	103,60	102,72	102,72	102,72	102,72	102,72	102,72	102,72	102,72	102,72
Índice nominal	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Isocianato A	2,60	2,68	2,49	2,64	2,59	2,49	2,58	2,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Isocianato B	35,71	36,85	34,26	36,24	35,53	34,24	35,39	36,54	42,53			
Isocianato C										36,33	36,33	36,33
Masa total	141,03	142,25	140,35	141,60	140,84	139,45	140,68	141,91	145,24	139,05	139,05	139,05
Deformación remanente por compresión a 90%	84	87	2	86	2	4	3	67	3	11	11	89

Tabla 4. Formulaciones y propiedades.

Componentes	nº13	nº14	nº15	nº16	nº17	nº18	nº19	nº20
Poliol B	14,1	14,1	10	13	11,1	11,1	9,1	9,1
Monol B	0	0	3	0	3	3	10	10
Poliol D	45,9	45,9	47	45	36,9	36,9	33,9	33,9

ES 2 534 299 T3

Componentes	n°13	n°14	n°15	n°16	n°17	n°18	n°19	n°20
Poliol E	25	25	25	25	28	28	28	28
Poliol F	15	15	15	17	21	21	19	19
Agua	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
Tensioactivo A	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Catalizador A	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Catalizador B	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Catalizador C	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03
Total lado poliol	102,73	102,73	102,73	102,73	102,75	102,73	102,73	102,73
Índice nominal	81	85	80	80	80	85	85	90
Isocianato A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Isocianato C	53,42	56,06	52,91	52,66	50,68	53,84	51,97	55,03
Masa total	156,15	158,79	155,64	155,39	153,43	156,57	154,70	157,76
Deformación remanente por compresión a 90%	71	70	1	2	2	1	1	1

Mientras que lo anterior se dirige a realizaciones de la invención, se pueden contemplar otras realizaciones adicionales de la invención, sin apartarse del alcance básico de la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de reacción para la preparación de una espuma de poliuretano viscoelástica, que comprende:
- (a) un componente de poliisocianato;
 - (b) un componente reactivo frente a isocianato, que comprende:
 - 5 (i) de 35 a 74% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en OP) con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 y un contenido de polioxipropileno de al menos 70% por ciento de la masa total de uno o más polioles ricos en OP;
 - 10 (ii) de 24 a 50% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de etileno (ricos en OE) con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 2.800 y un contenido de polioxietileno de al menos 70% por ciento de la masa total de uno o más polioles ricos en OE; y
 - 15 (iii) de 2 a 10% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (ricos en OB) con un peso equivalente medio numérico combinado de 2.000 o más, y un contenido de polioxibutileno de al menos 70% en peso de la masa de uno o más poliéteres ricos en OB, en donde la cantidad mínima de poliol rico en OE para usar en la formulación varía desde 24% en peso para pesos equivalentes inferiores a 500, a 29% en peso para pesos equivalentes superiores a 1.000;
 - (c) agua; y
 - (d) un componente catalizador.
- 20 2. El sistema de reacción según la reivindicación 1, en donde el uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (OB) pueden tener un peso equivalente medio numérico combinado de 4.000 o superior, y el uno o más de los polioles ricos en OP comprenden menos de 65% del componente reactivo frente a isocianato.
- 25 3. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 2, en donde una cantidad mínima de uno o más polioles ricos en OE en porcentaje en peso del componente reactivo frente a isocianato para pesos equivalentes de 500 a 1.000, se calcula por 22,6 más 0,0041 veces la media numérica combinada de los pesos equivalentes de uno o más polioles rico en OE.
- 30 4. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 3, en donde el uno o más polioles ricos en OP, comprenden:
- (b)(i)(A) de 30 a 60% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en OP con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500; y
 - (b)(i)(B) de 5 a 20% en peso del componente reactivo frente a isocianato de uno o más polioles ricos en OP con un peso equivalente medio numérico combinado de 800 a 2.000;
- 35 5. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 4, en donde el uno o más polioles ricos en OE tienen un peso equivalente medio numérico combinado de 1.500 a 2.000 y comprenden de 29 a 50% en peso del componente reactivo frente a isocianato.
- 40 6. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 4, en donde el uno o más polioles ricos en OE comprenden un poliol rico en OE de bajo peso equivalente con un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500.
7. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 4, en donde el uno o más polioles ricos en OE tienen un peso equivalente medio numérico combinado de 1.000 a 2.800, una funcionalidad de 2,8 a 8, y comprenden de 30% a 50% en peso del componente reactivo frente a isocianato.
8. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 4, en donde el uno o más polioles ricos en OE tienen un peso equivalente medio numérico combinado superior a 500 e inferior a 1.000.
9. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además:
- (e) un tensioactivo de organosilicona.
- 45 10. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además:
- (iv) de 10 a 25% en peso del componente reactivo frente a isocianato de un monol de polióxido de propileno - co - óxido de etileno, en donde el uno o más monoles de óxido de etileno y óxido de propileno tienen una funcionalidad entre 1 y 2 y un peso equivalente medio numérico combinado de 400 a 600.

11. El sistema de reacción según la reivindicación 10, en donde el uno o más monoles de óxido de etileno y óxido de propileno tienen una concentración de óxido de etileno que está entre 40 y 60% en peso de la masa total del monol.
- 5 12. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 11, en donde el uno o más polioles rico en OP tienen un contenido de polioxipropileno igual o superior a 70% de la masa total de los polioles ricos en OP y el uno o más polioles ricos OE tienen un contenido de polioxietileno igual o superior a 70% de la masa total de los polioles ricos en OE.
13. El sistema de reacción según las reivindicaciones 1 a 12, en donde el componente de poliisocianato (a), comprende:
- 10 (i) de 0 a 10% de un diisocianato de tolueno (TDI) basado en poliisocianato orgánico; y
- (ii) de 90 a 100% de un componente basado en diisocianato de difenil metileno (MDI).
14. Un método para preparar una espuma viscoelástica, que comprende:
- formar componentes de reacción, que comprenden:
- un poliisocianato orgánico;
- un componente reactivo frente a isocianato, que comprende:
- 15 uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en OP) con un contenido de polioxipropileno de al menos 70% por ciento de la masa total de uno o más polioles ricos en OP y un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 500 a una cantidad de 35 a 74% por ciento del componente reactivo frente a isocianato;
- 20 uno o más polioles ricos en óxido de etileno (ricos en OE) con un contenido de polioxietileno de al menos 70% por ciento de la masa total de uno o más polioles ricos en OE y un peso equivalente medio numérico combinado de 200 a 2.800 a una cantidad de 24 a 50% por ciento del componente reactivo frente a isocianato; y
- 25 uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (ricos en OB) con un contenido de polioxibutileno de al menos 70% en peso de la masa total de uno o más poliéteres ricos en OB y un peso medio equivalente numérico combinado de 2.000 o más, y a una cantidad de 2 a 10% en peso del componente reactivo frente a isocianato, en donde la cantidad mínima de polioliol rico en OE varía desde 24% en peso para pesos equivalentes inferiores a 500, hasta 29% en peso para pesos equivalentes superiores a 1.000;
- agua; y
- un componente catalizador; y
- 30 combinar los componentes de reacción en condiciones suficientes para formar la espuma de poliuretano viscoelástica.
15. El método según la reivindicación 14, en donde los componentes reactantes son según se describe en las reivindicaciones 2, 3, 4, 5, 10 y 13.