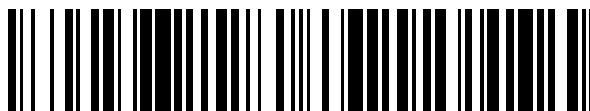


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 336**

51 Int. Cl.:

C08K 5/20	(2006.01)
C08J 9/00	(2006.01)
C08J 9/08	(2006.01)
C08J 9/12	(2006.01)
C08J 9/14	(2006.01)
C08J 9/16	(2006.01)
C08J 9/232	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2014 PCT/EP2014/003165**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15090509**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2014 E 14811769 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2020 EP 3083802**

54 Título: **Espuma polimérica**

30 Prioridad:

16.12.2013 US 201314107776

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

20.07.2020

73 Titular/es:

**CLARIANT INTERNATIONAL LTD (100.0%)
Rothausstrasse 61
4132 Muttenz, CH**

72 Inventor/es:

**WEGNER, JAN-ERIK;
SCHOLZ, PATRIZIA;
KAMMLER, HENDRIK;
NEUBER III, FRANK WILLIAM y
JACOBS, KIRK J.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 774 336 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

Espuma polimérica

La presente invención se refiere a un artículo polimérico espumado obtenible de composiciones para la preparación de una espuma polimérica con propiedades térmicas mejoradas, y al uso de tal espuma o artículo polimérico.

5 Como respuesta a las preocupaciones medioambientales, se ha producido una evolución desde el uso de agentes de expansión para espumas de hidroclorofluorocarbonos (HCFC) al uso de dióxido de carbono y/o compuestos hidrocarbonados y alcoholes. Desafortunadamente, como resultado de este cambio, la conductividad térmica de los materiales de espuma ha aumentado debido a la mayor conductividad de estos nuevos agentes de expansión. Esto da como resultado espumas de aislamiento que ya no cumplen las especificaciones de producto requeridas a no ser que se adopten etapas adicionales para aumentar la resistencia térmica de estas espumas de aislamiento.

10 Es conocido que puede usarse un agente de atenuación infrarroja (IAA) para mejorar una espuma de aislamiento. Un agente de atenuación infrarroja favorece lo máximo posible una mayor reflexión y absorción y menor transmisión de la radiación térmica. Tradicionalmente, se han usado como IAA materiales inorgánicos para reducir la parte de radiación térmica. Estos incluyen, por ejemplo, grafito, aluminio, acero inoxidable, cobalto, níquel, negro de carbono y dióxido de titanio. Como un ejemplo de varios documentos que describen IAA, puede citarse el documento US 7,605,188.

15 Además, habitualmente en la práctica industrial se usan agentes de nucleación y clarificadores en combinación con polímeros termoplásticos cristalizables para reducir los tiempos de ciclo de procesado o impartir características físico-químicas mejoradas tales como diversas propiedades superficiales ópticas y mecánicas, así como reducir la contracción de moldeo.

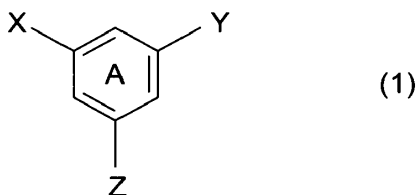
20 El problema de la presente invención es proporcionar una espuma polimérica con excelentes propiedades de aislamiento y mecánicas, espuma polimérica que es obtenible a partir de una composición para la preparación de tal espuma polimérica que comprende un polímero esencialmente amorfo.

El problema se soluciona proporcionando una espuma polimérica de acuerdo con la reivindicación 1.

25 El objeto de la presente invención es por ello una espuma polimérica obtenible a partir de una composición que comprende ingredientes (i), (ii), (iii) y opcionalmente (iv) tal como se define en el presente documento a continuación.

Más en detalle, la presente invención se refiere a un artículo polimérico espumado que tiene un contenido de celdillas cerradas de más de 92 %, determinado por picnometría de gases de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4590, un tamaño de celdilla promedio de menos de 100 micrómetros, determinado a partir de imágenes de microscopio óptico, midiendo los diámetros de las celdillas de la espuma y calculando su diámetro promedio, y que comprende

- 30 (i) 80 % a 98,99 % en peso de un polímero al menos esencialmente amorfo seleccionado del grupo que consiste en poliestireno (PS), copolímeros de poliestireno, y mezclas o combinaciones de los mismos, donde el polímero al menos esencialmente amorfo tiene una porción de 5 % en peso o menos de una región cristalina y al menos 95 % en peso de una región amorfa;
- 35 (ii) 0,01 % a 0,5 % en peso de un agente de nucleación de fórmula (1)



donde

40 X, Y, y Z independientemente uno de otro, denotan -CONHR o -NHCOR, donde cada R independientemente está seleccionado del grupo que consiste en iso-propilo, terc-butilo, 3-pentilo, neopentilo, iso-pentilo, fenilo, 4-metilfenilo, 3,4-dimetilfenilo, 3,5-dimetilfenilo, ciclopentilo, ciclohexilo y 1-adamantilo,

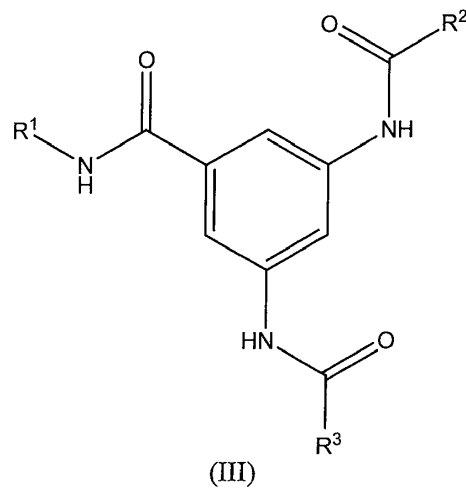
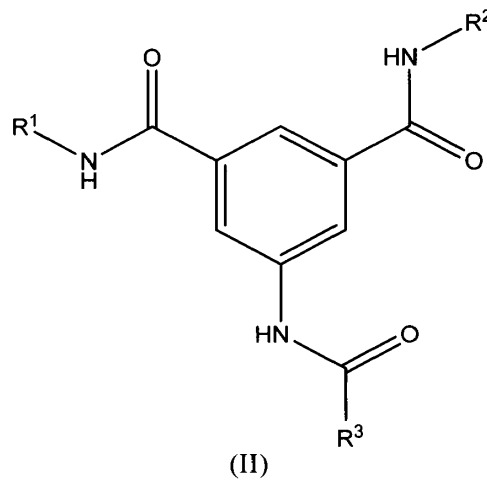
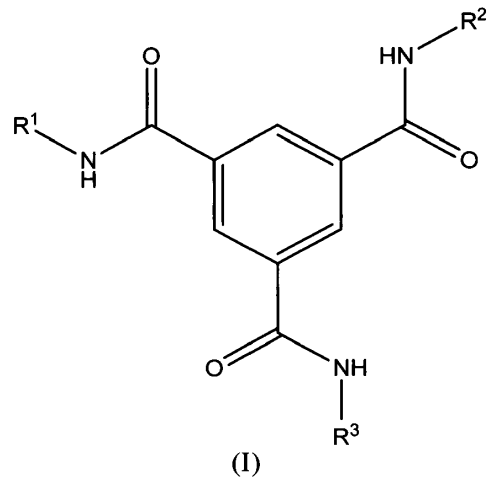
y donde las tres posiciones libres en el anillo de benceno A están no sustituidas o están sustituidas con metilo,

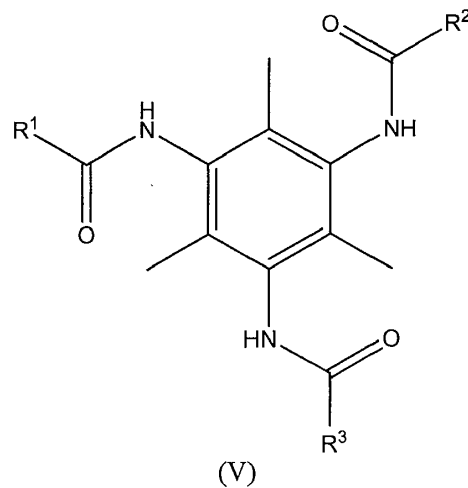
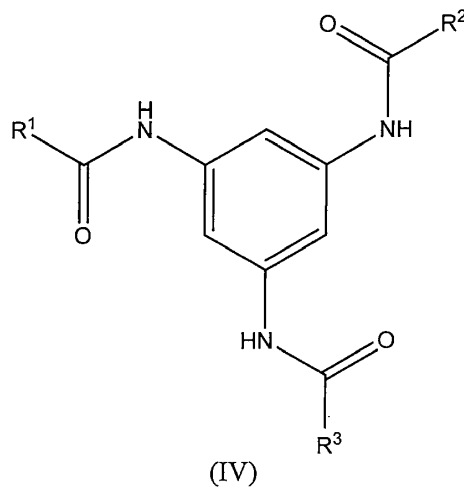
(iii) 1 a 10 % en peso de un agente de expansión no hidrocarbonado y/o uno orgánico, y

(iv) 0 a 18,99 % en peso de otros aditivos.

45 Un agente de nucleación preferido está seleccionado del grupo que consiste en un derivado de ácido 1,3,5-bencenotricarboxílico de fórmula (I), un derivado de ácido 5-aminoisoftálico de fórmula (II), un derivado de ácido 3,5-

diaminobenzoico de fórmula (III), un derivado de 1,3,5-bencenotrisamida de fórmula (IV), un derivado de 2,4,6-trimetil-1,3,5-bencenotrisamida de fórmula (V), y mezclas de los mismos,





donde

5 R¹, R² y R³ están, independientemente uno de otro, seleccionados del grupo que consiste en iso-propilo, terc-butilo, 3-pentilo, neopentilo, iso-pentilo, fenilo, 4-metilfenilo, 3,4-dimetilfenilo, 3,5-dimetilfenilo, ciclopentilo, ciclohexilo y 1-adamantilo.

10 Copolímeros de poliestireno en el sentido de la presente invención son copolímeros de poliestireno de alto impacto (HIPS), copolímeros de estireno-butadieno (SBR), copolímeros de estireno-butadieno-estireno (SBS), copolímeros de estireno-isopreno-estireno (SIS), poli(estireno-etileno/butileno-estireno) (SEBS), copolímeros de estireno-etileno/propileno-estireno (SEPS), copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), copolímeros de estireno-acrilonitrilo (SAN) y copolímeros de acrilonitrilo-estireno-acrilato (ASA).

15 De forma sorprendente, se ha encontrado que una composición que comprende al menos 80 % en peso de una resina de polímero al menos esencialmente amorfo seleccionada del grupo que consiste en poliestireno, copolímeros de poliestireno, y mezclas o combinaciones de los mismos y al menos un agente de nucleación de fórmula (1) proporcionará una espuma polimérica con tamaños de celdilla significativamente menores y con propiedades de aislamiento mejoradas. Parece que los agentes de nucleación de la presente invención tienen una influencia beneficiosa sobre la reducción de la conductividad térmica, la estructura de la espuma, y la estructura de celdilla de la espuma polimérica, la calidad superficial, así como sobre las propiedades mecánicas de la espuma polimérica.

20 Además, el tamaño de celdilla en la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención es significativamente reducido en comparación con espumas poliméricas convencionales. Debido al pequeño tamaño de celdilla, la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención tiene propiedades mecánicas significativamente mejores, tales como resistencia en compresión, módulo o resistencia a la fluencia.

25 Además, la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención tiene una conductividad térmica notablemente reducida (aproximadamente 3 a 10 % de reducción comparada con una espuma convencional) y, como consecuencia, el efecto de aislamiento proporcionado por la espuma polimérica se incrementa notablemente.

Adicionalmente, la presencia del agente de nucleación de acuerdo con la presente invención dio lugar

sorprendentemente a velocidades de producción mejoradas.

Finalmente, un artículo realizado en la espuma polimérica de la presente invención tiene una superficie muy lisa.

5 En química de polímeros, el término "amorfo" significa que no hay punto de fusión y solo un punto de transición vítrea medible por DSC. Tal como se usa en el presente documento, "polímero al menos esencialmente amorfo" significa que una porción de 5 % o menos en peso del polímero tiene una región cristalina y que una porción de al menos 95 % en peso del polímero tiene una región amorfa.

10 La "resina de polímero al menos esencialmente amorfo" usada en la composición para preparar la espuma polimérica de la presente invención comprende al menos 80 % en peso de tal polímero al menos esencialmente amorfo y puede comprender adicionalmente 0 a 20 % en peso de un polímero semicristalino o cristalino mezclado o combinado con el mismo. Preferiblemente, "la resina de polímero al menos esencialmente amorfo" comprende al menos 90 % en peso de dicho polímero al menos esencialmente amorfo, más preferiblemente al menos 95 % en peso de dicho polímero al menos esencialmente amorfo, y lo más preferible 100 % en peso de dicho polímero al menos esencialmente amorfo.

Se han usado previamente agentes de nucleación basados en trisamida de fórmula (I) para controlar el crecimiento cristalino en el polímero en polipropileno isotáctico (i-PP) (documento EP 1 366 116).

15 La síntesis de los compuestos de fórmula (I) a (V) se describe en Abraham *et al.*, "Synthesis and Structure-Efficiency Relations of 1,3,5-Benzenetrisamides as Nucleating Agents and Clarifiers for Isotactic Poly(propylene)", *Macromol. Chem. Phys.* 2010, 211, 171-181; Abraham *et al.*, "A New Class of Ultra-Efficient Supramolecular Nucleating Agents for Isotactic Polypropylene", *Macromol. Chem. Phys.* 2013, 214, 17-24.

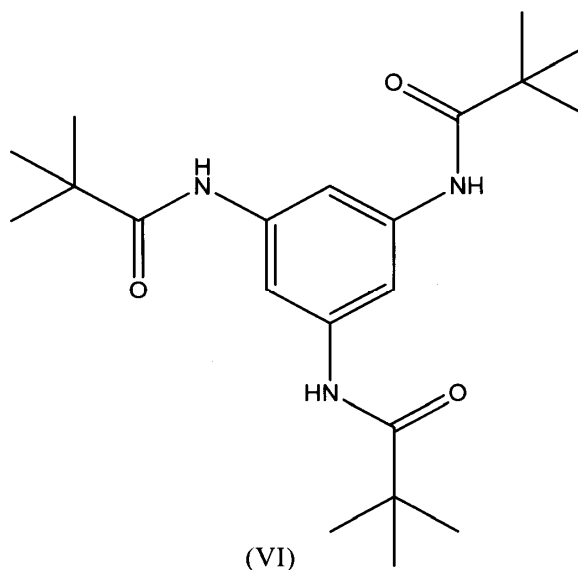
20 Por tanto, en el estado de la técnica, los agentes de nucleación de la presente invención únicamente se han descrito para polímeros cristalinos.

En una forma de realización preferida de la espuma polimérica de la presente invención, R¹, R² y R³ del agente de nucleación están seleccionados del grupo que consiste en iso-propilo, terc-butilo, fenilo, ciclopentilo y ciclohexilo. Más preferiblemente, R¹, R² y R³ son cada uno terc-butilo.

25 En una forma de realización preferida de la espuma polimérica de la presente invención, R¹, R² y R³ del agente de nucleación son preferiblemente los mismos. Esto permite una síntesis sencilla y asequible del agente de nucleación.

De los diferentes agentes de nucleación descritos en el presente documento, las 1,3,5-benzenotrisamidas de fórmula (IV) son las más efectivas y, por tanto, preferidas.

En una forma de realización particularmente preferida, se usa 1,3,5-tris(2,2-dimetilpropanamido)benzeno (VI) como el agente de nucleación.



30 En una forma de realización preferida, la composición para elaborar la espuma polimérica de la presente invención comprende poliestireno (PS). El poliestireno es un polímero aromático sintético elaborado a partir de estireno monómero, un líquido petroquímico. Es una resina muy asequible por peso unitario. El poliestireno es uno de los plásticos usados más ampliamente, siendo la escala de producción de varios billones de kilogramos por año.

35 Las espumas de poliestireno tienden a ser buenos aislantes térmicos y, por lo tanto, se usan con frecuencia como materiales de aislamiento en edificación, tales como en el aislamiento de formas de hormigón y sistemas de edificación

de paneles aislados estructurales. Estas también se usan para estructuras arquitectónicas que no soportan peso (tales como pilares ornamentales). Las espumas de PS también exhiben buenas propiedades de amortiguamiento, y por tanto, se usan ampliamente en embalaje. Una espuma de poliestireno de celdilla cerrada extrudida se comercializa bajo la marca comercial Styrofoam® por Dow Chemical Company, por ejemplo.

5 Preferiblemente, la resina de polímero en la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende al menos 80 % en peso, más preferiblemente al menos 90% en peso, lo más preferible al menos 95 % en peso, de poliestireno al menos esencialmente amorfo. Se prefiere particularmente un homopolímero de poliestireno esencialmente amorfo.

10 El poliestireno esencialmente amorfo tiene preferiblemente un índice de fluidez (MFI) de 0,5 a 50 (5 kg/200 °C), más preferiblemente un MFI de 1 a 25 (5 kg/200 °C), y lo más preferible un MFI de 3 a 11 (5 kg/200 °C).

Preferiblemente, el poliestireno esencialmente amorfo tiene un peso molecular promedio de 30 a 500 kDa, más preferiblemente de 100 a 400 kDa, y lo más preferible de 150 a 300 kDa.

15 La composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención también puede comprender una mezcla de poliestireno que tiene un peso molecular promedio de 30 a 500 kDa (preferiblemente 80 a 99 % en peso) y un poliestireno que tiene un peso molecular promedio de más de 1000 kDa (preferiblemente 1 a 20 % en peso). Tal mezcla permite producir espumas poliméricas más gruesas con una buena calidad. La producción de tal espuma polimérica se describe, por ejemplo, en el documento EP 1 031 600.

De acuerdo con otra forma de realización preferida, la composición comprende un poliestireno de ultra alto peso molecular, que preferiblemente tiene un peso molecular promedio de 1200 a 3500 kDa.

20 La composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención también puede comprender una resina de polímero reciclada, tal como poliestireno reciclado. Así, la resina de polímero al menos esencialmente amorfo puede comprender hasta un 100 % de una resina reciclada, preferiblemente, 0 a 20 %, más preferiblemente 5 a 20 % en peso del contenido de resina de polímero total.

25 Preferiblemente, al menos parte del poliestireno al menos esencialmente amorfo es poliestireno reciclado. El poliestireno reciclado puede ser, por ejemplo, poliestireno reciclado después de consumirse o poliestireno reciclado después de producirse.

30 La composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención también puede contener otros aditivos como se describe en el presente documento a continuación, solos o combinados. En una forma de realización preferida, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende adicionalmente un agente de nucleación inorgánico. Tal agente de nucleación inorgánico está seleccionado preferiblemente del grupo que consiste en talco, por ejemplo, nanotalco, arcilla, por ejemplo, nanoarcilla, arcilla haloisita, o arcilla montmorillonita, sílice de pirólisis, carbonato de calcio, por ejemplo, nanocarbonato de calcio, esferas de vidrio huecas, zeolitas, fibras basadas en magnesio (tales como Hyperform® HPR 803i de Milliken, que tienen una longitud de fibra promedio de 25 micrómetros y una relación de aspecto de 50:1), y mezclas de los mismos.

35 El talco tiene preferiblemente un tamaño de partículas promedio x50 menor de 10 µm y x98 menor de 30 µm, preferiblemente un tamaño de partículas promedio x50 menor de 7 µm y x98 menor de 21 µm, más preferiblemente un tamaño de partículas promedio x50 menor de 2 µm y x98 menor de 6 µm. (X50 se define como el diámetro de partículas donde la mitad de la fracción en masa de las partículas es menor y la mitad de la fracción en masa de las partículas es mayor que el diámetro de partículas x50. Análogamente, x98 se define como el diámetro de partículas donde el 98 % de la fracción en masa de las partículas es menor y 2 % de la fracción en masa de las partículas es mayor que el diámetro de partículas x98).

Agentes de nucleación inorgánicos preferidos son fibras basadas en magnesio - en particular Hyperform® HPR 803i - y talco con un tamaño de partículas promedio x50 menor de 2 µm y x98 menor de 6 µm.

45 En una forma de realización preferida, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende además un agente de expansión. Agentes de expansión adecuados incluyen agentes de expansión no hidrocarbonados, agentes de expansión orgánicos, agentes de expansión químicos y combinaciones de los mismos. Una posible combinación de agentes de expansión es, por ejemplo, un agente de expansión no hidrocarbonado y uno químico, o un agente de expansión orgánico y uno químico, o un agente de expansión no hidrocarbonado, uno orgánico y uno químico.

50 Agentes de expansión no hidrocarbonados adecuados incluyen dióxido de carbono, nitrógeno, argón, agua, aire, óxido nitroso, helio y combinaciones de los mismos. Lo más preferible, el agente de expansión no hidrocarbonado es dióxido de carbono.

55 Agentes de expansión orgánicos adecuados incluyen compuestos hidrocarbonados alifáticos que tienen 1-9 átomos de carbono, alcoholes alifáticos que tienen 1-3 átomos de carbono, cetonas alifáticas que tienen 1-3 átomos de carbono, ésteres alifáticos que tienen 1-3 átomos de carbono, éteres alifáticos que tienen 1-4 átomos de carbono, compuestos hidrocarbonados alifáticos total o parcialmente halogenados que tienen 1-4 átomos de carbono, y

combinaciones de los mismos. Compuestos hidrocarbonados alifáticos preferidos incluyen metano, etano, propano, n-butano, isobutano, n-pentano, isopentano, ciclopentano, neopentano y éter de petróleo. Alcoholes alifáticos preferidos incluyen metanol, etanol, n-propanol e isopropanol. Cetonas alifáticas preferidas incluyen acetona. Ésteres alifáticos preferidos incluyen formiato de metilo. Éteres alifáticos preferidos incluyen dietil éter y dimetil éter.

5 Compuestos hidrocarbonados alifáticos total o parcialmente halogenados preferidos incluyen fluorocarbonos, clorocarbonos y clorofluorocarbonos. Clorofluorocarbonos y fluorocarbonos preferidos son 1,1,1,4,4,4-hexafluoro-2-buteno, 1,1-dicloro-1-fluoro-etano, 2,2-dicloro-1,1,1-trifluoroetano, 1-cloro-1,2-difluoro-etano (HCFC-142a), 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b), 1,1,1,2-tetrafluoroetano, 1,1,1,3,3-pentafluoropropano, 1,1,1,3,3-penta-fluorobutano, 2-cloropropano, diclorodifluorometano (CFC-12), 1,2-dicloro-1,1,2,2-tetrafluoroetano, 1-cloro-1,2-difluoro-etano, 10 triclorotrifluoroetano y/o tricloromonofluorometano (CFC-11), así como mezclas de 1-cloro-1,2-difluoroetano (HCFC-142a) y 1-cloro-1,1-difluoroetano (HCFC-142b), 1,3,3,3-tetrafluoropropeno (HFO-1234ze), 1,1-difluoroetano (HFC-152a), 1,1,1,2-tetrafluoroetano (HFC-134a) y clorodifluorometano (R22). Los compuestos hidrocarbonados alifáticos o los compuestos hidrocarbonados alifáticos total o parcialmente halogenados también pueden estar encapsulados en microesferas (por ejemplo, disponibles de Akzo Nobel como Expancel®).

15 Agentes de expansión orgánicos preferidos son n-butano, iso-butano, etanol, isopropanol, dimetil éter y mezclas de los mismos.

Relaciones de adición preferidas son 0 a 10 % en peso, más preferiblemente 0,1 a 5 % en peso, lo más preferible 0,5 a 4 % en peso, del agente de expansión basado en el peso total de la composición.

20 Se prefieren mezclas de agentes de expansión no hidrocarbonados y orgánicos en una relación de 4:1 a 1:4 en peso, preferiblemente 3:1 a 1:1, más preferiblemente 2:1 a 1:1. Mezclas preferidas contienen dióxido de carbono como agente de expansión no hidrocarbonado y etanol, isopropanol, dimetil éter o mezclas de los mismos como agente de expansión orgánico.

25 Agentes de expansión químicos adecuados incluyen compuestos basados en azocarbonato y basados en hidrazida, tales como azodicarbonamida, azodiisobutironitrilo, bencenosulfonil hidrazida, 4,4'-oxi-bis-(bencenosulfonil semicarbazida), ácidos orgánicos y sus derivados, carbonatos de metales alcalinos, bicarbonatos de metales alcalinos y mezclas de los mismos.

30 Ácidos orgánicos y derivados de ácido preferidos incluyen ácido oxálico y derivados de ácido oxálico, ácido succínico y derivados de ácido succínico, ácido adípico y derivados de ácido adípico, ácido ftálico y derivados de ácido ftálico, y ácido cítrico y derivados de ácido cítrico. Los más preferidos son el ácido cítrico, sales de ácido cítrico, y ésteres de ácido cítrico, y mezclas de los mismos. Los ésteres de ácido cítrico preferido son aquellos de alcoholes superiores, tales como estearil o lauril citrato, y los mono- y diésteres de ácido cítrico con alcoholes inferiores que tienen 1-8 átomos de carbono. Alcoholes inferiores adecuados de los cuales pueden formarse estos ésteres de ácido cítrico son, por ejemplo: Metanol, etanol, propanol, isopropanol, n-butanol, iso-butanol, sec-butanol, terc-butanol, n-pentanol, n-pentan-2-ol, n-pentan-3-ol, n-hexan-3-ol y hexanoles isoméricos, n-heptan-1-ol, n-heptan-2-ol, n-heptan-3-ol, n-35 heptan-4-ol y heptanoles isoméricos, n-octan-1-ol, n-octan-2-ol, n-octan-3-ol, n-octan-4-ol y octanoles isoméricos, ciclopentanol y ciclohexanol. Adicionalmente, pueden usarse dioles o polioles con 1-8 átomos de carbono, tales como etilenglicol, glicerol, pentaeritrol o polietilenglicoles inferiores, por ejemplo, dietilenglicol, trietilenglicol o tetraetilenglicol. Los mono- o diésteres con alcoholes monohidroxilados que tienen 1-6 átomos de carbono son preferidos y los mono- o diésteres con alcoholes monohidroxilados que tienen 1-4 átomos de carbono son los más 40 preferidos. Los monoésteres, tales como monometil citrato, monoetil citrato, monopropil citrato, monoisopropil citrato, mono-n-butil citrato y mono-terc-butil citrato son particularmente preferidos.

45 Agentes de expansión química adicionalmente preferidos son carbonatos de metales alcalinos o alcalinotérreos, bicarbonatos de metales alcalinos o alcalinotérreos, tales como carbonato de calcio, carbonato de magnesio, bicarbonato de calcio, bicarbonato de magnesio, bicarbonato de amonio, carbonato de sodio, carbonatos de potasio. Los más preferidos son bicarbonato de calcio, bicarbonato de sodio y mezclas de los mismos.

Lo más preferible, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende un agente de expansión seleccionado del grupo que consiste en CO₂, n-butano, iso-butano, etanol, isopropanol, dimetil éter, ácido cítrico, bicarbonato de sodio y mezclas de los mismos.

50 Preferiblemente, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende adicionalmente un absorbedor IR basado en carbono o un absorbedor IR no basado en carbono para mejorar adicionalmente las propiedades térmicas de la espuma. Absorbedores IR basados en carbono posibles son, por ejemplo, negro de carbono, carbón activado, grafito, nanotubos de carbono, grafeno, grafito oxidado térmicamente reducido u óxido de grafeno. Se prefieren especialmente el grafito y el grafeno, en particular el grafito. Preferiblemente, la composición comprende el absorbedor IR basado en carbono o no basado en carbono en una cantidad de 0 a 4 % 55 en peso, más preferiblemente 0,1 a 3 % en peso, relativo al peso total de la composición.

Sin embargo, también es posible obtener excelentes propiedades de aislamiento térmico si la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende absorbedores IR no basados en carbono. Tales espumas son absolutamente blancas y no pueden apreciarse tonos grises o plateados. Esto es particularmente

ventajoso puesto que permite producir artículos finales en colores brillantes y muy limpios, por ejemplo, naranja, verde o rosa brillante.

Adicionalmente, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención puede comprender adicionalmente un compuesto con características retardadoras de llama, estando seleccionado preferiblemente dicho retardador de llama del grupo que consiste en hexabromociclododecano (HBCD), retardadores de llama poliméricos bromados, preferiblemente copolímeros de bloque de poliestireno-polibutadieno bromados con un contenido en Br de 50 a 80 % en peso (por ejemplo, Emerald Innovation™ 3000 de Chemtura), trihidróxido de aluminio, hidróxido de magnesio, trióxido de antimonio, borato de cinc, tetrabromobisfenol A, oligómero de carbonato tetrabromobisfenol A terminado en fenoxi, peróxido de terc-butil cumilo, decabromodifenil etano, tetrabromobisfenol A bis(2,3-dibromopropil éter), óxido de pentabromodifenilo, óxido de octabromodifenilo, poli(dibromoestireno), tribromofenil aill éter, acrilato de poli(pentabromobencilo), y compuestos sinérgicos, tales como 2,3-dimetil-2,3-difenil butano y peróxido de dicumilo. Retardadores de llama preferidos son HBCD y copolímeros de bloque de poliestireno-polibutadieno bromados con un contenido en Br de 50 a 80 % en peso.

Adicionalmente, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención puede comprender adicionalmente un estabilizador de celdilla, tal como erucamida, monoestearato de glicerol o tristearato de glicerol.

Adicionalmente, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención puede comprender adicionalmente un plastificante. Plastificantes adecuados incluyen acrilatos, monoéster de glicerol totalmente acetilado sobre ácido 12-hidroxiesteárico, monoestearato de glicerol totalmente acetilado y mezclas de los mismos, así como homopolímeros y copolímeros de acrilato de menor peso molecular. Se prefieren los copolímeros de acrilato de butilo con ácido acrílico y sus sales, amidas y ésteres, con metacrilatos, acrilonitrilo, ésteres de ácido maleico y acetato de vinilo, cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, estireno, butadieno, poliésteres insaturados y aceites secantes. Los más preferidos son copolímeros de acrilato de butilo con estireno, especialmente aquellos con pesos moleculares menores de 80 kDa, incluso más preferido con pesos moleculares menores de 5 kDa.

Adicionalmente, la composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención puede comprender adicionalmente un agente antigoteo, que es preferiblemente un polvo de fluorocarbono, en particular politetrafluoroetileno (PTFE).

La composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención puede comprender adicionalmente aditivos habituales en un intervalo de concentración que no afecta adversamente el efecto beneficioso de la invención, por ejemplo, 0,0001 a 15 % en peso, preferiblemente 0,01 a 10 % en peso, especialmente 0,1 a 5 % en peso, basado en el peso total de la composición. Aditivos habituales adecuados incluyen colorantes, pigmentos, tintes, estabilizadores, antioxidantes, agentes antibacterianos, termoestabilizadores, estabilizadores de la luz, neutralizadores, agentes antiestáticos, agentes antibloqueo, abrillantadores ópticos, agentes de inactivación de metales pesados, agentes hidrófobos, peróxidos, captadores de agua, captadores de ácidos, hidrotalcitas, elastómeros, modificadores de la resistencia al impacto, auxiliares de procesado y similares, y también mezclas de los mismos.

La composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención está seleccionada preferiblemente del grupo que consiste en una composición de mezcla madre y una composición final.

Una "composición de mezcla madre", tal como se usa en esta solicitud, es un concentrado que comprende la cantidad total del agente activo, por ejemplo, un agente de nucleación, junto con una cantidad reducida del polímero al menos esencialmente amorfo o con un vehículo adecuado. Una composición de mezcla madre está destinada a ser añadida a más de la resina de polímero al menos esencialmente amorfo.

La composición usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención puede comprender el agente de nucleación en una cantidad relativa de 0,001 a 20 % en peso del peso total de la composición.

Si la composición es una "composición final" esta preferiblemente comprende 0,001 a 0,2 % en peso del agente de nucleación de fórmula (1). También es posible usar mayores concentraciones del agente de nucleación, sin embargo se ha observado que no hay ventaja o poca ventaja.

Si la composición es una composición de mezcla madre, esta preferiblemente comprende 0,1 a 20 % en peso, preferiblemente 0,2 a 10 % en peso, más preferiblemente 0,3 a 5 % en peso, del agente de nucleación de fórmula (1). Tal concentrado se añadirá generalmente al (resto del) polímero antes del moldeo.

Una "composición final" tal como se usa en esta solicitud, es una composición de polímero, que está lista para la preparación de la espuma polimérica. Así, la composición final comprende todos los componentes y aditivos de la espuma polimérica que va a prepararse a partir de la misma, pero no necesariamente el gas que forma los poros en la espuma. En particular, la composición final comprende tanto el polímero al menos esencialmente amorfo como el agente de expansión en las cantidades finales que también estarán presentes en la espuma polimérica.

La composición final usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención comprende al menos

80 % en peso de la resina de polímero al menos esencialmente amorfo, preferiblemente al menos 90 %, y más preferiblemente al menos 95 %, mientras que el resto que hace el 100 % en peso son los agentes de nucleación y los componentes adicionales que se han especificado antes.

5 Las resinas de polímero preferidas y agentes de nucleación preferidos son los mismos para la composición final y el artículo de espuma polimérica preparados de la misma que se han citado antes para la composición en general, así como los posible aditivos.

10 La composición final usada en la elaboración de la espuma polimérica de la presente invención, en particular una composición de mezcla madre, puede prepararse mezclando juntos los respectivos componentes. La mezcla de los componentes puede producirse en una etapa o en una pluralidad de etapas. Como aparatos de mezcla para mezcla física, es posible usar los aparatos de mezcla habituales en la industria de plástico, preferiblemente un aparato seleccionado del grupo que consiste en extrusoras, amasadoras, prensas, máquinas de moldeo por inyección y mezcladoras de cuchillas. La mezcla se produce preferiblemente de forma continua o por lotes, de forma particularmente preferida continua. La mezcla se lleva a cabo preferiblemente a una temperatura de 80 a 330 °C, más preferiblemente de 130 a 300 °C, incluso más preferiblemente de 180 a 295 °C, especialmente de 200 a 290 °C.

15 En otra forma de realización de la invención los componentes se añaden a temperatura ambiente a un vehículo de mezcla madre, típicamente un aceite y se mezcla con este vehículo.

20 El tiempo de mezcla es preferiblemente de 5 s a 10 h. El tiempo de mezcla en el caso de mezcla continua es preferiblemente de 5 s a 1 h, más preferiblemente de 10 s a 15 min. El tiempo de mezcla en el caso de mezcla por lotes es preferiblemente de 1 min a 10 h, más preferiblemente de 2 min a 8 h, en particular de 2 min a 5 h, especialmente de 2 min a 1 h, de forma particularmente preferiblemente de 2 a 15 min.

El artículo polimérico espumado de la presente invención se prepara a partir de la composición descrita antes. En particular, todas las formas de realización preferidas descritas antes para la composición también son de aplicación al artículo polimérico espumado (= espuma polimérica).

25 Dicha espuma polimérica tiene un contenido de celdillas cerradas de más de 92 %, preferiblemente más de 95% y más preferiblemente más de 97 %, como se determina por picnometría de gases (DIN EN ISO 4590). Tal alto contenido de celdillas cerradas tiene como resultado una superficie muy lisa así como una muy buena resistencia frente a la entrada de agua.

30 Las celdillas en la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención tienen un tamaño de celdilla promedio de menos de 100 µm, preferiblemente de menos de 80 µm, más preferiblemente de menos de 60 µm, incluso más preferiblemente de menos de 50 µm, y lo más preferible de menos de 40 µm. El tamaño de celdilla promedio se obtiene generalmente de fotografías al microscopio óptico, midiendo los diámetros de las celdillas de espuma y calculando su diámetro promedio.

35 Gracias al pequeño tamaño de celdilla, no solo las propiedades mecánicas y térmicas de la espuma polimérica son significativamente mejores, sino que también la facilidad de impresión sobre la espuma polimérica está significativamente mejorada.

La espuma polimérica de la presente invención que comprende poliestireno tiene una densidad reducida de más de 90 % en peso, preferiblemente más de 94 %, más preferiblemente más de 95 % en peso, incluso más preferiblemente más de 96,5 % y lo más preferible más de 97 % en peso, todas comparadas con poliestireno compacto (no espumado).

40 Preferiblemente, tal espuma polimérica tiene una densidad de 10 - 65 kg/m³, más preferiblemente de 15 - 55 kg/m³. Preferiblemente, la espuma polimérica tiene además un área de sección transversal de al menos (20 x 1,2) cm², preferiblemente de al menos (22,5 x 1,5) cm², más preferiblemente de al menos (25 x 1,8) cm² en un proceso de producción continuo. Incluso más preferido, un panel preparado a partir de la espuma polimérica de la presente invención pasa la prueba de retardo de llama B2, incluso más preferiblemente la B1, según la norma DIN 4102.

La espuma polimérica de la invención puede prepararse por un método que comprende las etapas de

- 45 (a) añadir un agente de nucleación de fórmula (1) como se ha descrito antes
y opcionalmente un aditivo como se ha especificado antes, preferiblemente un agente de expansión química, retardador de llama, agente de nucleación inorgánico, plastificante y/o colorante a una resina de polímero como se ha especificado antes, preferiblemente en forma de granza, para formar una composición de polímero;
- (b) fundir la composición de polímero obtenida en la etapa (a) para obtener una masa fundida de polímero; y
- 50 (c) extrudir la masa fundida de polímero de la etapa (b) en una extrusora en presencia de un agente de expansión;
- (d) enfriar la masa fundida de polímero y formar la espuma polimérica.

Las etapas (a) a (d) pueden llevarse a cabo en una extrusora, tal como una extrusora de husillo simple, una extrusora

de husillo doble o una mezcladora en continuo Farrel. Durante dichas etapas, la resina de polímero es calentada hasta por encima de la temperatura de fusión.

De forma conveniente, los agentes de expansión no hidrocarbonados y/u orgánicos se añaden en la masa fundida de polímero en la sección media de la primera extrusora usando bombas de alta presión o HPLC respectivamente.

5 De acuerdo con otra forma de realización, la espuma polimérica se prepara por un método que comprende las etapas de

(a) premezclar el agente de nucleación de fórmula (1) y opcionalmente uno o más de los aditivos que se han especificado antes con la resina de polímero, preferiblemente en forma de granza, para obtener una composición de polímero;

10 (b) calentar la composición de polímero obtenida en la etapa (a) hasta una temperatura por encima de la temperatura de fusión del polímero para obtener una masa fundida de polímero;

(c) añadir un agente de expansión no hidrocarbonado y/o uno o más agentes de expansión orgánicos a la masa fundida de polímero, de forma conveniente usando una bomba de alta presión;

15 (d) homogeneizar la mezcla obtenida en la etapa (c) y disolver el agente de expansión no hidrocarbonado y/o uno o más agentes de expansión orgánicos en la masa fundida de polímero; y

(e) extrudir la mezcla homogeneizada y enfriarla en una extrusora para formar la espuma polimérica mediante una caída de presión hasta la presión ambiente o presión por debajo de la ambiente en la boquilla de extrusión.

20 Las etapas (a) a (d) pueden llevarse a cabo en una primera extrusora, tal como una extrusora de husillo simple, una extrusora de husillo doble o una mezcladora en continuo Farrel. La etapa (e) puede llevarse a cabo en la misma extrusora, o la mezcla homogeneizada obtenida en la etapa (d) puede transferirse a una segunda extrusora antes de la extrusión de la etapa (e).

En ambos métodos, los artículos terminados pueden producirse directamente en la salida de la primera o segunda extrusora usando una boquilla de extrusión (proceso XPS).

25 En una forma de realización preferida, concentrados del agente de nucleación y opcionalmente concentrados de los aditivos, preferiblemente de los retardadores de llama, agentes de nucleación inorgánicos, estabilizadores de celdilla, plastificantes, agentes de expansión química, absorbedores IR, agentes antigoteo y colorantes, se preparan como mezclas madre separadas o en una o más mezclas madres usando el polímero esencialmente amorfo como vehículo. Esta mezclas madre se combinan y homogeneizan y alimentan juntas con el polímero esencialmente amorfo en la garganta principal de una primera extrusora, preferencialmente una extrusora de husillo simple corotatoria.

30 La espuma polimérica puede prepararse por un método que comprende las etapas de

(a) fundir y mezclar las mezclas madre que contienen el agente de nucleación de fórmula (1) y opcionalmente los aditivos, preferiblemente los retardadores de llama, agentes de nucleación inorgánicos, estabilizadores de celdilla, plastificantes, agentes de expansión química, absorbedores IR, agente antigoteo y/o colorantes, con el polímero esencialmente amorfo, preferiblemente en forma de granza,

35 (b) añadir los agentes de expansión no hidrocarbonados y/u orgánicos a la masa fundida de polímero, de forma conveniente usando una bomba de alta presión,

(c) disolver los agentes de expansión no hidrocarbonados y/u orgánicos en la masa fundida de polímero

(d) enfriar la masa fundida de polímero cerca del punto de fusión del polímero

40 (e) proporcionar una caída de presión hacia la presión ambiente o por debajo de la ambiente en la boquilla de la extrusora para producir la espuma.

45 De forma alternativa, el gas disuelto puede atraparse en el polímero por enfriamiento rápido y el filamento de polímero que sale de una boquilla de extrusión redonda se corta en granza de pequeño tamaño. En este caso, el artículo terminado se crea expandiendo las granzas de pequeño tamaño hasta una forma deseada suministrando energía, tal como calor, vapor de agua, microondas, radiación UV. Preferiblemente, las granzas se expanden por medio de vapor de agua tal que estas se funden parcialmente o se pegan entre sí (proceso EPS).

Preferiblemente, la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención se prepara por un proceso continuo, por ejemplo, extrusión en tándem. En este caso, la espuma polimérica se forma preferiblemente por una boquilla de extrusión unida a la extrusora.

50 La espuma polimérica de la presente invención puede producirse por extrusión de hojas, extrusión de paneles, extrusión de perfiles, extrusión de hojas espumadas, de los cuales en una segunda etapa se preparan artículos por

embutición profunda (por ejemplo, para embalaje, artículos duraderos, decoraciones de paredes, bandejas de alimentos o embalaje de alimentos). Adicionalmente, la espuma de acuerdo con la presente invención puede producirse por moldeo de películas sopladas, moldeo por extrusión soplado o moldeo por inyección.

5 La espuma polimérica de acuerdo con la presente invención puede usarse en un panel aislante para edificación y construcción, incluyendo, aunque sin limitarse a, aislamiento de perímetros, aislamiento térmico de techos planos, aislamiento de suelos, aislamiento de muros exteriores, aislamiento térmico de techos, aislamiento de techos empinados, accesorios interiores, paneles tipo sándwich, aislamiento de tuberías, capas de protección frente a heladas para edificación y vías de transporte (por ejemplo, puede aplicarse como aislamiento debajo de autopistas, calles, puentes o pistas de aterrizaje).

10 Adicionalmente, la espuma polimérica de la presente invención puede usarse en un artículo decorativo, incluyendo, aunque sin limitarse a, molduras de construcción, perfiles extrudidos, molduras componentes de puentes, marcos de ventana, marcos de fotografías, cajas, molduras, artículos espumados.

Adicionalmente, la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención puede usarse en un material de embalaje para alimentos o componentes electrónicos, para artículos médicos o artículos de consumo.

15 Adicionalmente, la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención puede usarse en piezas de automóviles, incluyendo, aunque sin limitarse a, piezas de la puerta lateral, tiradores de puertas, salpicaderos, piezas del guarnecido interior, manguitos de entrada de aire, carcasas para baterías, encapsulaciones para el motor, carcasas para el filtro de aire.

Adicionalmente, la espuma polimérica de acuerdo con la presente invención puede usarse como aislante acústico.

20 Métodos de prueba:

Las propiedades del producto se determinan por los siguientes métodos, a no ser que se indique de otro modo:

La determinación de la densidad de los paneles espumados producidos se lleva a cabo de acuerdo con la norma ISO 1183 (kg/m³).

25 El tamaño de celdilla promedio (diámetro de celdilla) se obtiene a partir de imágenes de microscopio óptico, midiendo el diámetro de las celdillas espumadas y calculando su diámetro promedio.

La determinación de las propiedades de aislamiento se lleva a cabo usando un Medidor de la Conductividad Térmica Linseis, usando el método del Puente Caliente Transitorio (DIN EN 993-14, DIN EN 993-15), que proporciona la conductividad térmica Lambda en mW/(m*K). La determinación del contenido de celdillas abiertas se realiza por picnometría de gases (DIN ISO 4590).

30 Sustancias usadas:

Componente P: (polímero al menos esencialmente amorfo)	Poliestireno de uso general (Styrolution® PS 153F) con un Índice de Fluidez Volumétrica (200 °C/ 5 kg, según ISO 1133) de 75 cm ³ /10 min
Componente A: (agente de nucleación)	1,3,5-tris(2,2-dimetilpropanamido)benceno de fórmula (VI)
Componente B1: (agente de nucleación inorgánico)	Talco con tamaño de partículas promedio x50 menor de 7 µm y x98 menor de 21 µm
Componente C: (agente de expansión no hidrocarbonado)	CO ₂
Componente D1: (agente de expansión orgánico)	Etanol
Componente D2: (agente de expansión orgánico)	Isobutano
Componente E1: (agente de expansión química)	Mezcla equimolar de ácido cítrico y bicarbonato de sodio
Componente E2: (agente de expansión química)	Bicarbonato de sodio
Componente F1: (retardador de llama)	Hexabromociclododecano estabilizado

Componente F2: (retardador de llama)	Copolímero de bloque de polibutadieno bromado estabilizado con un contenido en bromo de 64 % en peso y un punto de reblandecimiento de 120 °C
Componente H1: (plastificante)	Copolímero de acrilato de butilo con estireno con pesos moleculares menores de 5 kDa
Componente H2: (plastificante)	Mezcla de monoéster de glicerol totalmente acetilado sobre ácido 12-hidroxiesteárico (85 - 90 % en peso) y monoestearato de glicerol totalmente acetilado (15 - 10 % en peso)

En los siguientes ejemplos, los porcentajes están en peso basados en el peso total de la mezcla o el artículo, a no ser que se indique de otro modo; las partes son partes en peso; "Comp" significa Ejemplo comparativo.

Preparación de mezclas madre

5 MB38 (agente de nucleación de la invención):

se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 180 a 240 °C) 0,5 partes de componente A y 99,5 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB38.

MB1 (agente de nucleación inorgánico):

10 se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 180 a 240 °C) 10 partes de componente B1 y 90 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB1.

MB60 (agente de expansión química):

se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 120 a 180 °C) 15 partes de componente E1 y 85 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB60.

MB61 (agente de expansión química):

15 se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 120 a 180 °C) 30 partes de componente E2 y 70 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB61.

MB17 (retardante de llama):

se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 180 a 240 °C) 50 partes de componente F1 y 50 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB17.

20 MB16 (retardante de llama):

se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 180 a 240 °C) 50 partes de componente F2 y 50 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB16.

MB41 (plastificante):

25 se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 180 a 240 °C) 5 partes de componente H1 y 95 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB41.

MB44 (plastificante):

se homogeneizan juntos en una extrusora de husillo doble (temperatura de la extrusora: 180 a 240 °C) 5 partes de componente H2 y 95 partes de componente P para proporcionar la mezcla madre MB44.

Preparación de las espumas poliméricas:

30 Las mezclas madre respectivas se combinan y alimentan junto con el Polímero P en una línea de extrusión en tándem, que consiste en una primera extrusora, que es una extrusora de husillo doble con 30 mm de diámetro y L/D de 30 y está conectada a una segunda extrusora, que es una extrusora de husillo simple con 60 mm de diámetro y L/D de 30 (Berstorff Schaumtandex ZE30 / KE60). Los agentes de expansión no hidrocarbonado y/u orgánico se añaden a la masa fundida de polímero en la sección media de la primera extrusora usando bombas de alta presión o HPLC, respectivamente. La presión en la primera extrusora está entre 13000 y 20000 kPa. La segunda extrusora tiene una boquilla de extrusión ancha controlada por temperatura de 150 mm de anchura que puede ajustarse en altura entre 0,5 y 2 mm. La presión en la boquilla fue de 6800 – 7600 kPa.

Usando un dispositivo calibrador, se produce continuamente material de aislamiento espumado de una anchura entre 200 y 400 mm y una altura entre 12 y 35 mm a unas velocidades de producción de 30 a 40 kg/h. Este material

ES 2 774 336 T3

espumado continuo (panel espumado) se corta en paneles de la longitud deseada.

Las velocidades de arrastre típicas del calibrador están entre 2 y 5 metros por minuto.

Las características de las espumas poliméricas obtenidas a partir de las mezclas madre anteriores se resumen en los ejemplos siguientes.

- 5 En los siguientes ejemplos la cantidad añadida de los agentes de expansión no hidrocarbonado y orgánico está basada en el peso total de la suma del polímero P y las mezclas madre.

Ejemplo comparativo 1:

- 10 Se produjo un panel espumado usando 0,3 % de MB1, 3,5 % de MB17, 96,2 % de Polímero P, 3,3 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 1179 μm y la densidad del panel espumado fue 37 kg/m^3 . Contenido de celdillas abiertas 6 %.

Ejemplo 1:

Se produjo un panel espumado usando 6 % de MB38, 3,5 % de MB17, 90,5 % de Polímero P, 3,3 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 49 μm y la densidad del panel espumado fue 49 kg/m^3 . Contenido de celdillas abiertas 2 %.

- 15 Sorprendentemente, usando la misma cantidad de agentes de nucleación el tamaño de celdilla se redujo desde 1179 μm a 49 μm .

Ejemplo comparativo 2:

- 20 Se produjo un panel espumado usando 6 % de MB1, 3,5 % de MB17, 90,5 % de Polímero P, 3,3 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 186 μm y la densidad del panel espumado fue 46 kg/m^3 . Contenido de celdillas abiertas 3 %.

Ejemplo 2:

- 25 Se produjo un panel espumado usando 6 % de MB38, 5,7 % de MB1, 3,5 % de MB17, 84,8 % de Polímero P, 3,3 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 40 μm y la densidad del panel espumado fue 53 kg/m^3 . La conductividad térmica se redujo en un 4 % comparada con el Ejemplo comparativo 2. Contenido de celdillas abiertas 2,5 %.

Ejemplo comparativo 3:

Se produjo un panel espumado usando 6 % de MB1, 3,5 % de MB17, 90,5 % de Polímero P, 4,0 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 227 μm y la densidad del panel espumado fue 46 kg/m^3 .

- 30 Ejemplo 3:

Se produjo un panel espumado usando 6 % de MB38, 5,7 % de MB1, 3,5 % de MB17, 84,8 % de Polímero P, 4,0 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 24 μm y la densidad del panel espumado fue 52 kg/m^3 .

Ejemplo comparativo 4:

- 35 Se produjo un panel espumado usando 3 % de MB1, 3,5 % de MB17, 93,5 % de Polímero P, 3,3 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 280 μm y la densidad del panel espumado fue 44 kg/m^3 .

Ejemplo 4:

- 40 Se produjo un panel espumado usando 4 % de MB38, 2,8 % de MB1, 3,5 % de MB17, 89,7 % de Polímero P, 3,3 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 23 μm y la densidad del panel espumado fue 61 kg/m^3 .

Ejemplo 5:

- 45 Se produjo un panel espumado usando 4 % de MB38, 0,5 % de MB60, 3 % de MB41, 3,5 % de MB17, 89 % de Polímero P, 4,0 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 39 μm y la densidad del panel espumado fue 46 kg/m^3 . Se produjo un panel espumado de densidad similar comparado con el Ejemplo comparativo 2, pero la conductividad térmica se redujo en un 8 %.

ES 2 774 336 T3

Ejemplo 6:

5 Se produjo un panel espumado usando 3 % de MB38, 0,5 % de MB60, 3 % de MB44, 3,5 % de MB17, 90 % de Polímero P, 3,5 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 46 μm y la densidad del panel espumado fue 54 kg/m^3 . Se produjo un panel espumado de densidad similar comparado con el Ejemplo comparativo 2, pero la conductividad térmica se redujo en un 4 %. Contenido de celdillas abiertas 2 %.

Ejemplo 7:

10 Se produjo un panel espumado usando 3 % de MB38, 0,5 % de MB61, 3 % de MB41, 3,5 % de MB17, 90 % de Polímero P, 3,5 % de componente C, 2,0 % de componente D1, y 1 % de componente D2. El diámetro de celdilla de este panel fue 29 μm y la densidad del panel espumado fue 56 kg/m^3 . Se produjo un panel espumado de densidad similar comparado con el Ejemplo comparativo 2, pero la conductividad térmica se redujo en un 8%. Contenido de celdillas abiertas 2 %.

Ejemplo 8:

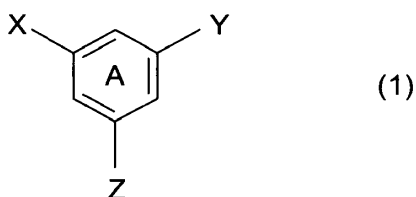
15 Se produjo un panel espumado usando 4 % de MB38, 0,5 % de MB60, 3 % de MB41, 3,8 % de MB16, 88,7 % de Polímero P, 4,0 % de componente C, y 2,3 % de componente D1. El diámetro de celdilla de este panel fue 52 μm y la densidad del panel espumado fue 55 kg/m^3 .

REIVINDICACIONES

5 1. Un artículo polimérico espumado que tiene un contenido de celdillas cerradas de más de 92 %, determinado por pycnometría de gases de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4590, un tamaño de celdilla promedio de menos de 100 micrómetros, determinado a partir de imágenes de microscopio óptico, midiendo los diámetros de las celdillas de la espuma y calculando su diámetro promedio, y que comprende

(i) 80 % a 98,99 % en peso de un polímero al menos esencialmente amorfo seleccionado del grupo que consiste en poliestireno, copolímeros de poliestireno, y mezclas o combinaciones de los mismos, donde el polímero al menos esencialmente amorfo tiene una porción de 5 % en peso o menos de una región cristalina y al menos 95 % en peso de una región amorfa;

10 (ii) 0,01 % a 0,5 % en peso de un agente de nucleación de fórmula (1)



donde

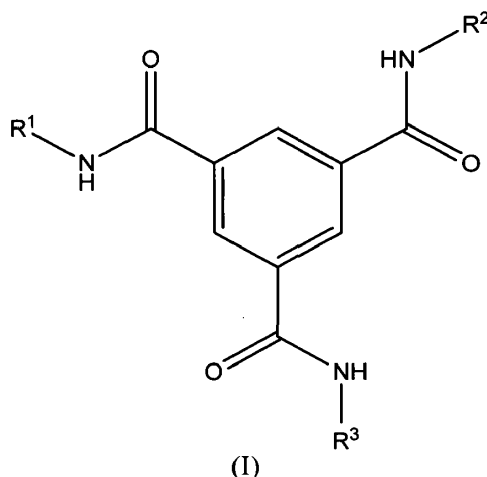
15 X, Y, y Z independientemente uno de otro, denotan -CONHR o -NHCOR, donde cada R independientemente está seleccionado del grupo que consiste en iso-propilo, terc-butilo, 3-pentilo, neopentilo, iso-pentilo, fenilo, 4-metilfenilo, 3,4-dimetilfenilo, 3,5-dimetilfenilo, ciclopentilo, ciclohexilo y 1-adamantilo,

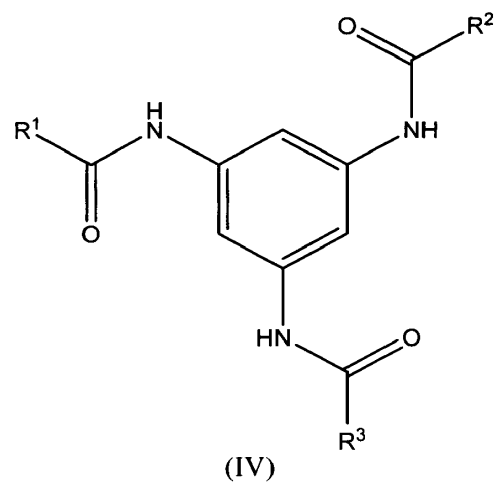
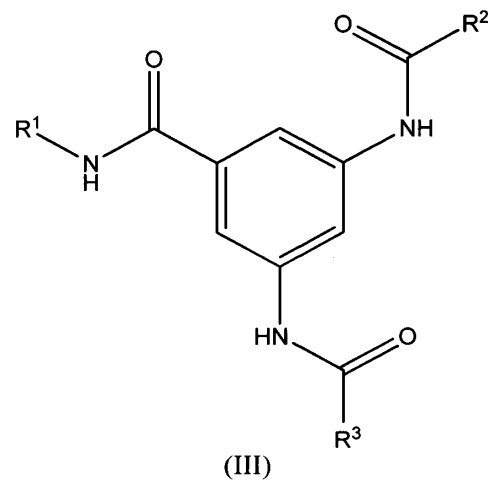
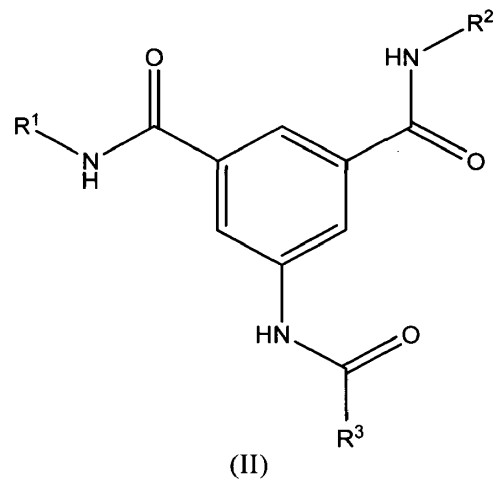
y donde las tres posiciones libres en el anillo de benceno A están no sustituidas o están sustituidas con metilo.

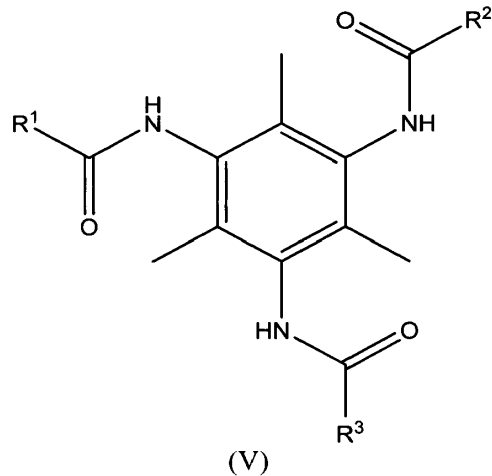
(iii) 1 a 10 % en peso de un agente de expansión no hidrocarbonado y/o uno orgánico, y

(iv) 0 a 18,99 % en peso de otros aditivos.

20 2. El artículo polimérico espumado según la reivindicación 1, donde el agente de nucleación está seleccionado del grupo que consiste en un derivado de ácido 1,3,5-benzenotricarboxílico de fórmula (I), un derivado de ácido 5-aminoisoftálico de fórmula (II), un derivado de ácido 3,5-diaminobenzoico de fórmula (III), un derivado de 1,3,5-benzenotrisamida de fórmula (IV), un derivado de 2,4,6-trimetil-1,3,5-benzenotrisamida de fórmula (V), y mezclas de los mismos,







donde

R¹, R² y R³ están independientemente uno de otro seleccionados del grupo que consiste en iso-propilo, terc-butilo, 3-pentilo, neopentilo, iso-pentilo, fenilo, 4-metilfenilo, 3,4-dimetilfenilo, 3,5-dimetilfenilo, ciclopentilo, ciclohexilo y 1-adamantilo.

- 5 3. El artículo polimérico espumado según la reivindicación 2, caracterizado por que R¹, R² y R³ son terc-butilo.
4. El artículo polimérico espumado según la reivindicación 2 o 3, caracterizado por que el agente de nucleación es un derivado de 1,3,5-bencenotrisamida de fórmula (IV).
- 10 5. El artículo polimérico espumado según la reivindicación 1, caracterizado por que al menos parte del poliestireno al menos esencialmente amorfo es poliestireno reciclado.
6. El artículo polimérico espumado según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que este comprende un agente de expansión seleccionado del grupo que consiste en CO₂, n-butano, iso-butano, etanol, isopropanol, dimetil éter, y mezclas de los mismos.
- 15 7. El artículo polimérico espumado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el artículo polimérico espumado tiene una densidad de 10 - 65 kg/m³.
8. El artículo polimérico espumado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde dicho artículo polimérico espumado tiene un contenido de celdillas cerradas de más de 95 % y preferiblemente más de 97 %.
9. Uso del artículo polimérico espumado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 como un panel de aislamiento, un artículo decorativo, un material de embalaje para alimentos o productos electrónicos, o en piezas para automóviles.