

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 737**

51 Int. Cl.:

C08G 18/32 (2006.01)

C08G 18/48 (2006.01)

C08G 101/00 (2006.01)

C08G 18/76 (2006.01)

C08G 18/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2011 PCT/US2011/049577**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO12050671**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2011 E 11757458 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2621985**

54 Título: **Proceso para fabricar espuma de poliuretano viscoelástica con deformación por compresión baja y circulación de aire alta**

30 Prioridad:

29.09.2010 US 387853 P

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

03.03.2020

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
MA, HONGMING**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 745 737 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

Proceso para fabricar espuma de poliuretano viscoelástica con deformación por compresión baja y circulación de aire alta

Antecedentes de la invención

5 Campo de la invención

Las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano. Mas particularmente, las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano que tienen propiedades viscoelásticas.

Descripción de la técnica relacionada

10 Las espumas de poliuretano se usan en una amplia variedad de aplicaciones, que van desde amortiguación (tal como en colchones, almohadas y almohadones de asiento) a envases para aislamiento térmico y para aplicaciones médicas. Los poliuretanos tienen la capacidad de adaptarse para aplicaciones particulares mediante la selección de las materias primas que se usan para formar el polímero.

15 Una clase de espuma de poliuretano se conoce como espuma con «memoria» o viscoelástica (VE). Las espumas viscoelásticas presentan una respuesta dependiente de la velocidad y retardada en el tiempo frente a una tensión aplicada. Tienen resiliencia baja y se recuperan lentamente cuando se comprimen. Estas propiedades a menudo se asocian con la temperatura de transición vítrea (Tg) del poliuretano. La viscoelasticidad se manifiesta, a menudo, cuando el polímero tiene una Tg de, o cerca de, la temperatura de uso, que es la temperatura ambiente para muchas aplicaciones.

20 Como la mayoría de las espumas de poliuretano, las espumas de poliuretano VE se preparan mediante la reacción de un componente de polioliol con un poliisocianato en presencia de un agente de soplado. Usualmente, el agente de soplado es agua o una mezcla de agua y otro material. Las formulaciones VE a menudo se caracterizan por la selección del componente de polioliol y la cantidad de agua en la formulación. El polioliol predominante usado en estas formulaciones tiene una funcionalidad de aproximadamente 3 grupos hidroxilo/molécula y un peso molecular en el intervalo de 400-1500. Este polioliol es principalmente el determinante principal de la Tg de la espuma de poliuretano, aunque otros factores tales como los niveles de agua y el índice de isocianato también cumplen una función importante.

25 Típicamente, las espumas de poliuretano viscoelásticas tienen propiedades de circulación de aire baja, generalmente, menos de aproximadamente 1,0 pies cúbicos estándar por minuto (scfm) (0,47 litros/segundo) en condiciones de temperatura ambiente (22 °C) y presión atmosférica (1 atm), por lo tanto, promueven la sudoración cuando se usan como espumas de confort (por ejemplo, para camas, asientos y otros amortiguadores). La circulación de aire baja también produce una transferencia de calor y humedad baja de la espuma que produce (1) un aumento de la temperatura de la espuma (cama) y (2) nivel de humedad. La consecuencia de una temperatura más alta es una resiliencia mayor y una característica viscoelástica menor. El calor y la humedad combinados dan como resultado una fatiga acelerada de la espuma. Además, si la circulación de aire de la espuma es suficientemente baja, las espumas pueden sufrir contracción durante la fabricación. Además, la mejora del factor de soporte de las espumas viscoelásticas es limitada a menos que las propiedades viscoelásticas se vean comprometidas.

30 El documento WO2010/009205 describe espumas de poliuretano viscoelásticas preparadas a partir de un polioliol, un poliisocianato, agua y un catalizador.

35 Sería conveniente lograr un valor de circulación de aire más alto que el que generalmente se logra en la actualidad, mientras se mantienen las propiedades viscoelásticas de la espuma. Además, sería conveniente tener espumas con una mejor circulación de aire, mientras se mantienen las propiedades tales como la deformación por compresión. En algunas aplicaciones, también es conveniente tener espumas que se sientan suaves al tacto.

Compendio de la invención

40 Las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano. Mas particularmente, las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano que tienen una circulación de aire alta mientras mantienen las 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 a isocianato, (c) agua y (d) un componente catalizador. El componente reactivo a isocianato (b) comprende

50 (i) de 45 a 65 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en PO, un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510, y una funcionalidad de 2,4 a 4,

(ii) de 20 a 30 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de etileno (ricos en EO) con un contenido de polioxietileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en EO,

un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500, y una funcionalidad de 2 a 4,

(iii) de 10 al 25 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno con peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800, y una concentración de óxido de etileno que se encuentra entre 40-60 % en peso de la masa total del monol; y

- 5 (iv) de 0,5 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de los uno o más polioles ricos en PO, una funcionalidad de 1 a 4 y un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000.

En otra realización, se proporciona un método para preparar una espuma viscoelástica. El método comprende formar componentes de reacción. Los componentes de reacción comprenden un componente de poliisocianato, un
10 componente reactivo a isocianato, agua y un componente catalizador. El componente reactivo a isocianato comprende uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en PO, un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510, y una funcionalidad de 2,4 a 4, y que comprende de 45 a 70 % en peso del componente reactivo a isocianato, uno o más polioles de óxido de etileno (ricos en EO) con un contenido de polioxietileno igual o mayor que
15 70 % de la masa total de los polioles ricos en OE, un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500, una funcionalidad de 2 a 4, y que comprende de 20 a 30 % en peso del componente reactivo a isocianato, uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno con un peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800 y una concentración de óxido de etileno entre 40-60 % en peso de la masa total del monol, uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno que comprenden de 10 a 25 % en peso del componente reactivo a isocianato,
20 y uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de los uno o más polioles ricos en PO, un funcionalidad de 1 a 4 y un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000 que comprende de 0,5 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato. Los componentes de reacción se combinan en condiciones suficientes para formar una espuma de poliuretano viscoelástica.

25 Según la invención, se puede proporcionar una espuma de poliuretano viscoelástica que tiene una circulación de aire de 1,2 litros/segundo a 3,5 litros/segundo y una deformación por compresión al 75 % de 2 % o menos.

Descripción detallada

Las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano. Mas particularmente, las realizaciones de la presente invención se refieren a espumas de poliuretano que tienen una circulación de aire alta mientras mantienen las propiedades viscoelásticas.
30

Como se emplea en esta memoria, se pretende que la expresión «espuma viscoelástica» designe las espumas que tienen una resiliencia menor que 25 %, tal como se mide según la Prueba H de ASTM D3574. Preferiblemente, la espuma tendrá una resiliencia menor que 20 %. En ciertas realizaciones, la espuma tendrá una resiliencia menor que 15 % o incluso menor que 10 %.

35 Como se emplea en esta memoria, la expresión «circulación de aire» se refiere al volumen de aire que pasa a través de una sección cuadrada de espuma de 2 pulgadas x 2 pulgadas (5,08 cm) y 1,0 pulgada (2,54 cm) de ancho 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. TexTest AG de Zúrich, Suiza, fabrica una unidad comercial representativa para medir la circulación de aire, y se identifica como TexTest Fx3300. Esta medida sigue la Prueba G
40 de ASTM D 3574.

Como se emplea en esta memoria, los pesos equivalentes promedio en número se combinan de la siguiente manera: $\text{Peso equivalente promedio en número combinado} = (\text{gramos de A} + \text{gramos de B}) / [(\text{gramos de A} / \text{peso equivalente de A}) + (\text{gramos de B} / \text{peso equivalente de B})]$.

45 Como se emplea en esta memoria, la expresión «deformación por compresión al 75 %» significa prueba de deformación por compresión medida al nivel de deformación por compresión de 75 % y paralela a la dirección de subida en la espuma. Esta prueba se emplea en esta memoria para correlacionar la pérdida en el servicio del espesor de amortiguación y los cambios en la dureza de la espuma. La deformación por compresión se determina según los procedimientos de la Prueba D de ASTM D 3574, y se mide como porcentaje del espesor original de la muestra. Del mismo modo, «deformación por compresión al 90 %» se refiere a la misma medida que anteriormente (deformación por compresión), pero esta vez medida al 90 % del nivel de deformación por compresión de la muestra, paralela a la
50 dirección de subida en la espuma.

Como se emplea en esta memoria, el término «CFD 25%» se refiere a una medición de la desviación de la fuerza de compresión en la que una espuma de 4x4 pulgadas en la dirección lateral y 2 pulgadas de espesor (10,16 x 10,16 x 5,08 cm) se comprime hacia abajo en el eje de espesor a una tensión de compresión de 25 %, y se mantiene durante un minuto antes de que se determine la medición de la desviación de la fuerza de compresión, es decir, la espuma se comprime hasta 75 % de su espesor original, según los procedimientos de la Prueba C de ASTM D 3574, y se mide en libras de fuerza (lbf) o en newtons (N). «CFD 65 %» y «CFD 75 %» corresponden de manera similar a una
55

compresión hasta 35 % y 25 % del espesor de espuma original, respectivamente.

5 Como se emplea en esta memoria, la expresión «tiempo de recuperación de VE» o «tiempo de recuperación» se mide al liberar/regresar el cabezal de carga de compresión desde la posición de VE 75 % (compresión de la espuma hasta 25 % del espesor original de la espuma) hasta la posición donde la compresión de la espuma es de hasta 90 % del espesor original de la espuma. El tiempo de recuperación se define como el tiempo desde la liberación/regreso del cabezal de carga de compresión hasta el momento en que la espuma empuja contra el cabezal de carga con una fuerza de al menos un Newton. Para una espuma viscoelástica, este tiempo, de forma conveniente, es de al menos 2 segundos, preferiblemente, al menos 5 segundos y, lo más preferiblemente, al menos 6 segundos, pero, ventajosamente, menor que 30 segundos y, preferiblemente, menor que 20 segundos. Esta es una medida del «efecto de memoria de forma» aunque no es absoluta, ya que se puede obtener un número bajo en el tiempo de recuperación y todavía tener una «espuma de memoria de forma». Alternativamente, se puede verificar visualmente al presionar la espuma hacia abajo para ver qué tan rápida o lentamente recupera su forma la espuma. Dichas observaciones se registran como parte de las «Notas especiales» en la Tabla 2.

15 Los experimentos de deformación por compresión térmica son pruebas en las que se realiza la Prueba D estándar de ASTM D3574 de deformación por compresión al 90 %, con la excepción de que la prueba se realiza varias veces en la muestra, con una temperatura gradualmente más alta. En el presente caso, se utilizaron temperaturas de 23 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C y 100 °C. La temperatura de transición de deformación por compresión térmica informada o «CS T térmica» es la última temperatura a la que se observó una buena deformación por compresión (<5 %).

20 Como se emplea en esta memoria, la expresión «factor de soporte» se refiere a la relación de desviación de la fuerza de compresión (hendidura) (CFD) al 65 % dividida entre desviación de la fuerza de compresión al 25 %.

25 Como se emplea en esta memoria, el término «resiliencia» se refiere a la calidad de la espuma percibida como elasticidad. Se mide de según los procedimientos de la Prueba H de ASTM D3574. Esta prueba de rebote de bola mide la altura a la que rebota que una bola de acero de peso conocido que cae desde la superficie de la espuma cuando se cae en condiciones específicas y expresa el resultado como un porcentaje de la altura original de la caída. Tal como se mide según la prueba de ASTM, una espuma VE curada presenta, de manera ventajosa, una resiliencia de 20 % como máximo, preferiblemente, 10 % como máximo.

30 Como se emplea en esta memoria, la expresión «resistencia al desgarro» se emplea en esta memoria para hacer referencia a la fuerza promedio máxima requerida para desgarrar una muestra de espuma a la que se le realiza con una muesca cortada longitudinalmente en la muestra de espuma. Los resultados de la prueba se determinan según los procedimientos de la Prueba F de ASTM D3574 en libras por pulgada lineal (lbf/in) o en newtons por metro (N/m).

35 Como se emplea en esta memoria, la expresión «resistencia a la tensión» aplicada a una espuma se emplea en esta memoria para hacer referencia a la fuerza máxima que una muestra de espuma en forma de hueso puede soportar mientras se extiende bajo una fuerza de extensión (uniaxial) lineal. El esfuerzo aumenta hasta que el material alcanza un punto de ruptura, momento en el cual la carga y la extensión en la ruptura se usan para calcular la resistencia a la tensión y el alargamiento, todo determinado según los procedimientos de ASTM D-3574, Prueba E, y se mide en libras por pulgada cuadrada (psi) o kilopascales (kPa).

40 Como se emplea en esta memoria, el término «% de alargamiento» aplicado a una espuma se usa en la presente memoria para hacer referencia a la extensión lineal que puede alcanzar una muestra de espuma antes de la ruptura. La espuma se evalúa mediante el mismo método utilizado para determinar la resistencia a la tensión, y el resultado se expresa como un porcentaje de la longitud original de la muestra de espuma según los procedimientos de ASTM D-3574, Prueba E.

45 Como se emplea en esta memoria, el término «densidad» se usa en la presente memoria para hacer referencia a la masa por unidad de volumen de una espuma. En el caso de espumas de poliuretano viscoelásticas, la densidad se determina según los procedimientos de ASTM D3574, Prueba A. Ventajosamente, la espuma viscoelástica tiene una densidad de al menos 3, preferiblemente, al menos 3,5, más preferiblemente, al menos 4 y, preferiblemente, como máximo 8, más preferiblemente, como máximo 6, lo más preferiblemente, como máximo 5,5 libras/pie³ (48, 56, 64, 128, 96, 88 kg/m³, respectivamente).

50 Como se emplea en esta memoria, el término «funcionalidad», particularmente, «funcionalidad de polioli», se usa en la presente para hacer referencia a la cantidad de hidrógenos activos en un iniciador, usado para preparar el polioli, que puede reaccionar con una molécula de epóxido (tal como óxido de etileno u óxido de propileno). Esto también se denomina funcionalidad nominal. Para el objetivo de la funcionalidad de polioli, cualquier funcionalidad de amina primaria o secundaria o hidroxilo contará una vez para el valor de funcionalidad nominal.

55 Los componentes reactivos con isocianato utilizados en la producción de poliuretano son generalmente aquellos compuestos que tienen al menos dos grupos hidroxilo. Esos compuestos se denominan en la presente memoria como poliioles. Los poliioles incluyen los obtenidos mediante la alcoxilación de moléculas de partida adecuadas (iniciadoras) con un óxido de alquileno. Los ejemplos de moléculas iniciadoras que tienen de 2 a 4 sitios reactivos incluyen agua, amoníaco o alcoholes polihídricos, tales como alcoholes dihidricos con un peso molecular de 62 a 399, especialmente,

los alcano-poliolios tales como etilenglicol, propilenglicol, hexametilendiol, glicerol, trimetilol propano o trimetilol etano, o alcoholes de bajo peso molecular que contienen grupos éter tales como dietilenglicol, trietilenglicol, dipropilenglicol, tripropilenglicol o butilenglicoles. Además, se pueden usar iniciadores basados en amina o amina/alcohol tales como los que se describen en el documento US 6,762,274. Estos polioles son materiales convencionales preparados mediante métodos convencionales. Para los polioles, cuando se usa el término «triol» o «monol», se pretende la funcionalidad del iniciador de partida (tal como glicerina para trioles y n-butanol para monoles). La catálisis para esta polimerización puede ser aniónica o catiónica, con catalizadores tales como KOH, CsOH, trifluoruro de boro o un catalizador de complejo de cianuro metálico doble (DMC) tal como hexacianocobaltato de zinc o compuesto de fosfazenio cuaternario. En el caso de catalizadores alcalinos, estos catalizadores alcalinos se eliminan, preferiblemente, del polioliol al final de la producción mediante una etapa de acabado adecuada, tal como coalescencia, separación de silicato de magnesio o neutralización ácida.

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 y (b) un componente reactivo a isocianato. El componente reactivo a isocianato (b) comprende (i) de 45 a 70 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) con un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510, (ii) de 20 a 30 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles de óxido de etileno (ricos en EO) con un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500, (iii) de 10-25 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más monoles de óxido de etileno y óxido de propileno con un peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800 y (iv) de 0,5 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO con una funcionalidad de 1 a 4 y un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000. En ciertas realizaciones, el componente reactivo a isocianato (b) comprende, además, (v) de 0-15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (BO) con un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 o más. El sistema de reacción comprende, además, (c) agua y (d) un componente catalizador. En ciertas realizaciones, el sistema de reacción comprende, además, (e) un componente de organosilicona. En ciertas realizaciones, el sistema de reacción comprende, además, aditivos adicionales.

El componente (a) puede comprender uno o más poliisocianatos orgánicos con un promedio de 1,8 o más grupos isocianato por molécula. La funcionalidad del isocianato es, preferiblemente, de 1,9 a 4 y, más preferiblemente, de 1,9 a 3,5 y, especialmente, de 2,6 a 3,3.

El poliisocianato orgánico puede ser un poliisocianato polimérico, isocianato aromático, isocianato cicloalifático o isocianato alifático. Los poliisocianatos ilustrativos incluyen m-fenileno diisocianato, tolueno-2,4-diisocianato, tolueno-2,6-diisocianato, hexametileno-1,6-diisocianato, tetrametileno-1,4-diisocianato, ciclohexano-1,4-diisocianato, hexahidrotolueno diisocianato, naftileno-1,5-diisocianato, metoxifenil-2,4-diisocianato, difenilmetano-4,4'-diisocianato, 4,4'-bifenileno diisocianato, 3,3'-dimetoxi-4,4'-bifenil diisocianato, 3,3'-dimetil-4,4'-bifenil diisocianato, 3,3'-dimetildifenil metano-4,4'-diisocianato, 4,4',4"-trifenil metano triisocianato, un polimetileno polifenilisocianato (PMDI), tolueno-2,4,6-triisocianato y 4,4'-dimetildifenilmetano-2,2',5,5'-tetraisocianato. Preferiblemente, el poliisocianato es difenilmetano-4,4'-diisocianato, difenilmetano-2,4'-diisocianato, o mezclas de estos. El difenilmetano-4,4'-diisocianato, el difenilmetano-2,4'-diisocianato y las mezclas de estos se denominan, genéricamente, MDI, y todos pueden usarse. El tolueno-2,4'-diisocianato, el tolueno-2,6'-diisocianato y las mezclas de estos se denominan, genéricamente, TDI, y todos pueden usarse. Los poliisocianatos preferidos incluyen MDI y derivados de MDI tales como productos de MDI «líquidos» modificados con biuret y MDI polimérico. Los poliisocianatos preferidos son los denominados productos de MDI polimérico, que son una mezcla de polimetileno-polifenileno-poliisocianatos 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. Dichos productos de MDI polimérico están disponibles en The Dow Chemical Company con los nombres comerciales PAPI® y VORANATE®.

Un poliisocianato especialmente preferido es un producto de MDI polimérico que tiene una funcionalidad de isocianato promedio de 2,6 a 3,3 grupos isocianato/molécula y un peso equivalente de isocianato de 130 a 170. Los productos disponibles comercialmente adecuados de ese tipo incluyen PPAPI™ 27, Voranate™ M229, Voranate™ 220, Voranate™ 290, Voranate™ M595 y Voranate™ M600, los cuales están disponibles en The Dow Chemical Company.

La cantidad de poliisocianato que se usa típicamente es 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, de 75 a 90.

El componente (b) es un componente reactivo a isocianato que comprende (i) de 45 a 70 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) de bajo peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510, (ii) de 20 a 30 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles de óxido de etileno (ricos en EO) con un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500, (iii) de 10 a 25 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más monoles de óxido de etileno y óxido de propileno con un peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800 y (iv) de 0,5 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO con una funcionalidad de 1 a 4 y un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000. En ciertas realizaciones, el componente reactivo a isocianato (b) comprende, además, (v) de 0-15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o

más poliéteres ricos en óxido de butileno (ricos en BO) con un peso equivalente promedio en número de 2000 o más.

En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(i)) comprenderán al menos 45 % en peso, 50 % en peso, 60 % en peso o 65 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(i)) comprenderán hasta 50 % en peso, 55 % en peso, 60 % en peso, 65 % en peso, o hasta 70 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(i)) pueden comprender de 45 % a 70 % en peso o de 50 % a 60 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).

Los uno o más polioles ricos en PO ((b)(i)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510 y, preferiblemente, de 220-450. Los uno o más polioles ricos en PO ((b)(i)) tienen una funcionalidad de 2,4 a 4,0.

10 En ciertas realizaciones, el componente reactivo a isocianato (b) comprende múltiples componentes de polioliol ricos en PO, por ejemplo, uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500 ((b)(i)(A)) y uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 800 a 2000 ((b)(i)(B)). Los componentes de polioliol pueden contener, independientemente, porcentajes en peso derivados de PO tal como se describe en la presente memoria.

15 En ciertas realizaciones, cuando están presentes los polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) y el polioliol de alto peso equivalente ((b)(i)(B)), los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente pueden comprender al menos 30 % en peso, 35 % en peso, 40 % en peso, 45 % en peso o 50 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden comprender hasta 35 % en peso, 40 % en peso, 45 % en peso, 50 % en peso, o hasta 55 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) pueden comprender de 30 % a 55 % en peso o de 35 % a 50 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).

25 En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 340. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) tienen una funcionalidad entre 2 y 4. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) tienen una funcionalidad entre 2,5 y 3. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) tienen 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 polioliol rico en PO de bajo peso equivalente. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) tienen un contenido de polioxipropileno 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 del polioliol rico en PO de bajo peso equivalente. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(A)) tendrán cierta cantidad de contenido de hidroxilo primario. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente tendrán un contenido de hidroxilo primario de 20 % o más del contenido total de hidroxilo del polioliol rico en PO de bajo peso equivalente. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente tendrán un contenido de hidroxilo primario de 30 % o más del contenido total de hidroxilo del polioliol rico en PO de bajo peso equivalente.

40 En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender al menos 5 % en peso, 10 % en peso o 15 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender hasta 10 % en peso, 15 % en peso o hasta 20 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) pueden comprender de 5 % a 20 % en peso o de 10 % a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).

45 En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 900 a 1200. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) tienen una funcionalidad entre 2 y 4. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) tienen una funcionalidad entre 2,2 y 3. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(i)(B)) tienen 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 polioliol rico en PO de bajo peso equivalente. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente ((b)(i)(B)) tienen un contenido de polioxipropileno 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 del polioliol rico en PO de bajo peso equivalente.

55 Los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) comprenden al menos 20 % en peso o 25 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) pueden comprender hasta 25 % en peso o 30 % en peso. Los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) comprenden de 20 % en peso a 30 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).

En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 370. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) tienen una funcionalidad

- entre 2 y 4. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) tienen una funcionalidad entre 2.5 y 3. En ciertas realizaciones, los 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 los uno o más polioles ricos en EO. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en EO ((b)(ii)) tienen un contenido de polioxietileno 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 los uno o más polioles ricos en EO.
- En ciertas realizaciones, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) pueden comprender al menos 10 % en peso, 15 % en peso o 20 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) pueden comprender hasta 15 % en peso, 20 % en peso o hasta 25 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) pueden comprender de 15 % a 20 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).
- Los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800. En ciertas realizaciones, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 400 a 600. En ciertas realizaciones, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) tienen una funcionalidad entre 1 y 2. Los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) tienen un contenido de polioxietileno del 40-60 % de la masa total del copolímero. En ciertas realizaciones, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) se seleccionan de copolímeros en bloque aleatorios (RBC) y copolímeros en bloque.
- Sin limitarse a la teoría, se considera que los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno ((b)(iii)) ayudan con la compatibilidad de los polioles ricos en PO y ricos en EO, además de contribuir a mejorar la apertura celular y la circulación de aire.
- En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) pueden comprender al menos 0,5 % en peso, 1 % en peso, 3 % en peso, 5 % en peso, 7 % en peso, 9 % en peso, 11 % en peso, o 13 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) pueden comprender hasta 1 % en peso, 3 % en peso, 5 % en peso, 7 % en peso, 9 % en peso, 11 % en peso, 13 % en peso, o 15 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente ((b)(iv)) pueden comprender de 0.5% a 15% en peso o de 4% a 11 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).
- En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 3,000. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 2400. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) tienen una funcionalidad entre 1 y 4. Los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) tienen un contenido de polioxipropileno de al menos 70 % en peso, o al menos 75 % en peso, 80 % en peso, 85 % en peso, 90 % en peso, o 95 % en peso de la masa total del poliol rico en PO. En ciertas realizaciones, los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) tienen un contenido de polioxipropileno 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 del poliol rico en PO ((b)(iv)). Los uno o más polioles ricos en PO ((b)(iv)) pueden mezclarse con cualquiera de los polioles descritos en la presente memoria.
- En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (ricos en BO) ((b)(v)) pueden comprender al menos 1 % en peso, 5 % en peso o 10 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) pueden comprender hasta 5 % en peso, 10 % en peso o hasta 15 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b). En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) pueden comprender de 0 % a 15 % en peso o de 5 % a 10 % en peso del componente reactivo a isocianato total (b).
- En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) tienen un peso equivalente de 2000 o más. En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) tienen un peso equivalente de 3000 o más. En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) tienen una funcionalidad de 1 a 3. En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) 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 los uno o más poliéteres ricos en BO. En ciertas realizaciones, los uno o más poliéteres ricos en BO ((b)(v)) tienen 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 los uno o más poliéteres ricos en BO. En ciertas realizaciones, el poliéter rico en BO puede enriquecerse con hidroxilos primarios mediante formación de casquetes de EO.
- En ciertas realizaciones, la mezcla de reacción comprende, además, (c) agua. En ciertas realizaciones, el contenido de agua es de 1 % a 5 % en peso del sistema de reacción. En ciertas realizaciones, el contenido de agua es de 1 % a 2 % en peso del sistema de reacción total.
- En ciertas realizaciones, el sistema de reacción comprende, además, (d) uno o más catalizadores. Los catalizadores

se usan, típicamente, en pequeñas cantidades, por ejemplo, cada catalizador es empleado de 0,0015 a 5 % en peso del sistema reactivo total. La cantidad depende del catalizador o la mezcla de catalizadores, el equilibrio deseado de las reacciones de gelificación y soplado para equipos específicos, la reactividad de los polioles y el isocianato, así como otros factores familiares para los expertos en la técnica.

5 Se sabe que una amplia variedad de materiales catalizan reacciones de formación de poliuretano, lo que incluye las aminas terciarias; fosfinas terciarias tales como trialquilfosfinas y dialquilbencilfosfinas; diversos quelatos metálicos, tales como los que pueden obtenerse de acetilacetona, benzoilacetona, trifluoroacetil acetona, 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 de estaño, cloruro estañoso, 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 como $Ti(OR)_4$, $Sn(OR)_4$ y $Al(OR)_3$, en donde R es alquilo o arilo, y los productos de reacción de los alcoholatos con ácidos carboxílicos, beta-dicetonas y 2-(N,N-dialquilamino) alcoholos; sales de carboxilato de metales alcalinotérreos, Bi, Pb, Sn o Al; y compuestos de estaño tetravalente, y compuestos de bismuto, antimonio o arsénico trivalente o pentavalente. Los catalizadores preferidos incluyen catalizadores de amina terciaria y catalizadores de organoestaño. Los ejemplos de catalizadores de amina terciaria disponibles comercialmente incluyen: trimetilamina, trietilamina, N-metilmorfolino, N-etilmorfolino, N,N-dimetilbencilamina, N,N-dimetiletanolamina, N,N-dimetilaminoetilo, N,N,N',N'-tetrametil-1,4-butanodiamina, N,N-dimetilpiperazina, 1,4-diazobis(2,2,2-octano), bis(dimetilaminoetil)éter, trietilenodiamina y dimetilalquilaminas donde el grupo alquilo contiene de 4 a 18 átomos de carbono. A menudo se usan mezclas de estos catalizadores de amina terciaria.

Los ejemplos de catalizadores de amina disponibles comercialmente 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 poliol de óxido de polialquileno, disponible en Momentive Performance Materials), DABCO® 8264 (una mezcla de bis(dimetilaminoetil)éter, trietilenodiamina y dimetil hidroxietil amina 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 de amina terciaria y bis(2-dimetilaminoetil)éter patentada en agua y un compuesto de hidroxilo patentado, disponible en Momentive Performance Materials); NIAX™ A-300 (una sal carboxílica de amina terciaria y trietilenodiamina patentada en agua, disponible en Momentive Performance Materials); POLYCAT® 58 (un catalizador de amina patentado disponible en Air Products and Chemicals), POLYCAT® 5 (pentametil dietilenotriamina, disponible en Air Products and Chemicals) y POLYCAT® 8 (N,N-dimetil ciclohexilamina, disponible en Air Products and Chemicals).

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

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 pequeñas cantidades, por ejemplo, cada catalizador es empleado de 0,0015 a 5 % en peso del sistema de reacción total. La cantidad depende de los tensioactivos o la mezcla de tensioactivos, así como de otros factores familiares para los expertos en la materia.

Los ejemplos de tensioactivos incluyen tensioactivos no iónicos y agentes humectantes tales como los que se preparan mediante la adición secuencial de óxido de propileno y luego óxido de etileno a propilenglicol, organosiliconas sólidas o líquidas y éteres de polietilenglicol de alcoholes de cadena larga. También pueden usarse tensioactivos iónicos tales como sales de alanolamina o amina terciaria de ésteres de sulfato de ácido de alquilo de cadena larga, ésteres alquilsulfónicos y ácidos de alquilarilsulfónico. Se prefieren los tensioactivos preparados mediante la adición secuencial de óxido de propileno y luego óxido de etileno a propilenglicol, al igual que las organosiliconas sólidas o líquidas. Los ejemplos de tensioactivos de organosilicona útiles incluyen copolímeros de polisiloxano/poliéter disponibles comercialmente tales como TEGOSTAB® (marca registrada 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-627 y NIAX™ L-618 de Momentive Performance Materials.

En una realización adicional, para mejorar el procesamiento y permitir el uso de índices de isocianato superiores, pueden agregarse a la mezcla de reacción aditivos tales como los que se describen en la publicación WO 20008/021034. Dichos aditivos incluyen 1) sales de metales alcalinos o de metales 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 de carboxilato de compuestos de amonio cuaternario. Cuando se usan, dichos aditivos se usan generalmente en una cantidad de 0,01 a 1 parte en 100 de poliol total. El componente e) aditivo generalmente se disuelve en al menos otro componente de la mezcla de reacción. Generalmente, no se prefiere la disolución en el poliisocianato.

5 Se pueden incluir varios componentes adicionales en la formulación de espuma viscoelástica. Estos incluyen, por ejemplo, extensores de cadena, reticulantes, tensioactivos, plastificantes, rellenos, plastificantes, supresores de humo, fragancias, refuerzos, tintes, colorantes, pigmentos, conservantes, enmascarantes de olor, agentes de soplado físicos, agentes de soplado químicos, retardantes de llama, agentes de liberación de moho internos, biocidas, antioxidantes, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes tixotrópicos, promotores de adhesión, agentes de apertura celular y una combinación de estos.

10 La composición que puede convertirse en espuma puede contener un agente de apertura celular, extensor de cadena o reticulante. Cuando se usan estos materiales, generalmente se usan en pequeñas cantidades, tales como hasta 10 partes, especialmente hasta 2 partes, en peso en 100 partes en peso del sistema reactivo total. Un extensor de cadena es un material que tiene dos grupos reactivos a isocianato/molécula, mientras que un reticulante contiene en promedio más de dos grupos reactivos a isocianato/molécula. En cualquier caso, el peso equivalente por grupo reactivo a isocianato puede variar de 30 a menos de 100, y generalmente es de 30 a 75. Los grupos reactivos a isocianato son, preferiblemente, alcohol alifático, grupos de amina primaria o de amina secundaria, prefiriéndose particularmente, los grupos de alcohol alifático. Los ejemplos de extensores de cadena y reticulantes incluyen alquilenglicoles tales como etilenglicol, 1,2- o 1,3-propilenglicol, 1,4-butanodiol, 1,6-hexanodiol y similares; éteres de glicol tales como dietilenglicol.

20 Uno o más rellenos también pueden estar presentes en la formulación de espuma viscoelástica. Un relleno puede ayudar a modificar las propiedades reológicas de la composición de una manera beneficiosa, reducir el costo e impartir propiedades físicas beneficiosas a la espuma. Los rellenos adecuados incluyen materiales orgánicos e inorgánicos particulados que son estables y no se funden a las temperaturas encontradas durante la reacción de formación de poliuretano. Los ejemplos de rellenos adecuados incluyen caolín, montmorillonita, carbonato de calcio, mica, wollastonita, talco, termoplásticos de alta fusión, vidrio, cenizas volantes, negro de humo, dióxido de titanio, óxido de hierro, óxido de cromo, tintes azo/diazo, ftalocianinas, dioxazinas y similares. El relleno puede impartir propiedades tixotrópicas a la composición de poliuretano que puede convertirse en espuma. La sílice pirogénica es un ejemplo de dicho relleno.

30 Las partículas reactivas también pueden incluirse en el sistema de reacción para modificar las propiedades de la espuma viscoelástica. Dichos sistemas reactivos incluyen polioles copoliméricos tales como los que contienen estireno/acrilonitrilo (SAN), polioles de dispersión de poliurea (PHD) y productos de poliadición de poliisocianato (PIPA), por ejemplo, tal como se indica en Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes, Rapra Technology Limited (2005) págs. 185-227.

Cuando se usan, los rellenos constituyen ventajosamente de 0,5 a 30 %, especialmente, de 0,5 a 10 % en peso del sistema de reacción.

35 Aunque generalmente no se usa ningún agente de soplado adicional (aparte del agua) en la composición de poliuretano que puede espumarse, está dentro del alcance de las realizaciones descritas en la presente memoria incluir un agente de soplado físico o químico adicional. Entre los agentes de soplado físicos se encuentran CO₂ líquido, CO₂ supercrítico y diversos hidrocarburos, fluorocarbonos, hidrofluorocarbonos, clorocarbonos (tales como cloruro de metileno), clorofluorocarbonos e hidroclofluorocarbonos. Los agentes de soplado químicos son materiales que se descomponen o reaccionan (a excepción de los grupos isocianato) a temperaturas elevadas para producir dióxido de carbono y/o nitrógeno.

40 La espuma VE puede prepararse en un proceso de esponjado en bloques o mediante diversos procesos de moldeo. En un proceso de esponjado en bloques, los componentes se mezclan y vierten en un canal u otra región donde la formulación reacciona, se expande libremente en al menos una dirección y se cura. Los procesos de esponjado en bloques generalmente funcionan de forma continua a escalas comerciales.

45 En un proceso de esponjado en bloques, los diversos componentes se introducen individualmente o en varias subcombinaciones en un cabezal de mezcla, donde se mezclan y dispensan. Las temperaturas de los componentes, generalmente, se encuentran en el intervalo de 15 a 35 °C antes de la mezcla. La mezcla dispensada típicamente se expande y se cura sin aplicar calor. En el proceso de esponjado en bloques, la mezcla de reacción se expande libremente o con una restricción mínima (como la que puede aplicarse debido al peso de una lámina o película de cubierta).

50 También es posible producir la espuma viscoelástica en un proceso de moldeo, al introducir la mezcla de reacción en un molde cerrado donde se expande y cura. Muchas veces, el molde en sí mismo se precalienta a una temperatura superior a las condiciones ambientales. Tal precalentamiento del molde puede dar como resultado un tiempo de ciclo más rápido.

55 La espuma viscoelástica fabricada según las realizaciones descritas en la presente memoria es útil en una variedad de aplicaciones de empaque y amortiguación, tales como colchones, incluidos cubrecolchones, almohadas, empaques, protectores para cunas, equipos deportivos y médicos, forros para cascos, asientos de piloto, tapones para los oídos y diversas aplicaciones de amortiguación de ruido y vibraciones. Las aplicaciones de amortiguación de ruido y vibraciones son de particular importancia para la industria del transporte, tal como en las aplicaciones automotrices.

ES 2 745 737 T3

Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrar las realizaciones de la invención, pero no se pretende que limiten el alcance de esta. Todas las partes y porcentajes son en peso a menos que se indique lo contrario.

Una descripción de las materias primas utilizadas en los ejemplos es la siguiente.

5 El polioli A es un poliéter polioli de óxido de propileno con funcionalidad 3, iniciado con glicerina, 336 de peso equivalente con un valor de hidroxilo de 167, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company con el nombre comercial VORANOL® 3150.

El polioli B es un poliéter polioli de óxido de propileno con funcionalidad 3, iniciado con glicerina, 236 de peso equivalente con un valor de hidroxilo de 238, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company con el nombre comercial polioli VORANOL® 2070.

10 El polioli C es un poliéter polioli de óxido de propileno con funcionalidad 2, con un valor de hidroxilo de 110, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company con el nombre comercial polioli VORANOL® 210.

El polioli D es un polioli de alimentación mixta de polioxietileno-polioxipropileno iniciado con glicerina, con funcionalidad 3 (8 % en peso de EO) con un peso equivalente de aproximadamente 994 con un valor de hidroxilo de 56, disponible en The Dow Chemical Company con el nombre comercial polioli VORANOL® 3010.

15 El polioli E es un poliéter polioli de óxido de etileno iniciado con glicerina con funcionalidad 3 con un valor de hidroxilo de 166.

El polioli F es un copolímero aleatorio de óxido de etileno y óxido de propileno con funcionalidad 6.9, un peso equivalente aproximado de 1800, con un valor de hidroxilo de 31, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company con el nombre comercial polioli VORANOL® 4053.

20 El polioli G es un poliéter polioli de óxido de propileno con un peso equivalente de aproximadamente 2400 y funcionalidad 2.

El monoli A es un monoli de óxido de polibutileno, con un peso molecular de 4400.

El monoli B es un monoli de óxido de polibutileno con formación de casquetes de óxido de etileno de 11 % con un peso molecular de 4500.

25 El monoli C es un monoli de óxido de polipropileno y óxido de etileno, disponible comercialmente en The Dow Chemical Company con el nombre comercial UCON™ 50-HB-100.

La silicona A es un tensioactivo de silicona de alta eficiencia utilizado para espumas convencionales, disponible comercialmente en Momentive Performance Materials como tensioactivo NIAx™ L-620.

30 La silicona B es un tensioactivo de silicona utilizado para espumas viscoelásticas de MDI, disponible comercialmente en Momentive Performance Materials como tensioactivo NIAx™ L-618.

La silicona C es un tensioactivo de silicona generalmente utilizado para formulaciones de espuma rígida (espumas de celdas cerradas), disponible comercialmente en Evonik como TEGOSTAB® B 8871.

El catalizador de amina A es una solución de bis-dimetilaminoetiléter al 70 % en dipropilenglicol, suministrado comercialmente como catalizador DABCO® BL-11 disponible en Air Products and Chemicals, Inc.

35 El catalizador de amina B es una solución de trietilendiamina al 33 % en dipropilenglicol, disponible comercialmente en Air Products and Chemicals como DABCO 33LV®.

El catalizador de estaño A es un catalizador de octoato de estaño, también conocido como 2-etilhexanoato de estaño (II), disponible comercialmente en Evonik como KOSMOS® 29.

40 El MDI A es MDI polimérico con una funcionalidad de 2,3, disponible comercialmente como PAPI™ 94 de THE DOW CHEMICAL COMPANY.

El MDI B es MDI polimérico con una funcionalidad de 2,2, disponible comercialmente como PAPI™ PB-219 de THE DOW CHEMICAL COMPANY.

El MDI C es MDI polimérico con una funcionalidad de 2,7, disponible comercialmente como PAPI™ 27 de THE DOW CHEMICAL COMPANY.

45 **Métodos de prueba**

A menos que se indique lo contrario, las propiedades de la espuma se miden según ASTM D3574.

Ejemplo 1 a 11 y Control (C1 a C6).

Las muestras en este estudio se hicieron a través de formación de espuma en caja mediante el uso de una caja de madera de 38 cm x 38 cm x 24 cm forrada con un revestimiento de película de plástico transparente. Se usó un mezclador de 16 barras de alto cizallamiento (4 barras en cuatro direcciones radiales) a alta velocidad de rotación. El cabezal mezclador de barra se diseñó de tal manera que los extremos de las barras estén a 1 cm de la pared del recipiente de mezcla cilíndrico de 1 galón. Los componentes en la formulación con la excepción del catalizador de estaño y el isocianato se mezclaron en primer lugar durante 15 segundos a 2400 rpm. Luego se agregó el catalizador de octoato de estaño y se mezcló inmediatamente durante otros 15 segundos (2400 rpm). Finalmente, se agregó el isocianato a la mezcla y se mezcló inmediatamente durante otros 4 segundos (3000 rpm). Toda la mezcla se vertió en la caja forrada con película de plástico. El tiempo de soplado se midió desde el momento en que comienza la etapa final de mezcla (la etapa con la adición de isocianato). Una vez completada la formación de espuma, la espuma se dejó curar durante la noche debajo de la cubierta. Se desecharon las paredes de muestra de la espuma y las muestras restantes se caracterizaron para análisis mecánico y químico. Las formulaciones utilizadas para producir espuma de poliuretano se proporcionan en la Tabla 1.

Las muestras de espuma se caracterizaron según ASTM D 3574. Se realizaron pruebas de desviación de la fuerza de compresión «CFD» en piezas de muestra de espuma de 4" x 4" x 2". Las propiedades mecánicas de las espumas producidas se proporcionan en la Tabla 2.

La Tabla 1 describe las formulaciones exploradas, y la Tabla 2 muestra las propiedades mecánicas observadas para dichas formulaciones. Los ejemplos comparativos están marcados como C#1-C#6 y las formulaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria están marcadas como #1-#11. Los ejemplos comparativos C#1-#3 demuestran que las propiedades de deformación por compresión de las espumas a base de MDI con 10 partes del polioliol rico en EO de alto peso equivalente (Polioliol F) es muy pobre, mientras que la circulación de aire es baja a menos que se agregue el copolímero aleatorio de EO-PO (Monol C).

Estos resultados también demuestran que la deformación por compresión y la circulación de aire son muy pobres cuando el polioliol rico en PO de bajo peso equivalente (Polioliol A) y el polioliol rico en EO de bajo peso equivalente (Polioliol E) se usan solos como en el Ejemplo C#4 a 28 partes del polioliol rico en EO de bajo peso equivalente y 72 partes del polioliol rico en PO de bajo peso equivalente. Por lo tanto, se confirma que no se ha encontrado que los polioliolos ricos en EO y EO bajos en menos de 30 partes de la formulación proporcionen buenas espumas VE.

Los inventores también han descubierto que los polioliolos ricos en EO y ricos en PO generalmente son incompatibles con las mezclas, lo que provoca escisiones o incluso el colapso de las espumas, a menos que se realicen ajustes importantes del catalizador y/o se encuentren presentes tensioactivos muy fuertes como los utilizados en las espumas rígidas (por ejemplo, silicona C). Estas incompatibilidades se describen en la patente GB n.º 1,381,925, donde se indica que «es generalmente necesario utilizar una mezcla de diversos poliéter polioliolos y, preferiblemente, dos polioliolos insolubles entre sí...» para mejorar la apertura celular. Para evitar estas separaciones o colapsos sin ajustes importantes del catalizador o el uso de tensioactivos de silicona fuertes (por ejemplo, silicona A y silicona C), los inventores han descubierto que el uso de copolímeros aleatorios EO-PO es muy útil. Los ejemplos #1 y #3 en la Tabla 1/Tabla 2 demuestran que, con un índice de isocianato de 80, se producen espumas VE con una excelente circulación de aire y una excelente deformación por compresión, mientras se mantiene una buena suavidad mediante el uso de las realizaciones descritas en la presente memoria. Si bien la resistencia al desgarro es variable en el índice 80, esta mejora para índices más altos, tal como se muestra en los Ejemplos #4 a #8. Además, a pesar del alto índice que típicamente provoca una pérdida rápida de circulación de aire y un aumento rápido del soporte de carga (como el valor de carga de CFD de 25 %), los ejemplos #4 a #8 demuestran que la suavidad se retiene en gran medida y la circulación de aire sigue siendo significativamente superior a los ejemplos comparativos, C#1-#6. Los inventores también han descubierto que para C#4-C#6, las espumas eran gruesas, y C#5, en particular, era una espuma muy gruesa. Por el contrario, las realizaciones descritas en la presente memoria en los ejemplos 1 a 8 tenían una estructura celular fina, cuya estética es muy ventajosa en el mercado de las espumas con memoria de forma.

En función de esto y de las descripciones, se considera que una espuma con una circulación de aire de 5 pies³/min (2,36 L/s) con baja deformación por compresión ($\leq 3\%$), baja resiliencia de rebote de bola ($<5\%$), bajo soporte de carga (CFD 25 % de 1,5 lb, o 0,65 kPa, es decir, «blanda»), y la recuperación viscoelástica lenta es única.

Los ejemplos #9 y #10 muestran buenas propiedades de VE. Aunque el «Tiempo de recuperación de VE» o el «Tiempo de recuperación» de la prueba CFD pueden parecer bajos, por ejemplo, #9 (2 segundos), una verificación visual al presionar la espuma del ejemplo #9 demostró que se trataba de una espuma de recuperación lenta.

Las realizaciones descritas en la presente memoria permiten la producción de espumas viscoelásticas con alta circulación de aire, muy buena resistencia al desgarro, buena deformación por compresión y buena estructura celular sin la necesidad de usar una gran cantidad (> 30 pphp) de polioliol rico en EO.

55

Tabla 1. Formulaciones. (El Ejemplo 1 no se encuentra acorde a la invención)

Componentes	C#1	C#2	C#3	C#4	C#5	C#6	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	
Poliol A	90	85	80	72	50													
Poliol B						37,6	30,5	42,3	42,5	42,3	34,7	31,9	42,3	31,9	47,9	47,5	37,6	
Poliol C																		
Poliol D							9,6	13	11,8	13	11,1	9,1	13	9,1	7	7,5	18	
Poliol E				28	50	45		25	28	25	28	28	25	28	25	25	25	
Poliol F	10	10	10				36											
Poliol G						2,4	1,9	2,7	2,7	2,7	2,2	2,0	2,7	2,0	3,1	3,0	2,4	
Monol A							1											
Monol B											3	10		10				
Monol C		5	10			15	21	17	15	17	21	19	17	19	17	17	17	
Agua	1,9	1,9	1,9	3,0	3,0	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	2,00	2,00	2,00	
Silicona A	0,6	0,6	0,6															
Silicona B						0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Silicona C				0,5	0,5													
Amina A	0,4	0,4	0,4	0	0	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Amina B	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	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 de estaño	0,02	0,02	0,02	0	0	0,03	0,0163	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Total	103,2	103,2	103,2	103,9	103,9	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	102,7	103,0	103,0	103,0	
ÍNDICE /ISO nominal	80	80	80	80	80	80	80	80	82	84	85	85	88	90	80,8	82,9	80	
MDIA							42,5											
MDIB	50,8	50,2	49,7	66,0	66,0	54,9		52,7		55,3	53,8	52,0	57,9	55,0	58,41	59,75	54,11	
MDIC									55,2									
Masa total A + B	154,0	153,4	152,9	169,9	169,9	157,6	145,2	155,4	157,9	158,0	156,6	154,7	160,7	157,8	161,4	162,8	157,1	

Tabla 2. Propiedades de las espumas. (El Ejemplo 1 no se encuentra acorde a la invención)

Propiedades	C#1	C#2	C#3	C#4	C#5	C#6	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11
Circulación de aire (L/s)	0,3	0,8	0,9	0,05	0,1	0,6	2,4	2,4	1,2	2,0	1,4	1,6	1,5	1,4	3,3	2,4	2,5
Deformación por compresión 75 % (%)	68	71	72	n/a	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1,1	1,0	6,0
Deformación por compresión 90% (%)	85	86	86	40	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1,4	1,2	82,6
CFD 25 % (kPa)	1,7	1,3	1,0	5,9	2,2	1,9	0,8	0,5	2,3	1,0	0,8	0,8	1,2	1,0	0,6	0,8	0,2
CFD 65% (kPa)	4,0	3,1	2,8	14,6	3,8	3,4	1,6	1,2	5,9	2,9	1,9	1,9	3,6	2,3	1,3	1,6	0,7
CFD 75% (kPa)	7,4	5,9	5,3	24,2	5,6	5,1	2,7	2,1	10,2	6,3	3,3	3,1	8,0	3,9	2,3	2,6	1,2
Factor de soporte	2,3	2,5	2,7	2,5	1,7	1,8	1,9	2,5	2,5	3,0	2,4	2,3	3,0	2,4	2,2	2,1	3,1
Tiempo de recuperación (s)	4	3	3	29	3	2	2	4	5	9	3	4	18	5	2	3	272
Resiliencia de rebote de bola (%)	11	13	14	9	3	9	13	3	6	4	2	3	5	5	2	2	3
Resistencia al desgarro (N/m)	105	77	81	203	284	95	89	214	252	243	229	217	294	252	238	236	135
Resistencia a la tensión (kPa)	62	41	37	n/a	76	25	21	72	120	99	82	86	120	106	71	78	40
Elongación (%)	93	94	96	n/a	92	74	93	105	103	139	144	138	139	134	106	113	155
Densidad (kg/m ³)	49	48	49	40	43	59	50	51	63	53	58	61	53	59	47	48	51
CS T térmica (°C)															81	74	40
Notas especiales				grueso	muy grueso	grueso	células finas	células finas, tacto inicial blando	células finas	células finas	células finas	células finas	células finas	células finas	células finas	células finas	células finas

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 a isocianato que comprende:
 - 5 (i) de 45 a 65 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en PO, un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510, y una funcionalidad de 2,4 a 4;
 - (ii) de 20 a 30 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en óxido de etileno (ricos en EO) con un contenido de polioxietileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en EO, un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500, y una funcionalidad de 2 a 4;
 - 10 (iii) de 10 al 25 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno con peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800, y una concentración de óxido de etileno que se encuentra entre 40-60 % en peso de la masa total de los uno o más monoles; y
 - (iv) de 0,5 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de los uno o más polioles ricos en PO, una funcionalidad de 1 a 4 y un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000;
 - 15 (c) agua; y
 - (d) un componente catalizador.
2. El sistema de reacción de la reivindicación 1, en donde el componente reactivo a isocianato comprende, además:
 - 20 (v) de 1 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (ricos en BO) con un contenido de butileno de al menos 70 % de la masa total del polirol rico en BO, un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 o más, y una funcionalidad de 1 a 3.
3. El sistema de reacción de las reivindicaciones 1 a 2, en donde los uno o más polioles ricos en PO (i) comprenden:
 - 25 (b)(i)(a) de 30 a 55 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500; y
 - (b)(i)(b) de 5 a 20 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 800 a 2000.
4. El sistema de reacción de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el componente de poliisocianato es metilendifenil diisocianato (MDI).
- 30 5. El sistema de reacción de la reivindicación 1, en donde los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 400 a 600.
6. Un método para preparar una espuma viscoelástica que comprende;

formar los componentes de reacción, que comprenden:

 - un componente de poliisocianato;
 - 35 un componente reactivo a isocianato que comprende:
 - uno o más polioles ricos en óxido de propileno (ricos en PO) con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en PO, un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510, y una funcionalidad de 2,4 a 4, y que comprenden de 45-70 % en peso del componente reactivo a isocianato;
 - 40 uno o más polioles ricos en óxido de etileno (ricos en EO) con un contenido de polioxietileno igual o mayor que 70 % de la masa total de uno o más polioles ricos en EO, un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500, una funcionalidad de 2 a 4, y que comprende de 20-30 % en peso del componente reactivo a isocianato;
 - uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno con un peso equivalente promedio en número combinado de 300 a 800 y una concentración de óxido de etileno que se encuentra entre 40-60 % en peso de la masa total del monol, los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno comprenden de 10-25 % en peso del componente
 - 45 reactivo a isocianato; y

uno o más polioles ricos en PO con un contenido de polioxipropileno igual o mayor que 70 % de la masa total de los uno o más polioles ricos en PO, una funcionalidad de 1 a 4 y un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 a 6000, que comprenden de 0,5 a 15 % en peso del componente reactivo a isocianato;

agua; y

5 un componente catalizador; y

combinar los componentes de reacción en condiciones suficientes para formar una espuma de poliuretano viscoelástica.

7. El método de la reivindicación 6, en donde el componente reactivo a isocianato comprende, además:

10 uno o más polioles ricos en óxido de butileno (ricos en BO) con un contenido de butileno de al menos 70 % de la masa total del poliol rico en BO, un peso equivalente promedio en número combinado de 2000 o más, y una funcionalidad de 1 a 3, los uno o más poliéteres ricos en óxido de butileno (BO) comprenden de 0-15 % en peso del componente reactivo a isocianato.

8. El método de la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde los uno o más polioles ricos en PO tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 210 a 510 comprenden:

15 (b)(i)(a) de 30 a 55 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO de bajo peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 200 a 500; y

(b)(i)(b) de 5 a 20 % en peso del componente reactivo a isocianato de uno o más polioles ricos en PO de alto peso equivalente con un peso equivalente promedio en número combinado de 800 a 2000.

20 9. El método de las reivindicaciones 6 a 8, en donde el componente de poliisocianato es metilendifenil diisocianato (MDI).

10. El método de la reivindicación 6, en donde los uno o más monoles de óxido de etileno-óxido de propileno tienen un peso equivalente promedio en número combinado de 400 a 600.