



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 296 002**

51 Int. Cl.:

C08J 9/16 (2006.01)

C08J 9/00 (2006.01)

C08L 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05009648 .6**

86 Fecha de presentación : **03.05.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1605013**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2005**

54 Título: **Poliestireno expansible.**

30 Prioridad: **13.05.2004 DE 10 2004 023 591**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73 Titular/es: **Clariant Produkte (Deutschland) GmbH**
Bruningstrasse 50
65929 Frankfurt am Main, DE

72 Inventor/es: **Lechner, Christian y**
Hohner, Gerd

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Poliestireno expansible.

5 El invento se refiere a un poliestireno expansible (EPS), que contiene ceras poliolefinicas, las cuales se habían preparado con ayuda de catalizadores de metalocenos.

10 Presenta una importancia especial en el caso de la preparación de un poliestireno expansible la estructura de una espuma. La homogeneidad y el tamaño de las celdas individuales determinan las propiedades de una espuma, es decir la expansibilidad y el período de tiempo de descomposición de la presión así como las propiedades de los materiales espumados, tales como por ejemplo la calidad superficial, las propiedades mecánicas (rigidez) y las ópticas. Con un número creciente de celdas, es decir celdas más finas, los períodos de tiempo de desmoldeo (períodos de tiempo de descomposición de la presión) disminuyen drásticamente, una elevación de los números de celdas de 6 a 12 por mm produce aproximadamente una división por la mitad del período de tiempo de desmoldeo. De esta manera se aumenta esencialmente la rentabilidad en el caso de la preparación. Unas estructuras más finas de las celdas dan lugar además a una rigidez elevada así como a un aspecto ópticamente “más blanco”.

15 Esta estructura celular homogénea y más fina, que se ha de pretender, se consigue con ayuda de los denominados agentes formadores de núcleos (agentes de nucleación), que se añaden al realizar la polimerización de un poliestireno expansible. En ausencia de estos agentes formadores de núcleos se forman celdas de diversos tamaños. Esto repercute negativamente sobre las propiedades mecánicas y ópticas, arriba descritas, de la espuma.

20 Como posibles agentes formadores de núcleos se conocen polietilenos o respectivamente ceras poliolefinicas, parafinas y ceras de Fischer-Tropsch. Por regla general se utilizan ceras polietilénicas no ramificadas, no polares, es decir no modificadas.

25 En los documentos de patentes de los EE.UU. US-A-3.224.984 y US-A-3.398.105 se describe el empleo de ceras polietilénicas o respectivamente de polietilenos con un peso molecular de 1.000 a 4.000 en una concentración de 0,01 a 0,5%.

30 El documento US-A-3.060.138 describe la utilización de ceras parafinicas con unas longitudes de cadenas de 16 a 46 átomos de carbono como agentes formadores de núcleos para un poliestireno expansible.

35 En el documento de solicitud de patente alemana DE-A-324.38.85 se describe la utilización de unas ceras polietilénicas lineales en unas concentraciones de 0,05 a 0,5% en peso, con un peso molecular de 700 a 1.500 g/mol, con un punto de fusión de por lo menos 102°C, con una densidad de por lo menos 15,4 g/cm³ así como con una polidispersidad menor que 1,2 (polidispersidad = el cociente del peso molecular medio ponderado y del peso molecular medio numérico).

40 De modo sorprendente, se encontró por fin que unas ceras poliolefinicas, preparadas con ayuda de catalizadores de metalocenos, son idóneas de un modo especialmente ventajoso como agentes de nucleación para un EPS. En particular, se estableció que un poliestireno expansible que contiene ceras obtenidas con metalocenos posee propiedades sorprendentemente positivas en lo que se refiere a la finura y a la homogeneidad de la estructura de las celdas del poliestireno expansible. El número de celdas de un poliestireno expansible en comparación con los agentes formadores de núcleos empleados habitualmente, referido a un área definida de superficie, se aumenta manifiestamente mediante la utilización de ceras poliolefinicas, que se habían preparado mediante una catálisis con metalocenos, lo cual se pone de manifiesto en unas propiedades mecánicas mejores (rigidez, posibilidad disminuida de aplastamiento) de la espuma, un aspecto ópticamente “más blanco” así como una disminución de la presión manifiestamente acelerada, es decir una velocidad de desmoldeo elevada. Además, el tamaño de las celdas se regula en el sentido de que se forman celdas homogéneas sin diferencias esenciales de tamaños entre ellas.

45 50 Es objeto de la solicitud, por lo tanto, un poliestireno expansible, que contiene ceras poliolefinicas, habiendo sido preparadas estas últimas con ayuda de catalizadores de metalocenos, y con un punto de goteo o de reblandecimiento de anillo y bola comprendido entre 80 y 165°C y con una viscosidad de las masas fundidas, medida a una temperatura situada a 10°C por encima del punto de goteo o de reblandecimiento, comprendida entre 20 y 10.000 mPa.s.

55 En este caso, las viscosidades de las masas fundidas se determinaron de acuerdo con la norma DIN 53019 con un viscosímetro rotatorio, los puntos de goteo de acuerdo con la norma DIN 51801/2, y los puntos de reblandecimiento de anillo y bola de acuerdo con la norma DIN EN 1427.

60 De manera preferida, las ceras poliolefinicas tienen un punto de goteo o de reblandecimiento de anillo y bola comprendido entre 90 y 160°C y una viscosidad de las masas fundidas, medida a una temperatura situada a 10°C por encima del punto de goteo o de reblandecimiento, comprendida entre 30 y 8.000 mPa.s.

65 De manera preferida, las ceras poliolefinicas tienen una masa molecular media ponderada Mw comprendida entre 1.000 y 30.000 g/mol y una masa molecular media numérica Mn comprendida entre 500 y 20.000 g/mol.

ES 2 296 002 T3

De manera especialmente preferida, las ceras poliolefínicas tienen una masa molecular media ponderada M_w comprendida entre 2.000 y 10.000 g/mol y una masa molecular media numérica comprendida entre 800 y 3.000.

De manera preferida, como ceras poliolefínicas están contenidas unas ceras de homopolímeros de etileno.

De manera preferida, como ceras poliolefínicas están contenidas unas ceras de copolímeros de etileno y de 0,1 a 30% en peso de por lo menos un 1-alqueno ramificado o sin ramificar con 3 a 20 átomos de C.

De manera preferida, también como ceras poliolefínicas están contenidas unas ceras de homopolímeros de propileno.

De manera preferida, como ceras poliolefínicas están contenidas unas ceras de copolímeros de propileno y de 0,1 a 30% en peso de etileno y/o de por lo menos un 1-alqueno ramificado o sin ramificar con 4 a 20 átomos de C.

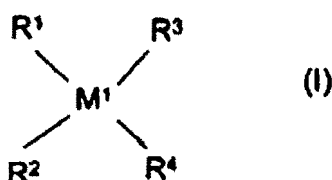
De manera preferida, están contenidos además materiales de carga o materiales coadyuvantes tales como agentes de expansión, pigmentos y antioxidantes así como agentes protectores contra la luz, agentes ignífugantes o antiestáticos.

Como ceras poliolefínicas entran en cuestión homopolímeros del etileno o de 1-olefinas superiores o sus copolímeros entre sí. Como 1-olefinas se emplean olefinas lineales o ramificadas con 3 a 18 átomos de C, de manera preferida con 3 a 6 átomos de C. Estas olefinas pueden tener una sustitución aromática que está en conjugación con el doble enlace olefínico. Ejemplos de ellas son propeno, 1-buteno, 1-hexeno, 1-octeno o 1-octadeceno así como estireno. Se prefieren homopolímeros del etileno o del propeno o sus copolímeros entre ellos. Los copolímeros se componen en un 70 a 99,9, de manera preferida en un 80 a 99% en peso, de un tipo de olefina.

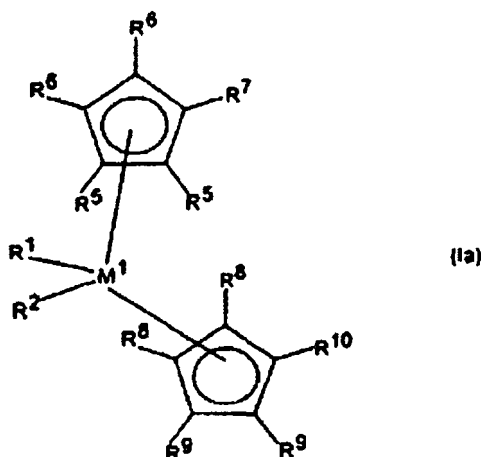
Son apropiadas las ceras de homopolímeros y copolímeros de olefinas con una masa molecular media ponderada M_w comprendida entre 1.000 y 30.000 g/mol, de manera preferida entre 2.000 y 10.000 g/mol, con una masa molecular media numérica M_n comprendida entre 500 y 20.000 g/mol, de manera preferida entre 800 y 3.000 g/mol, con un punto de goteo o respectivamente de reblandecimiento de anillo y bola comprendido entre 80 y 165°C, de manera preferida entre 90 y 160°C y con una viscosidad de las masas fundidas, medida a una temperatura situada a 10°C por encima del punto de goteo o respectivamente de reblandecimiento, comprendida entre 20 y 10.000 mPa.s, de manera preferida entre 30 y 8.000 mPa.s.

El poliestireno expansible conforme al invento puede contener adicionalmente materiales de carga o materiales coadyuvantes tales como pigmentos, agentes de expansión y antioxidantes, así como otros aditivos para polímeros, tales como agentes ignífugantes, antiestáticos y agentes protectores contra la luz.

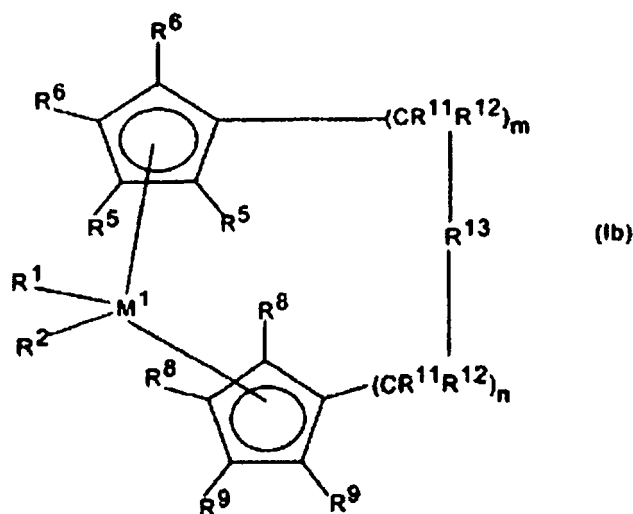
Para la preparación de las ceras poliolefínicas utilizadas conforme al invento, se emplean compuestos de metalocenos de la fórmula I



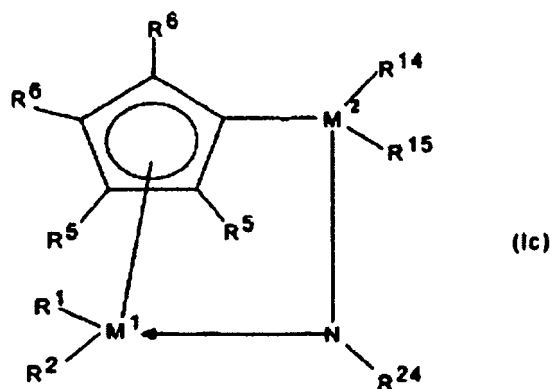
Esta fórmula abarca también compuestos de la fórmula Ia



de la fórmula Ib



y de la fórmula Ic



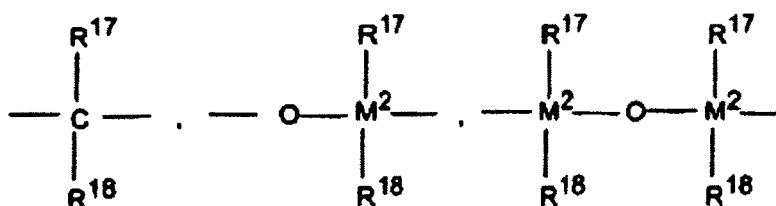
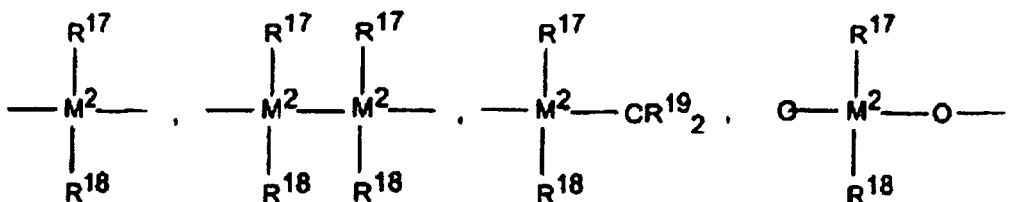
En las fórmulas I, Ia y Ib M^1 es un metal del grupo IVb, Vb o VIb del sistema periódico de los elementos, por ejemplo titanio, zirconio, hafnio, vanadio, niobio, tántalo, cromo, molibdeno, wolframio, preferiblemente titanio, zirconio y hafnio.

R^1 y R^2 son iguales o diferentes y significan un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo de C_1-C_{10} , de manera preferida de C_1-C_3 , en particular metilo, un grupo alcoxi de C_1-C_{10} , preferiblemente de C_1-C_3 , un grupo arilo de C_6-C_{10} , preferiblemente de C_6-C_8 , un grupo ariloxi de C_6-C_{10} , preferiblemente de C_6-C_8 , un grupo alqueno de C_2-C_{10} , preferiblemente de C_2-C_4 , un grupo arilalquilo de C_7-C_{40} , preferiblemente de C_7-C_{10} , un grupo alquilarilo de C_7-C_{40} , preferiblemente de C_7-C_{12} , un grupo arilalqueno de C_8-C_{40} , preferiblemente de C_8-C_{12} , o un átomo de un halógeno, preferiblemente un átomo de cloro.

R^3 y R^4 son iguales o diferentes y significan un radical hidrocarbilo mono- o plurinuclear, que puede formar con el átomo central M^1 una estructura en emparedado. De manera preferida, R^3 y R^4 son ciclopentadienilo, indenilo, tetrahydroindenilo, benzoindenilo o fluorenilo, pudiendo los entramados fundamentales llevar todavía sustituyentes adicionales o estar puenteados unos con otros. Además, uno de los radicales R^3 y R^4 puede ser un átomo de nitrógeno sustituido, teniendo R^{24} el significado el significado de R^{17} y siendo de manera preferida metilo, terc.-butilo o ciclohexilo.

R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 y R^{10} son iguales o diferentes y significan un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, de manera preferida un átomo de flúor, cloro o bromo, un grupo alquilo de C_1-C_{10} , de manera preferida de C_1-C_4 , un grupo arilo de C_6-C_{10} , de manera preferida de C_6-C_8 , un grupo alcoxi de C_1-C_{10} , de manera preferida de C_1-C_3 , un radical $-NR^{16}_2-$, $-SR^{16}_2-$, $-OSiR^{16}_3-$, $-SiR^{16}_3-$ o $-PR^{16}_2-$, en el que R^{16} es un grupo alquilo de C_1-C_{10} , preferiblemente de C_1-C_3 o un grupo arilo de C_6-C_{10} , preferiblemente de C_6-C_8 , o en el caso de radicales que contienen Si o P, también es un átomo de halógeno, preferiblemente un átomo de cloro, o en cada caso dos radicales R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , R^9 o R^{10} contiguos forman un anillo con los átomos de C que los une. Ligandos especialmente preferidos son los compuestos sustituidos de las estructuras fundamentales de ciclopentadienilo, indenilo, tetrahydroindenilo, benzoindenilo o fluorenilo.

R¹³ es



=BR¹⁷, =AIR¹⁷, -Ge-, -Sn-, -O-, -S-, =SO, =SO₂, =NR¹⁷, =CO, =PR¹⁷ o =P(OR¹⁷, siendo R¹⁷, R¹⁸ y R¹⁹ iguales o diferentes y significando un átomo de hidrógeno, un átomo de halógeno, preferiblemente un átomo de flúor, cloro o bromo, un grupo alquilo de C₁-C₃₀, preferiblemente de C₁-C₄, en particular un grupo metilo, un grupo fluoro-alquilo de C₁-C₁₀, preferiblemente un grupo CF₃, un grupo fluoro-arilo de C₆-C₁₀, preferiblemente un grupo pentafluorofenilo, un grupo arilo de C₆-C₁₀, preferiblemente de C₆-C₈, un grupo alcoxi de C₁-C₁₀, preferiblemente de C₁-C₄, en particular un grupo metoxi, un grupo alquenilo de C₂-C₁₀, preferiblemente de C₂-C₄, un grupo aralquilo de C₇-C₄₀, preferiblemente de C₇-C₁₀, un grupo arilalquenilo de C₈-C₄₀, preferiblemente de C₈-C₁₂ o un grupo alquilarilo de C₇-C₄₀, preferiblemente de C₇-C₁₂, o R¹⁷ y R¹⁸ o R¹⁷ y R¹⁹ forman un anillo en cada caso en común con los átomos que los unen.

M² es silicio, germanio o estaño, de manera preferida silicio y germanio. R¹³ es preferiblemente =CR¹⁷R¹⁸, =SiR¹⁷R¹⁸, =GeR¹⁷R¹⁸, -O-, -S-, =SO, =PR¹⁷ o =P(O)R¹⁷.

R¹¹ y R¹² son iguales o diferentes y tienen los significados mencionados para R¹⁷.

m y n son iguales o diferentes y significan cero, 1 ó 2, de manera preferida cero o 1, siendo m más n cero, 1 ó 2, de manera de manera preferida cero o 1.

R¹⁴ y R¹⁵ tienen los significados de R¹⁷ y R¹⁸.

Ejemplos de metallocenos apropiados son:

dicloruro de bis(1,2,3-trimetil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(1,2,4-trimetil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(1,2-dimetil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(1,3-dimetil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(1-metil-indenil)zirconio,

dicloruro de bis(1-n-butil-3-metil-ciclopentadienil) zirconio,

dicloruro de bis(2-metil-4,6-di-i-propil-indenil)zirconio,

dicloruro de bis(2-metil-indenil)zirconio,

dicloruro de bis(4-metil-indenil)zirconio,

dicloruro de bis(5-metil-indenil)zirconio,

ES 2 296 002 T3

dicloruro de bis(alquil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(alquil-indenil)zirconio,

5 dicloruro de bis(ciclopentadienil) zirconio,

dicloruro de bis(indenil)zirconio,

dicloruro de bis(metil-ciclopentadienil)zirconio,

10 dicloruro de bis(n-butil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(octadecil-ciclopentadienil)zirconio,

15 dicloruro de bis(pentametil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de bis(trimetil-silil-ciclopentadienil)zirconio,

bis-ciclopentadienil-zirconio-dibencilo

20 bis-ciclopentadienil-zirconio-dimetilo,

dicloruro de bis-tetrahidroindenil-zirconio,

25 dicloruro de dimetil-silil-9-fluorenil-ciclopentadienil-zirconio,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2,3,5-trimetil-ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2,4-dimetil-ciclopentadienil)zirconio,

30 dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2-metil-4, 5-benzoindenil)zirconio,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2-metil-4-etil-indenil)zirconio,

35 dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2-metil-4-i-propil-indenil)zirconio,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2-metil-4-fenil-indenil)zirconio,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2-metil-indenil)zirconio,

40 dicloruro de dimetil-silil-bis-1-(2-metil-tetrahidroindenil)zirconio,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-indenil-zirconio,

45 dimetil-silil-bis-1-indenil-zirconio-dimetilo,

dicloruro de dimetil-silil-bis-1-tetrahidroindenil-zirconio,

dicloruro de difenil-metilen-9-fluorenil-ciclopentadienil-zirconio,

50 dicloruro de difenil-silil-bis-1-indenil-zirconio,

dicloruro de etilen-bis-1-(2-metil-4,5-benzoindenil)zirconio,

55 dicloruro de etilen-bis-1-(2-metil-4-fenil-indenil)zirconio,

dicloruro de etilen-bis-1-(2-metil-tetrahidroindenil)zirconio,

dicloruro de etilen-bis-1-(4,7-dimetil-indenil)zirconio,

60 dicloruro de etilen-bis-1-indenil-zirconio,

dicloruro de etilen-bis-1-tetrahidroindenil-zirconio,

65 dicloruro de indenil-ciclopentadienil-zirconio,

dicloruro de isopropiliden(1-indenil)(ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de isopropiliden(9-fluorenil)(ciclopentadienil)zirconio,

dicloruro de fenil-metil-silil-bis-1-(2-metil-indenil)zirconio,

5 así como en cada caso los derivados de alquilo o arilo de estos dicloruros de metallocenos.

Para la activación de los sistemas de catalizadores de un sólo centro se emplean apropiados cocatalizadores. Apropiados cocatalizadores para metallocenos de la fórmula I son compuestos orgánicos de aluminio, en particular aluminos
 10 xanos o también sistemas exentos de aluminio, tales como $R^{20}_xNH_{4-x}BR^{21}_4$, $R^{20}_xPH_{4-x}BR^{21}_4$, $R^{20}_3CBR^{21}_4$ o BR^{21}_3 . En estas fórmulas, x significa un número de 1 a 4, los radicales R^{20} son iguales o diferentes, de manera preferida iguales, y significan alquilo de C_1 - C_{10} o arilo de C_6 - C_{18} o dos radicales R^{20} forman un anillo en común con el átomo que los une, y los radicales R^{21} son iguales o diferentes, de manera preferida iguales, y representan arilo de C_6 - C_{18} , que puede estar
 15 sustituido con alquilo, haloalquilo o fluoro. En particular R^{20} representa etilo, propilo, butilo o fenilo y R^{21} representa fenilo, pentafluoro-fenilo, 3,5-bis-trifluorometil-fenilo, mesitilo, xililo o toluilo.

Adicionalmente, se necesita con frecuencia un tercer componente, con el fin de conservar una protección contra venenos polares de catalizadores. Para esto son apropiados ciertos compuestos orgánicos de aluminio, tales como p.ej. trietil-aluminio, tributil-aluminio y otros, así como mezclas de ellos.

20 Según sea el procedimiento, se pueden pasar a utilizar catalizadores de un solo centro soportados. Se prefieren unos sistemas de catalizadores, en los cuales los contenidos residuales de material de soporte y de cocatalizador no sobrepasan una concentración de 100 ppm en el producto.

25 La preparación de tales ceras poliolefínicas se describe por ejemplo en los documentos de solicitudes de patentes europeas EP-A-0.321.851, EP-A-0.321.852 así como EP-A-0.384.264.

Las ceras poliolefínicas están contenidas en un poliestireno expansible con una proporción ponderal comprendida entre 0,01 y 10%, de manera preferida entre 0,03 y 5%.

30 *Resultados técnicos de aplicaciones*

Para la realización de la polimerización en suspensión se dispusieron previamente, dentro de un recipiente de acero, agua (totalmente desalinizada, como agente coadyuvante de suspensión DMS (α -metil-estireno dímero) así
 35 como la cera que se había de ensayar. A continuación, se añadieron dosificadamente estireno y un agente iniciador (un peróxido). Después de haber agitado durante dos horas, la mezcla se calentó a 100°C y la temperatura se mantuvo durante 5,5 horas. Después de esto, la temperatura se eleva a 130°C y se mantiene durante 2 horas. Después de haber enfriado a aproximadamente 80-85°C, se añade dosificadamente en primer lugar un agente estabilizador de suspensiones y después de ello n-pentano durante 1,5 horas.

40 Las perlas contenidas se separaron por centrifugación y se secaron y enfriaron con aire, se recubrieron con EBS (bis-estearoil-etilendiamina) como agente de separación y se separó por tamizado una fracción de tamaños de perlas de 1-2 mm. Esta fracción se espumó previamente sin presión de una manera discontinua y a continuación se espumó para formar un paralelepípedo con una presión de vapor de 1,2 bar. En este caso se determinó la descomposición de
 45 la presión, es decir el período de tiempo que se precisa para el desmoldeo, así, como, junto a una superficie de corte, con un microscopio el número de celdillas por mm. Asimismo la estructura de la espuma se evaluó ópticamente y se valoró en qué grado la estructura celular es homogénea (iguales tamaños de celdas) o heterogénea (diferentes tamaños de celdas). En particular, las celdas uniformes pequeñas proporcionan un aspecto blanco de la superficie de corte, y unos diferentes tamaños de celdas generan un aspecto grisáceo.

50 La media ponderada de la masa molecular M_w y la M_n de las ceras empleadas se determinaron mediante cromatografía de penetrabilidad en gel a 135°C en 1,2-dicloro-benceno.

Ejemplos

55 Ejemplo 1

(Comparativo)

60 La reacción arriba descrita se llevó a cabo sin la adición de ninguna cera.

Ejemplo 2

La reacción se llevó a cabo con 0,1% en peso de una cera polietilénica obtenida con un metalloceno (homopolímero)
 65 de la entidad Clariant, nombre comercial TP Licocene® PE 4201, ($M_n = 1.200$ g/mol, $M_w = 2.400$ g/mol, punto de goteo 123°C, viscosidad a 140°C 60 mPa.s).

ES 2 296 002 T3

Ejemplo 3

La reacción se llevó a cabo con 0,1% en peso de una cera polietilénica obtenida con un metalloceno (copolímero con 5% en peso de propeno) ($M_n = 2.300$ g/mol, $M_w = 5.100$ g/mol, punto de goteo 118°C , viscosidad a 140°C 900 mPa.s).

Ejemplo 4

La reacción se llevó a cabo con 0,1% de una cera polietilénica de Ziegler ($M_n = 1.600$ g/mol, $M_w = 4.800$ g/mol, punto de goteo 130°C , viscosidad a 140°C 550 mPa.s).

Ejemplo 5

La reacción se llevó a cabo con 0,1% de una cera polietilénica, que se había preparado de acuerdo con el procedimiento a alta presión ($M_n = 1.500$ g/mol, $M_w = 3.500$ g/mol, punto de goteo 110°C , viscosidad a 140°C 700 mPa.s).

Ejemplo 6

La reacción se llevó a cabo con 0,1% de una cera polietilénica de Ziegler de alto peso molecular ($M_n = 5.500$ g/mol, $M_w = 18.000$ g/mol, punto de goteo 135°C , viscosidad a 140°C 23.000 mPa.s).

Valoración

| Ejemplo | Número de celdas/mm ⁻¹ | Período de tiempo de desmoldeo [s] | Estructura de la espuma |
|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1 (comp.) | 6 | 490 | heterogénea, "gris" |
| 2 | 15 | 110 | homogénea, blanca pura |
| 3 | 13 | 120 | homogénea, blanca pura |
| 4 (comp.) | 10 | 150 | homogénea, blanca |
| 5 (comp.) | 8 | 230 | heterogénea, "gris" |
| 6 (comp.) | 7 | 270 | heterogénea, "gris" |

Tal como se desprende de la Tabla, el empleo de ceras preparadas mediante catalizadores del tipo de metallocenos conduce a unos números de celdas comparativamente más altos, a unos períodos de tiempo de desmoldeo más pequeños y a una estructura de la espuma más ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Poliestireno expansible, que contiene entre 0,01 y 10% en peso de ceras poliolefínicas, siendo preparadas las ceras poliolefínicas con ayuda de catalizadores del tipo de metallocenos y teniendo un punto de goteo o de reblandecimiento de anillo y bola comprendido entre 80 y 165°C y una viscosidad de las masas fundidas, medida a una temperatura situada a 10°C por encima del punto de goteo o de reblandecimiento, comprendida entre 20 y 10.000 mPa.s.

2. Poliestireno expansible de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las ceras poliolefínicas tienen un punto de goteo o reblandecimiento de anillo y bola comprendido entre 90 y 160°C y una viscosidad de las masas fundidas, medida a una temperatura situada a 10°C por encima del punto de goteo o de reblandecimiento, comprendida entre 30 y 8.000 mPa.s.

3. Poliestireno expansible de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** porque las ceras poliolefínicas tienen una masa molecular media ponderada M_w comprendida entre 1.000 y 30.000 g/mol y una masa molecular media numérica M_n comprendida entre 500 y 20.000 g/mol.

4. Poliestireno expansible de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque las ceras poliolefínicas tienen una masa molecular media ponderada M_w comprendida entre 2.000 y 10.000 g/mol y una masa molecular media numérica comprendida entre 800 y 3.000 g/mol.

5. Poliestireno expansible de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, que como ceras poliolefínicas contiene ceras de homopolímeros de etileno.

6. Poliestireno expansible de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, que como ceras poliolefínicas contiene ceras de copolímeros de etileno y de 0,1 a 30% en peso de por lo menos un 1-alqueno ramificado o sin ramificar con 3 a 20 átomos de C.

7. Poliestireno expansible de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, que como ceras poliolefínicas contiene ceras de homopolímeros de propileno.

8. Poliestireno expansible de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, que como ceras poliolefínicas contiene ceras de copolímeros de propileno y de 0,1 a 30% en peso de etileno y/o de por lo menos un 1-alqueno ramificado o sin ramificar con 4 a 20 átomos de C.

9. Poliestireno expansible de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque contiene además materiales de carga o materiales coadyuvantes.

10. Poliestireno expansible de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado** porque como materiales coadyuvantes contiene agentes de expansión, pigmentos y antioxidantes, así como agentes de protección contra la luz, agentes ignífugos o antiestáticos.