

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 469 819**

51 Int. Cl.:

C08L 23/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2011 E 11168107 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2530117**

54 Título: **Proceso para producir compuestos de polipropileno con un bajo CLTE**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2014

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)
IZD Tower Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**VELICHKO, HRISTOV y
GREIN, CHRISTELLE**

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 469 819 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 producir compuestos de polipropileno con un bajo CLTE

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un proceso novedoso para elaborar compuestos de polipropileno que tienen un bajo coeficiente de dilatación térmica (CLTE) así como a los compuestos de polipropileno obtenidos mediante dicho proceso.

10 **[0002]** El polipropileno es el material elegido en muchas aplicaciones en la medida en la que se puede personalizar para los fines específicos que se requieran. Por ejemplo, los polipropilenos heterofásicos se usan ampliamente en la industria del automóvil (por ejemplo, en aplicaciones de parachoques) ya que combinan una buena rigidez con un comportamiento razonable de resistencia al impacto. Los polipropilenos heterofásicos contienen una matriz de polipropileno en la cual está dispersada una fase amorfa. La fase amorfa contiene un caucho de copolímero de propileno, tal como un caucho de etileno-propileno (EPR) o un polímero de etileno-propileno-monómero diénico (EPDM).
15 Además, el polipropileno heterofásico contiene en parte un polietileno cristalino. En la industria del automóvil, dichas clases de polipropileno heterofásico contienen una cantidad de aproximadamente un 30% en peso de caucho de copolímero de propileno, que normalmente se produce de forma directa en uno o dos reactores de fase gaseosa o se adiciona externamente a la matriz por medio de una etapa de composición. Estos materiales se usan normalmente en combinación con entre un 10 y un 30% en peso de sustancia de carga mineral, como talco, lo cual en general lleva a
20 compuestos de polipropileno que ofrecen un buen equilibrio de rigidez y resistencia al impacto. Se sabe también que las propiedades de dichos compuestos de polipropileno se pueden mejorar adicionalmente añadiendo otro elastómero que sea diferente al caucho de copolímero de propileno correspondiente al polipropileno heterofásico. Son ejemplos típicos de dichos elastómeros polietileno que contenga en cierta medida α -olefinas de cadena larga, como 1-hexeno, o elastómeros de base estirénica.

25 **[0003]** Especialmente en la industria del automóvil se preparan, a partir de dichos compuestos, piezas grandes, por ejemplo, paneles de la carrocería, mediante moldeo por inyección. No obstante, la desventaja de estos materiales es que presentan un coeficiente de dilatación térmica (CLTE) bastante alto, lo cual hace que no resulten adecuados para aplicaciones sin intersticios, donde los compuestos de polipropileno deberían tener un coeficiente de dilatación térmica (CLTE) lo más próximo posible al de piezas de acero adyacentes.
30

[0004] El documento EP 1 086 986 da a conocer una primera composición que comprende dos polímeros de propileno y una segunda composición que comprende la primera composición, un elastómero y una sustancia de carga inorgánica. Dicha composición se puede usar, por ejemplo, en piezas de automóviles. El documento EP 1 086 986 no da a conocer
35 la adición del elastómero aguas abajo, en la misma extrusora, después de haber aplicado una tensión a la primera composición.

[0005] Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso que permita que un experto reduzca el coeficiente de dilatación térmica (CLTE) de un compuesto de polipropileno adecuado para la industria del
40 automóvil sin comprometer las propiedades mecánicas, como la rigidez y la tenacidad.

[0006] El hallazgo de la presente invención consiste en que debe producirse un compuesto de polipropileno alimentando un copolímero de propileno heterofásico (HECO) en una extrusora, fundiendo dicho copolímero de propileno heterofásico (HECO), y adicionando posteriormente el plastómero (P), es decir, el caucho externo, al copolímero de
45 propileno heterofásico (HECO) fundido.

[0007] Por consiguiente, la presente invención va dirigida a un proceso para producir un compuesto de polipropileno (PP-C) que comprende un copolímero de propileno heterofásico (HECO), un plastómero (P) y opcionalmente una
50 sustancia de carga mineral (F), dicho proceso comprende las etapas de

(A) alimentar el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F) a una extrusora (E),

55 (B) aplicar un esfuerzo de cizalla en una primera zona de mezclado (MZ1) sobre el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F),

(C) adicionar aguas abajo de la primera zona de mezclado (MZ1) el plastómero (P) al copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F),

60 (D) aplicar un esfuerzo de cizalla en una segunda zona de mezclado (MZ2) sobre el copolímero de propileno heterofásico (HECO), el plastómero (P) y la sustancia de carga mineral opcional (F), y

(E) descargar el compuesto de polipropileno (PP-C) de la extrusora (E), en donde además

(a) el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende

(a-1) una matriz de polipropileno (PP-M), y

5 (a-2) un copolímero de propileno elastomérico (EC) que se dispersa en dicha matriz de polipropileno (PP-M),

y

10 (b) el copolímero de propileno elastomérico (EC) y el plastómero (P) son químicamente diferentes.

[0008] Preferentemente, el esfuerzo de cizalla en la primera zona de mezclado (MZ1) es de tal alcance que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se funde y/o los aglomerados de la sustancia de carga mineral (F) se disgregan. Preferentemente, la entrada de energía mecánica y/o la presión de fusión local en la primera zona de mezclado (MZ1) es mayor que la entrada de energía mecánica y/o la presión de fusión local en la segunda zona de mezclado (MZ2).

[0009] Se ha observado sorprendentemente que el proceso de la invención conduce a una reducción significativa del coeficiente de dilatación térmica (CLTE) de un compuesto de polipropileno (PP-C) sin comprometer su rigidez y tenacidad en comparación con el mismo compuesto de polipropileno (PP-C), el cual sin embargo se haya producido de una manera convencional, es decir, alimentando todos los compuestos conjuntamente por medio de una tobera de alimentación aguas arriba en la extrusora.

[0010] En lo sucesivo se describe más detalladamente la invención.

25

Proceso

[0011] Es un aspecto esencial de la invención que los componentes individuales del compuesto de polipropileno (PP-C) se deben adicionar según un régimen específico. De forma más precisa, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F) se deben someter en primer lugar a un esfuerzo de cizalla (etapa (B)) y posteriormente se adiciona el plastómero (P) a dicho copolímero de propileno heterofásico (HECO) tratado y dicha sustancia de carga mineral opcional (F) tratada (etapa (C)).

[0012] La extrusora (E) usada para el presente proceso comprende preferentemente, en la dirección del funcionamiento, una garganta de alimentación (FT), una primera zona de mezclado (MZ1), una segunda zona de mezclado (MZ2) y una matriz (D), en donde, entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2) está situada una garganta de alimentación lateral (SFT). Preferentemente, la extrusora es una extrusora de husillo, tal como una extrusora de doble husillo. Por consiguiente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO), la sustancia de carga mineral opcional (F) y – si estuvieran presentes – otros componentes poliméricos, aunque no el plastómero (P), se alimentan por medio de la garganta de alimentación (FT), usando así preferentemente un alimentador, a la extrusora y posteriormente se traslada/trasladan aguas abajo a través de la primera zona de mezclado (MZ1). Preferentemente, el esfuerzo de cizalla en dicha primera zona de mezclado (MZ1) es de un alcance tal que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se funde y/o los aglomerados de la sustancia de carga mineral (F) se rompen. Después de la primera zona de mezclado (MZ1), es decir, entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2), el plastómero (P) se adiciona, es decir, se alimenta, a la extrusora. Preferentemente, el plastómero (P) se adiciona por medio de la garganta de alimentación lateral (SFT), usando preferentemente así un alimentador lateral. Posteriormente, todos los componentes del compuesto de polipropileno (PP-C), es decir, incluyendo el plastómero (P), se trasladan aguas abajo a través de la segunda zona de mezclado (MZ2). Preferentemente, la deformación por cizalla (producto de la velocidad de cizalla y el tiempo de residencia en esta zona) experimentada por el plastómero (P) en la segunda zona de mezclado (MZ2) es menor en comparación con la deformación por cizalla si el plastómero (P) se hubiese alimentado por medio de la garganta de alimentación (FT) principal y consecuentemente se hubiese trasladado a través de la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2). Finalmente, el compuesto de polipropileno (PP-C) se descarga por medio de la matriz (D).

[0013] La Figura 1 muestra una extrusora de husillo preferida, usada en el presente proceso con la sección específica descrita en el párrafo anterior.

[0014] Por consiguiente, la extrusora es preferentemente una extrusora de dos husillos completamente engranados y corrotativos. Dicha extrusora tiene preferentemente un husillo modular, en el cual se pueden ensamblar diferentes elementos de husillo.

[0015] Preferentemente, la primera zona de mezclado (MZ1) es más larga que la segunda zona de mezclado (MZ2).

5 [0016] Debido al régimen de alimentación específico, es decir, el plastómero (P) se adiciona aguas abajo de la primera zona de mezclado (MZ1), el plastómero (P) tiene un tiempo de residencia menor en la extrusora (E) en comparación con los otros componentes, en particular en comparación con el copolímero de propileno elastomérico (EC) del copolímero de propileno heterofásico (HECO), y por lo tanto las partículas de plastómero (P) siguen siendo comparativamente grandes. Adicionalmente, debido a la falta del plastómero (P) en la primera zona de mezclado (MZ1), la entrada de energía local es mayor en la primera zona de mezclado (MZ1) con la misma tasa de producción debido al factor de llenado reducido del canal. La mayor entrada de energía da como resultado partículas más pequeñas de copolímero de propileno elastomérico (EC) correspondientes al copolímero de propileno heterofásico (HECO) (véase la figura 2).
10 Debido al diferente tratamiento del copolímero de propileno elastomérico (EC) y del plastómero (P), se logra una morfología de fase dispersa más amplia, correspondiente a la fase elastomérica total (véase la Figura 3), que mezclando todos los componentes a la vez. Esta morfología específica contribuye a la mejora del perfil de las propiedades de rigidez-tenacidad-bajo CLTE del compuesto de polipropileno (PP-C).

15 [0017] La presente invención va dirigida también a un proceso de moldeo por inyección, en donde el compuesto de polipropileno (PP-C) (fundido) se extruye directamente en un molde para formar artículos. Alternativamente, el compuesto de polipropileno (PP-C) extruido se puede peletizar y someter posteriormente a un proceso de moldeo por inyección para producir artículos moldeados.

20 Componentes

20 [0018] Los componentes usados para la preparación del compuesto de polipropileno (PP-C) son conocidos en la técnica. Tal como se ha mencionado anteriormente, es esencial, sin embargo, que el plastómero (P) se trate de manera diferente en comparación con los otros componentes presentes en el compuesto de polipropileno (PP-C). En otras palabras, el plastómero (P) tiene un tiempo de residencia menor en la extrusora y/o está expuesto a un esfuerzo de cizalla inferior en comparación con el copolímero de propileno elastomérico (EC) del copolímero de propileno heterofásico (HECO). El presente proceso resulta útil en particular para la preparación de compuestos de polipropileno (PP-C) aplicados en la industria del automóvil. En cualquier caso, el compuesto de polipropileno (PP-C) debe comprender por lo menos un copolímero de propileno heterofásico (HECO). No obstante, también es posible que el compuesto de polipropileno (PP-C) comprenda por lo menos dos copolímeros de propileno heterofásico (HECO) diferentes. Se prefiere especialmente que el compuesto de polipropileno (PP-C) comprenda un o dos, en particular un, copolímero(s) de propileno heterofásico (HECO).

35 [0019] La expresión "heterofásico" indica que el copolímero de propileno elastomérico (EC) está dispersado (finamente) en la matriz de polipropileno (PP-M). En otras palabras, el copolímero de propileno elastomérico (EC) forma inclusiones en la matriz de polipropileno (PP-M). De este modo, la matriz de polipropileno (PP-M) contiene inclusiones (finamente) dispersadas que no forman parte de la matriz, y dichas inclusiones contienen el copolímero de propileno elastomérico (EC). El término "inclusión", según esta invención, indicará preferentemente que la matriz de polipropileno (PP-M) y la inclusión forman fases diferentes dentro de los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO), dichas inclusiones son visibles, por ejemplo, mediante microscopía de alta resolución, tal como microscopía electrónica o microscopía de fuerzas de barrido. En caso de que se usen diferentes copolímeros de propileno heterofásicos (HECO), sus matrices de polipropileno (PP-C) forman conjuntamente una fase continua y sus copolímeros de propileno elastoméricos (EC), con la mayor probabilidad, una fase dispersa.

45 [0020] Según se define en la presente, los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO) comprenden, como componentes poliméricos, únicamente la matriz de polipropileno (PP-M) y el copolímero de propileno elastomérico (EC). En otras palabras, los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO) pueden contener otros aditivos aunque no otro polímero en una cantidad que supere el 5% en peso, más preferentemente que supere el 3% en peso, por ejemplo que supere el 1% en peso, sobre la base del copolímero de propileno heterofásico (HECO) total, más preferentemente sobre la base de los polímeros presentes en el copolímero de propileno heterofásico (HECO). Un polímero adicional que puede estar presente en cantidades tan bajas es un polietileno el cual es un producto de reacción obtenido por la preparación de los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO). Por consiguiente, se valora en particular que un copolímero de propileno heterofásico (HECO), según se define en la presente invención, contenga solamente una matriz de polipropileno (PP-M), un copolímero de propileno elastomérico (EC) y opcionalmente un polietileno en cantidades que se mencionan en este párrafo. Además, durante la totalidad de la presente invención, la fracción de insolubles en xileno en frío (XCI) representa la matriz de polipropileno (PP-M) y opcionalmente el polietileno de los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO), mientras que la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) representa la parte elastomérica de los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO), es decir, el copolímero de propileno elastomérico (EC).

60 [0021] En lo sucesivo, se define más detalladamente el copolímero de propileno heterofásico (HECO) preferido. Además de dicho copolímero de propileno heterofásico (HECO) preferido, se pueden usar adicionalmente otros copolímeros de propileno heterofásicos (HECO).

[0022] No obstante, se valora especialmente que el copolímero de propileno heterofásico (HECO) según se define de forma más detallada posteriormente, forme parte del presente compuesto de polipropileno (PP-C).

[0023] Por consiguiente, el contenido de la matriz de polipropileno (PP-M), es decir, el contenido de insolubles en xileno en frío (XCI), en los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO) se encuentra preferentemente en el intervalo de entre el 50,0 y el 80% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 55,0 y el 78,0% en peso. En caso de que el polietileno esté presente en los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO), los valores correspondientes al contenido de la matriz de polipropileno (PP-M), aunque no al contenido de insolubles en xileno en frío (XCI), pueden ser un poco menores.

[0024] Por otro lado, el contenido del copolímero de propileno elastomérico (EC), es decir, el contenido de solubles en xileno en frío (XCS), en los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO) se encuentra preferentemente en el intervalo de entre el 20,0 y el 50,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 22,0 y el 45,0% en peso.

[0025] La matriz de polipropileno (PP-M) se caracteriza por un contenido de comonómeros bastante bajo. Por consiguiente, se prefiere que la matriz de polipropileno (PP-M) tenga un contenido de comonómeros igual o inferior al 1,0% en peso, más preferentemente igual o inferior al 0,8% en peso, aún más preferentemente igual o inferior al 0,5% en peso.

[0026] De este modo, la matriz de polipropileno (PP-M) es preferentemente un copolímero de propileno aleatorio (R-PP-M) o un homopolímero de propileno (H-PP-M), prefiriéndose especialmente éste último.

[0027] En caso de que la matriz de polipropileno (PP-M) sea un copolímero de propileno aleatorio (R-PP-M), la misma comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo, comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{10} , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP-M) comprende, especialmente está compuesto por, monómeros copolimerizables con propileno del grupo compuesto por etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP-M) comprende – aparte de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP-M) comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente. El contenido de comonómeros en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP-M) se encuentra preferentemente en el intervalo de entre más del 0,5 y el 1,0% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre más del 0,5 y el 0,8% en peso.

[0028] La expresión homopolímero usado en la presente invención se refiere a un polipropileno que está compuesto sustancialmente, por ejemplo, por una cantidad igual o mayor que el 99,5% en peso, más preferentemente por al menos el 99,8% en peso, de unidades de propileno. En una realización preferida, son detectables únicamente unidades de propileno en el homopolímero de propileno (H-PP).

[0029] Se valora además que la matriz de polipropileno (PP-M) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) tenga un índice de fluidez MFR_2 (230°C) de moderado a alto. El índice de fluidez MFR_2 (230°C) de la matriz de polipropileno (PP-M) equivale, en una primera aproximación, al índice de fluidez MFR_2 (230°C) de la fracción de insolubles en xileno en frío (XCI) del copolímero de propileno heterofásico (HECO). De este modo, se prefiere que la fracción de insolubles en xileno en frío (XCI) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) tenga un índice de fluidez MFR_2 (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 20 y 400 g/10 min, más preferentemente de entre 30 y 350 g/10 min, todavía más preferentemente de entre 40 y 300 g/10 min, aún más preferentemente entre 15,0 y 150,0 g/10 min, aún todavía más preferentemente de entre 20,0 y 90,0 g/10 min, por ejemplo de entre 25,0 y 75,0 g/10 min.

[0030] El segundo componente del copolímero de propileno heterofásico (HECO) es el copolímero de propileno elastomérico (EC).

[0031] El copolímero de propileno elastomérico (EC) comprende, preferentemente está compuesto por, unidades obtenibles a partir de (i) propileno y (ii) etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} , por ejemplo α -olefinas C_4 a C_{10} , más preferentemente unidades obtenibles a partir de (i) propileno y (ii) etileno y una α -olefina C_4 a C_{12} seleccionada del grupo compuesto por 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno y 1-octeno. El copolímero de propileno elastomérico (EC) puede contener adicionalmente unidades obtenidas a partir de un dieno conjugado como butadieno, o un dieno no conjugado, aunque se prefiere que el copolímero elastomérico esté compuesto por unidades obtenibles a partir de (i) propileno y (ii) etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} únicamente. Los dienos no conjugados adecuados, en caso de que se usen, incluyen dienos acíclicos de cadena lineal y de cadena ramificada, tales como 1,4-hexadieno, 1,5-hexadieno, 1,6-octadieno, 5-metil-1, 4-hexadieno, 3,7-dimetil-1,6-octadieno, 3,7-dimetil-1,7-octadieno, y los isómeros mixtos de dihidromirceno y dihidro-ocimeno, y dienos alicíclicos de un solo anillo, tales como 1,4-ciclohexadieno, 1,5-ciclooctadieno, 1,5-ciclododecadieno, 4-vinil ciclohexeno, 1-alil-4-isopropiliden ciclohexano, 3-alil ciclopenteno, 4-ciclohexeno y 1-isopropenil-4-(4-butenil) ciclohexano. Son también adecuados dienos de anillos fusionados y puenteados, alicíclicos, multi-anillo, incluyendo tetrahidroindeno, metiltetrahidroindeno, dicitlopentadieno, biciclo(2,2,1) hepta-2,5-dieno, 2-metil bicicloheptadieno, y norbornenos de alquenilo, alquilideno, cicloalquenilo y cicloalquilideno, tales como 5-metilen-2-

norborneno, 5-isopropiliden norborneno, 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno; y 5-ciclohexiliden-2-norborneno. Los dienos no conjugados preferidos son 5-etiliden-2-norborneno, 1,4-hexadieno y dicitlopentadieno.

[0032] Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (EC) comprende por lo menos unidades obtenibles a partir de propileno y etileno y puede comprender otras unidades obtenibles a partir de otra α -olefina según se ha definido en el párrafo anterior. No obstante, se prefiere en particular que el copolímero de propileno elastomérico (EC) comprenda unidades únicamente obtenibles a partir de propileno y etileno y opcionalmente un dieno conjugado, como butadieno, o un dieno no conjugado según se define en el párrafo anterior, como 1,4-hexadieno. De este modo, se prefiere especialmente un polímero de monómero diénico no conjugado-etileno-propileno (EPDM) y/o un caucho de etileno-propileno (EPR) como copolímero de propileno elastomérico (EC), siendo este último el más preferido.

[0033] En la presente invención, el contenido de unidades obtenibles a partir de propileno en el copolímero de propileno elastomérico (EC) equivale al contenido de propileno detectable en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS). Por consiguiente, el propileno detectable en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) está en el intervalo de entre el 50,0 y el 80,0 % en peso, más preferentemente entre el 55,0 y el 75,0 % en peso. Así, en una realización específica, el copolímero de propileno elastomérico (EC), es decir, la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), comprende entre un 20,0 y un 50,0 % en peso, más preferentemente entre un 25,0 y un 45,0 % en peso, de unidades obtenibles a partir de etileno y/o una α -olefina C_4 a C_{12} , preferentemente a partir de etileno. Preferentemente, el copolímero elastomérico (E1) es un polímero de monómero diénico no conjugado-etileno-propileno (EPDM) o un caucho de etileno-propileno (EPR), prefiriéndose especialmente este último, con un contenido de propileno y/o etileno según se ha definido en este párrafo.

[0034] Se prefiere además que la viscosidad intrínseca (IV) de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (HECO) sea por lo menos de 1,5 dl/g, más preferentemente en el intervalo de entre 1,5 y 4,5 dl/g, más preferentemente en el intervalo de entre 1,7 y 4,0 dl/g.

[0035] Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) está α -nucleado. Son ejemplos de agentes α -nucleantes adecuados los aditivos inorgánicos tales como talco, sílice o caolín, sales de ácidos monocarboxílicos o policarboxílicos, por ejemplo, benzoato de sodio o tert-butilbenzoato de aluminio, dibencilidensorbitol o sus derivados C_1 - C_8 -alquil-sustituídos tales como metildibencilidensorbitol, etildibencilidensorbitol o dimetildibencilidensorbitol o sales de diésteres de ácido fosfórico, por ejemplo, 2,2'-metilenbis (4,6,-di-tert-butilfenil) fosfato de sodio o derivados de nonitol como 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O[(4-propilfenil)metilen]-nonitol.

[0036] Por consiguiente, los agentes α -nucleantes preferidos se seleccionan del grupo compuesto por

- (i) sales de ácidos monocarboxílicos y ácidos policarboxílicos, por ejemplo, benzoato de sodio o tert-butilbenzoato de aluminio, y
- (ii) dibencilidensorbitol (por ejemplo 1,3 : 2,4 dibencilidensorbitol) y derivados de dibencilidensorbitol C_1 - C_8 -alquilsustituídos, tales como metildibencilidensorbitol, etildibencilidensorbitol o dimetildibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 di(metilbenciliden) sorbitol), nonitol, 1,2,3,-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol, y
- (iii) sales de diésteres de ácido fosfórico, por ejemplo, 2,2'-metilenbis (4, 6,-di-tert-butilfenil) fosfato de sodio o hidroxibis[2,2'-metilen-bis(4,6-di-t-butilfenil)fosfato] de aluminio, y
- (iv) polímero de vinilcicloalcano y polímero de vinilalcano.

[0037] El contenido de agente nucleante del copolímero de propileno heterofásico (HECO) es preferentemente de hasta el 5 % en peso.

[0038] Dichos aditivos están en general disponibles comercialmente y se describen, por ejemplo, en Gachter/Muller, *Plastics Additives Handbook*, 4ª Edición, Hansa Publishers, Munich, 1993. En una realización preferida, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) contiene entre un 0,1 y un 1,0 % en peso, preferentemente entre un 0,15 y un 0,25 % en peso, de un agente nucleante, en particular sales de diésteres de ácido fosfórico, por ejemplo, 2,2'-metilenbis (4, 6,-di-tert-butilfenil)fosfato de sodio o hidroxibis[2,2'-metilen-bis(4,6-di-t-butilfenil)fosfato] de aluminio. En otra realización preferida, el copolímero de propileno heterofásico (HECO) contiene polímero de vinilcicloalcano y/o polímero de vinilalcano.

[0039] Siempre que en la presente invención se hace referencia a un denominado "primer copolímero de propileno heterofásico (HECO)", se pretende significar el "copolímero de propileno heterofásico (HECO)" que se ha definido anteriormente.

[0040] En caso de que el compuesto de polipropileno (PP-C) de la presente invención contenga otro copolímero de propileno heterofásico (HECO), el mismo diferirá esencialmente con respecto al primer copolímero de propileno heterofásico (HECO).

[0041] Por ejemplo, un segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) adecuado tiene un contenido de matriz de polipropileno (PP-M), es decir, el contenido de insolubles en xileno en frío (XCI), preferentemente en el intervalo de

entre un 60 y un 95% en peso, más preferentemente de entre un 65 y un 90% en peso, aún más preferentemente de entre un 70,0 y un 85,0% en peso. El contenido de copolímero de propileno elastomérico (EC), es decir, el contenido de solubles en xileno en frío (XCS), en dicho segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO), se encuentra preferentemente en el intervalo de entre un 5,0 y un 40,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre un 7,0 y un 35,0% en peso, por ejemplo entre un 10,0 y un 30,0% en peso.

[0042] Preferentemente, la matriz de polipropileno (PP-M) del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un índice de fluidez bastante alto con respecto al primer copolímero de propileno heterofásico (HECO). Por consiguiente, se prefiere que la matriz de polipropileno (PP-M), es decir, la fracción de insolubles en xileno en frío (XCI), del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) tenga un MFR_2 (230°C) en un intervalo de entre 30,0 y 900,0 g/10 min, más preferentemente de entre 40,0 y 600,0 g/10 min, todavía más preferentemente de entre 50,0 y 400,0 g/10 min.

[0043] En relación con los comonómeros del copolímero de propileno elastomérico (EC) del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO), se hace referencia al primer copolímero de propileno heterofásico (HECO).

[0044] Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (EC) del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende por lo menos unidades obtenibles a partir de propileno y etileno, y puede comprender otras unidades obtenibles a partir de otra α -olefina según se ha definido anteriormente. No obstante, se prefiere en particular que el copolímero de propileno elastomérico (EC) del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprenda unidades solamente obtenibles a partir de propileno y etileno, y opcionalmente un dieno conjugado, tal como butadieno, o un dieno no conjugado según se ha definido en el párrafo anterior, tal como 1,4-hexadieno. De este modo, se prefiere especialmente un polímero de etileno-propileno-monómero diénico no conjugado (EPDM) y/o un caucho de etileno-propileno (EPR) como copolímero de propileno elastomérico (EC) del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO), siendo éste último más preferido.

[0045] Preferentemente, el contenido de propileno del copolímero de propileno elastomérico (EC), es decir, el contenido de propileno de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) se encuentra en el intervalo de entre el 50,0 y el 75,0% en peso, más preferentemente entre el 55,0 y el 70,0% en peso. Así, en una realización específica, el copolímero de propileno elastomérico (EC), es decir, la fracción de solubles en xileno en frío (XCS), del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende entre un 25,0 y un 50,0% en peso, más preferentemente entre un 30,0 y un 45,0% en peso, de unidades obtenibles a partir de etileno. Preferentemente, el copolímero de propileno elastomérico (EC) del segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO) es un polímero de etileno-propileno-monómero diénico no conjugado (EPDM) o un caucho de etileno-propileno (EPR), prefiriéndose especialmente este último, con un contenido de propileno y/o etileno según se ha definido en este párrafo.

[0046] En caso de que el compuesto de polipropileno (PP-C) comprenda un primer copolímero de propileno heterofásico (HECO) y un segundo copolímero de propileno heterofásico (HECO), la relación entre el primer y el segundo copolímeros de propileno heterofásicos (HECO) se sitúa preferentemente en la relación de pesos [primer HECO/segundo HECO] de entre 20/80 y 80/20, más preferentemente de entre 25/75 y 75/25, por ejemplo entre 30/70 y 70/30.

[0047] Otro componente esencial del presente compuesto de propileno (PP-C) es la presencia del plastómero (P). El plastómero (P) es (químicamente) diferente al(a los) copolímero(s) de propileno elastomérico(s) proveniente(s) de los copolímeros de propileno heterofásicos (HECO). De forma más precisa, el plastómero (P) no contendrá unidades obtenibles a partir de propileno en una cantidad que constituya la parte principal del polímero. Por consiguiente, la cantidad de unidades obtenibles a partir de propileno será preferentemente menor que el 50% en peso, más preferentemente menor que el 30% en peso, todavía más preferentemente menor que el 10% en peso. En realizaciones especialmente preferidas, en el plastómero (P) no es detectable ninguna unidad obtenible a partir de propileno.

[0048] Por consiguiente, se prefiere que el plastómero se seleccione del grupo compuesto por elastómeros de base estirénica, copolímeros de etileno, polibutadieno y poliisobutileno. Más preferentemente, el plastómero (P) se selecciona del grupo compuesto por elastómeros de base estirénica, copolímeros de etileno, polibutadieno, y poliisobutileno, en donde los copolímeros de etileno contienen por lo menos un 50% en peso de unidades obtenibles de etileno. Se prefiere especialmente que el plastómero (P) sea un elastómero de base estirénica o un copolímero de etileno que contenga por lo menos un 50% en peso de unidades obtenibles de etileno, prefiriéndose especialmente este último.

[0049] En caso de que el plastómero (P) sea un elastómero de base estirénica, se prefiere que el mismo sea un copolímero en bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) o un caucho en bloque de estireno hidrogenado-vinil isopreno (SIS). Preferentemente, el elastómero de base estirénica, es decir, el copolímero en bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) o el caucho en bloque de estireno hidrogenado-vinil isopreno (SIS), tiene un contenido de estireno igual o inferior al 25% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 10 y el 25% en peso. Preferentemente, el elastómero de base estirénica, por ejemplo, el copolímero en bloque de estireno-etileno/butileno-

estireno (SEBS) (B-1) o el caucho en bloque de estireno hidrogenado-vinil isopreno (SIS), tiene una densidad igual o inferior a 0,950 g/cm³, más preferentemente igual o inferior a 0,910 g/cm³.

5 **[0050]** No obstante, preferentemente el plastómero (P) es un copolímero de etileno. En una realización especialmente preferida, el plastómero (P) es un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE). Por consiguiente, el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), tiene una densidad en el intervalo de entre 820 y 900 kg/m³, más preferentemente en el intervalo de entre 850 y 900 kg/m³, aún más preferentemente en el intervalo de entre 840 y 880 kg/m³, por ejemplo en el intervalo de entre 860 y 885 kg/m³. Además, el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), está caracterizado por un índice de fluidez específico, a saber, por un índice de fluidez MFR₂ (190°C) medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 0,3 y 30,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 y 15,0 g/10 min. Preferentemente, el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), es un copolímero que contiene, como parte principal, unidades obtenibles a partir de etileno. Por consiguiente, se valora que el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), comprenda por lo menos un 50,0% en peso de unidades obtenibles a partir de etileno, más preferentemente por lo menos un 55,0% en peso de unidades obtenidas a partir de etileno. Así, se valora que el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), comprenda entre un 50,0 y un 70,0% en peso, más preferentemente entre un 55,0 y un 65% en peso, de unidades obtenibles a partir de etileno. Los comonómeros presentes en el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), son α -olefinas C₄ a C₂₀, como 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno, prefiriéndose especialmente este último. Por consiguiente, en una realización específica, el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), es un polímero de etileno-1-octeno con las cantidades proporcionadas en este párrafo.

25 **[0051]** Además de los componentes poliméricos, el compuesto de polipropileno puede comprender una sustancia de carga mineral (F). Preferentemente la sustancia de carga mineral (F) es un filosilicato, mica o wollastonita. Aún más preferentemente la sustancia de carga mineral (F) se selecciona del grupo compuesto por mica, wollastonita, caolinita, esmectita, montmorillonita y talco. De la forma más preferente, la sustancia de carga mineral (F) es talco.

30 **[0052]** La sustancia de carga mineral (F) tiene preferentemente un tamaño de partícula (d_{95%}) por debajo de 10,0 μ m (d_{95%} indica que el 95% en peso de la sustancia de carga tiene un tamaño de partícula por debajo de 10,0 μ m), más preferentemente por debajo de 8,0 μ m.

35 **[0053]** Típicamente, la sustancia de carga mineral (F) tiene un área superficial, medida de acuerdo con el método BET comúnmente conocido, con gas N₂, como adsorbente del análisis, menor que 22 m²/g, más preferentemente menor que 20 m²/g, aún más preferentemente menor que 18 m²/g. Las sustancias de carga minerales (F) que cumplen estos requisitos son preferentemente sustancias de carga minerales anisotrópicas (F), como talco, mica y wollastonita.

40 **[0054]** La presente composición de compuesto de polipropileno (PP-C) puede contener adicionalmente otros aditivos típicos útiles en el sector del automóvil, como negro de carbón, otros pigmentos, antioxidantes, estabilizadores de UV, agentes nucleantes, agentes antiestáticos y agentes de deslizamiento, en cantidades habituales en la técnica.

40 **Compuesto de polipropileno (PP-C)**

45 **[0055]** El compuesto de polipropileno (PP-C) final tiene una estructura compleja. Probablemente, la matriz de polipropileno (PP-M) forma una fase continua del compuesto de polipropileno (PP-C) en donde el copolímero de propileno elastomérico (EC) y el plastómero (P) forman conjunta o individualmente inclusiones dispersadas en los mismos.

50 **[0056]** Adicionalmente, las inclusiones del compuesto de polipropileno (PP-C) final también pueden contener la sustancia de carga mineral (F); no obstante, preferentemente la sustancia de carga mineral (F) forma inclusiones independientes dentro de la matriz de polipropileno (PP-M).

[0057] Preferentemente, el compuesto de polipropileno (PP-C) comprende

(a) 100 partes en peso del copolímero de propileno heterofásico (HECO),

55 (b) entre 10 y 50 partes en peso del plastómero (P), y

(c) opcionalmente entre 10 y 50 partes en peso de la sustancia de carga mineral (F).

60 **[0058]** En este contexto, debería indicarse que las 100 partes en peso representan la suma total de copolímeros de propileno heterofásicos (HECO) usados en el presente compuesto de polipropileno (PP-C).

[0059] Además, se prefiere que el compuesto de polipropileno (PP-C) obtenido tenga un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 5,0 y 80,0 g/10 min, más preferentemente de entre 10,0 y 60,0 g/10 min, aún más preferentemente de entre 10,0 y 40,0 g/10 min.

5 **[0060]** El compuesto de polipropileno obtenido está caracterizado en particular por bajos valores de CLTE. Los valores de CLTE son en particular inferiores con respecto a un compuesto de polipropileno que contiene los mismos componentes pero que se ha producido de manera diferente, es decir, adicionando todos los componentes juntos en la extrusora. De este modo, la presente invención va dirigida también a un compuesto de polipropileno (PP-C) que comprende un copolímero de propileno heterofásico (HECO), un plastómero (P) y opcionalmente una sustancia de carga mineral (F), en donde dicho compuesto de polipropileno (PP-C) se ha producido mediante el proceso que comprende las etapas de

10 (A) alimentar el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F) a una extrusora (E),

15 (B) aplicar un esfuerzo de cizalla en una primera zona de mezclado (MZ1) en el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F),

(C) adicionar aguas abajo de la primera zona de mezclado (MZ1) en plastómero (P) al copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F),

20 (D) aplicar un esfuerzo de cizalla en una segunda zona de mezclado (MZ2) en el copolímero de propileno heterofásico (HECO), el plastómero (P) y la sustancia de carga mineral opcional (F),

(E) descargar el compuesto de polipropileno (PP-C) de la extrusora (E),

en donde además

25 (a) el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende

(a-1) una matriz de polipropileno (PP-M), y

30 (a-2) un copolímero de propileno elastomérico (EC) que está dispersado en dicha matriz de polipropileno (PP-M),

y

35 (b) el copolímero de propileno elastomérico (EC) y el plastómero (P) son químicamente diferentes.

[0061] En relación con las otras realizaciones preferidas de los componentes o condiciones del proceso, se hace referencia a la información proporcionada anteriormente cuando se describió el presente proceso.

40 **[0062]** En una realización específica, la presente invención va dirigida a un compuesto de polipropileno (PP-C) que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 10 y 40 g/10 min, por ejemplo entre 10,0 y 15,0 g/10 min, comprendiendo dicho compuesto de polipropileno (PP-C)

45 (a) entre un 15 y un 45% en peso, preferentemente entre un 25 y un 35% en peso, de un primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP),

(b) entre un 15 y un 45% en peso, preferentemente entre un 25 y un 35% en peso, de un segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP),

50 (c) entre un 8 y un 20% en peso, por ejemplo entre un 12 y un 18% en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), y

(d) entre un 8 y un 25% en peso, por ejemplo entre un 18 y un 25% en peso, de una sustancia de carga mineral (F),

55 en donde

60 (i) el primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP) comprende una matriz de homopolímero de propileno (H-PP-M) y un primer caucho de etileno-propileno, dicho primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP) tiene un índice de fluidez MFR_2 (230°C) en el intervalo de entre 3,0 y 100,0 g/10 min, preferentemente entre 8,0 y 30,0 g/10 min, y un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) de entre el 10 y el 40% en peso, preferentemente de entre el 22,0 y 40,0% en peso,

(ii) el segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP) comprende una matriz de homopolímero de propileno (H-PP-M) y un segundo caucho de etileno-propileno, dicho segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP) tiene un índice de fluidez MFR_2 (230°C) en el intervalo de entre 10 y 200 g/10 min, preferentemente de entre 40,0 y 400 g/10 min, y un contenido de solubles en xileno en frío de entre el 10 y 40% en peso, preferentemente de entre el 7,0 y el 20,0% en peso,

(iii) el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es un copolímero de etileno-1-buteno o un copolímero de etileno-1-octeno, dicho polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) tiene un contenido de etileno en el intervalo de entre el 50 y el 70% en peso, y

(iv) la sustancia de carga mineral (F) es talco,

en donde además el coeficiente de dilatación térmica lineal (CLTE), determinada de acuerdo con la ISO 11359-2:1999 en un intervalo de temperatura de entre -30 y +80°C con una velocidad de calentamiento de un 1°C/min, está por debajo de $68 \cdot 10^{-05} \mu\text{m/mK}$.

[0063] En la reivindicación 16 se define un compuesto de polipropileno (PP-C) preferido.

[0064] En relación con otras realizaciones preferidas del primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP), el segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP), el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y el talco, se hace referencia a la "sección de componentes" de la presente invención. En relación con el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), se prefiere especialmente que sea un copolímero de etileno-1-octeno que tenga un contenido de 1-octeno en el intervalo de entre el 35 y el 40% en peso, por ejemplo el 38% en peso.

[0065] A continuación se describirá más detalladamente la presente invención mediante los ejemplos que se proporcionan a continuación.

Ejemplos

1. Definiciones/métodos de medición

[0066] Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la anterior descripción general de la invención así como en los siguientes ejemplos a no ser que se defina lo contrario. La **densidad** se mide de acuerdo con la ISO 1183-1 – método A (2004). La preparación de las muestras se realiza mediante moldeo por compresión de acuerdo con la ISO 1872-2:2007. El **MFR₂ (230 °C)** se mide de acuerdo con la ISO 1133 (230 °C, 2,16 kg de carga). El **MFR₂ (190 °C)** se mide de acuerdo con la ISO 1133 (190 °C, 2,16 kg de carga).

Quantificación del contenido de comonomeros mediante espectroscopia FTIR

[0067] El contenido de comonomeros se determina mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) cuantitativa después de una asignación básica calibrada a través de espectroscopia de resonancia magnética nuclear (NMR) ¹³C cuantitativa según una manera bien conocida en la técnica. Se prensan películas delgadas hasta un grosor de entre 100 y 500 μm y se registran espectros en modo de transmisión. Específicamente, el contenido de etileno de un copolímero de polipropileno-co-etileno se determina usando el área de pico corregida en cuanto a línea basal de las bandas cuantitativas que se encuentran a 720-722 y 730-733 cm^{-1} . Se obtienen resultados cuantitativos basándose en una referencia al grosor de la película.

Contenido de estireno

[0068] El contenido de estireno se mide mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR). Se prepara una película delgada de 300 μm de grosor a partir de material peletizado mediante prensado en caliente (190 °C, 100 bares, 1 minuto). Por cada muestra, se preparan dos películas. Las muestras de película así preparadas se miden por medio de un Sistema de Espectrofotómetro IR Perkin Elmer 2000FTIR. El pico a 1.602 cm^{-1} (Absorción de Fenilo) se integra y evalúa usando una curva de calibración establecida internamente. Como resultado se da la media aritmética de dos mediciones.

[0069] La viscosidad intrínseca se mide de acuerdo con la DIN ISO 1628/1, octubre de 1999 (en Decalina a 135 °C).

[0070] La resistencia a la tracción, incluyendo la tensión de tracción en el límite elástico, la deformación en el límite elástico y el alargamiento de rotura, se miden de acuerdo con la ISO 527-1 (velocidad del travesaño 50 mm/minuto) a 23 °C. El módulo de tracción se mide a 23 °C según la ISO 527-1 (velocidad del travesaño 1 mm/minuto) usando muestras moldeadas por inyección según la ISO 527-2(1B), producidas de acuerdo con la EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro 10, 4 mm de grosor).

[0071] Coeficiente de dilatación térmica lineal: el coeficiente de dilatación térmica lineal (CLTE) se determinó de acuerdo con la ISO 11359-2:1999 sobre trozos de 10 mm de largo cortados a partir de las mismas muestras moldeadas por inyección que las usadas para la determinación del módulo de flexión. La medición se realizó en un intervalo de temperaturas de entre -30 y +80 °C con una velocidad de calentamiento de 1 °C/minuto.

5

[0072] Prueba de impacto Charpy: la resistencia al impacto con entalla Charpy (Charpy NIS) se mide de acuerdo con la ISO 179 2C / DIN 53453 a 23°C, -20°C, usando especímenes de prueba de barras moldeadas por inyección de 80x10x4 mm³mm³, preparados de acuerdo con la ISO 294-1:1996.

10

[0073] Solubles en xileno (XCS, % en peso): el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) se determina a 25°C de acuerdo con la ISO 16152; primera edición; 2005-07-01

15

[0074] El tamaño de partícula de corte d95 (Sedimentación) se calcula a partir de la distribución del tamaño de las partículas [porcentaje en masa] según se determina mediante sedimentación por gravedad en líquido de acuerdo con la ISO 13317-3 (Sedigraph)

[0075] El área superficial específica se determina como la superficie BET de acuerdo con la DIN 66131/2.

2. Ejemplos

20

[0076]

Tabla 1: copolímeros de polipropileno heterofásicos (HECO)

		HECO 1	HECO 2	HECO 3
MFR ₂ *	[g/10 minutos]	12,0	11,0	100,0
MFR ₂ * de XCI	[g/10 minutos]	35,0	55,0	160,0
XCS	[% en peso]	29,8	30,0	15,0
C2 total	[% en peso]	15,8	12,5	8,0
C2 en XCS	[% en peso]	45	38	39
IV de XCS	[dl/g]	2,1	3,5	2,1
* a 230 °C				
"HECO 1"	es el producto comercial EE041AE de Borealis			
"HECO 2"	es el producto comercial EE050AE de Borealis			
"HECO 3"	es el producto comercial BJ356MO de Borealis			

25

Tabla 2: compuestos de polipropileno

		1	2	3	4*
HECO 1	[% peso]	90	85	85	-
HECO 2	[% peso]	-	-	-	30
HECO 3	[% peso]	-	-	-	30
P1	[% peso]	-	-	-	15
P2	[% peso]	10	-	-	-
P3	[% peso]	-	15	-	-
P4	[% peso]	-	-	15	-
Talco	[% peso]	-	-	-	22

* parte restante hasta el 100% en peso es aditivos, como antioxidantes

"P 1" es el producto comercial Engage 8100 de Dow Elastomers que tiene un contenido de 1-octeno del 38% en peso

"P 2" es el producto comercial Engage 8150 de Dow Elastomers que tiene un contenido de 1-octeno del 39% en peso

"P 3" es el producto comercial Hybrar 7125 de Kuraray que tiene un contenido de estireno del 20% en peso, un MFR₂ (230°C) de 4g/10 min y una densidad de 0,90 g/cm³

"P 4" es el producto comercial Hybrar 7311 de Kuraray que tiene un contenido de estireno del 12% en peso, un MFR₂ (230°C) de 5,7 g/10 min y una densidad de 0,89 g/cm³

"Talco" es el talco comercial Jetfine 3CA de Luzenac Europa, Francia

[0077] La extrusora usada para preparar los ejemplos de la invención (IE) y los ejemplos comparativos (CE) fue una extrusora de doble husillo, corrotativa, Coperion W&P ZSK-18 Mega Lab.

Tabla 3: Propiedades del compuesto de polipropileno (PP-C)

		CE 1	IE 1	CE 2	IE 2	CE 3	IE 3	CE 4	IE 4
MFR ₂ *	[g/10min]	8,7	9,0	8,2	8,9	7,7	7,6	19	19
EM	[MPa]	769	752	500	472	384	373	1.790	1.764
SB	[%]	510	542	514	574	509	547	55	54
NIS (-20°C)	[kJ/m ²]	21	11	4	4	9	9	12	12
CLTE (-30/80)	[10 ⁻⁰⁵ µm/mK]	105	82	100	83	114	94	68	59
* a 230°C									
EM	módulo de elasticidad								
SB	deformación de rotura								
NIS	impacto Charpy con entalla								
CLTE	coeficiente de dilatación térmica lineal								

REIVINDICACIONES

1. Proceso para producir un compuesto de polipropileno (PP-C) que comprende un copolímero de propileno heterofásico (HECO), un plastómero (P) y opcionalmente una sustancia de carga mineral (F), comprendiendo dicho proceso las etapas de
- (A) alimentar el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F) a una extrusora (E),
- (B) aplicar un esfuerzo de cizalla en una primera zona de mezclado (MZ1) sobre el copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F),
- (C) adicionar aguas abajo de la primera zona de mezclado (MZ1) el plastómero (P) al copolímero de propileno heterofásico (HECO) y la sustancia de carga mineral opcional (F),
- (D) aplicar un esfuerzo de cizalla en una segunda zona de mezclado (MZ2) sobre el copolímero de propileno heterofásico (HECO), el plastómero (P) y la sustancia de carga mineral opcional (F),
- (E) descargar el compuesto de polipropileno (PP-C) de la extrusora (E),
- en donde además
- (a) el copolímero de propileno heterofásico (HECO) comprende
- (a-1) una matriz de polipropileno (PP-M), y
- (a-2) un copolímero de propileno elastomérico (EC) que se dispersa en dicha matriz de polipropileno (PP-M),
- y
- (b) el copolímero de propileno elastomérico (EC) y el plastómero (P) son químicamente diferentes.
2. Proceso según la reivindicación 1, en el que
- (a) el copolímero de propileno heterofásico (HECO) se funde y/o
- (b) aglomerados de la sustancia de carga mineral (F) se disgregan en la primera zona de mezclado (MZ1).
3. Proceso según la reivindicación 1 ó 2, en el que
- (a) la entrada de energía mecánica en la primera zona de mezclado (MZ1) es mayor que la entrada de energía mecánica en la segunda zona de mezclado (MZ2), y/o
- (b) la extrusora (E) comprende, en la dirección de funcionamiento, una garganta de alimentación (FT), la primera zona de mezclado (MZ1), la segunda zona de mezclado (MZ2) y una matriz (D), en donde, entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2), está situada una garganta de alimentación lateral (SFT) y/o
- (c) el compuesto de polipropileno (PP-C) fundido, descargado, se transfiere a un molde para formar un artículo.
4. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- (a) el copolímero de propileno heterofásico (HECO) tiene un contenido de solubles en xileno en frío (XCS), medido de acuerdo con la ISO 16152 (25°C), en el intervalo de entre el 20 y el 50% en peso, y/o
- (b) el copolímero de propileno elastomérico (EC) comprende unidades obtenibles a partir de
- (b1) propileno, y
- (b2) etileno y/o una α -olefina C₄ a C₁₂.
5. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de comonómeros, es decir, la cantidad total de unidades obtenibles a partir de etileno y/o una α -olefina C₄ a C₁₂, dentro del copolímero de propileno elastomérico (EC), está en el intervalo de entre el 20 y el 50% en peso, según se determina mediante espectroscopia FTIR.
6. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que
- (a) la matriz de polipropileno (PP-M) es un homopolímero de propileno (H-PP) y/o

(b) el copolímero de propileno elastomérico (EC) es un caucho de propileno-etileno.

- 5
7. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el plastómero (P) se selecciona del grupo compuesto por elastómeros de base estirénica, copolímeros de etileno, polibutadieno, y poliisobutileno.
8. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el plastómero (P) es el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).
- 10
9. Proceso según la reivindicación 8, en el que el contenido de etileno del polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es por lo menos del 50% en peso, según se determina mediante espectroscopia FTIR.
10. Proceso según la reivindicación 8 ó 9, en el que el plastómero (P) es
- 15
- (a) un copolímero de etileno-1-buteno,
o
(b) un copolímero de etileno-1-octeno.
11. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sustancia de carga mineral es talco (T).
- 20
12. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el compuesto de polipropileno (PP-C) comprende
- 25
- (a) 100 partes en peso del copolímero de propileno heterofásico (HECO),
(b) entre 10 y 50 partes en peso del plastómero (P), y
(c) opcionalmente entre 10 y 50 partes en peso de la sustancia de carga mineral (F).
13. Compuesto de polipropileno (PP-C) que comprende un copolímero de propileno heterofásico (HECO), un plastómero (P) y opcionalmente una sustancia de carga mineral (F), en donde dicho compuesto de polipropileno (PP-C) se ha producido mediante el proceso de acuerdo con la reivindicación 1.
- 30
14. Compuesto de polipropileno (PP-C) según la reivindicación 13, en el que el copolímero de propileno heterofásico (HECO), el plastómero (P) y la sustancia de carga mineral (F) se definen adicionalmente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 4 a 12.
- 35
15. Compuesto de polipropileno (PP-C) según la reivindicación 13 ó 14, en el que el proceso aplicado se define adicionalmente por las reivindicaciones 2 ó 3.
- 40
16. Compuesto de polipropileno (PP-C) que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 10,0 y 15,0 g/10 min, comprendiendo dicho compuesto de polipropileno (PP-C)
- 45
- (a) entre un 25 y un 35% en peso de un primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP),
(b) entre un 25 y un 35% en peso de un segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP),
(c) entre un 8 y un 20% en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), y
(d) entre un 8 y un 25% en peso de una sustancia de carga mineral (F),

en donde

- 50
- (i) el primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP) comprende una matriz de homopolímero de propileno (H-PP-M) y un primer caucho de etileno-propileno, dicho primer copolímero de propileno heterofásico (H-PP) tiene un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 3,0 y 30,0 g/10 min, y un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) de entre el 22,0 y el 50,0% en peso, medido de acuerdo con la ISO 16152 (25°C),
- 55
- (ii) el segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP) comprende una matriz de homopolímero de propileno (H-PP-M) y un segundo caucho de etileno-propileno, dicho segundo copolímero de propileno heterofásico (H-PP) tiene un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 40,0 y 400,0 g/10 min, y un contenido de solubles en xileno en frío de entre el 7,0 y el 20,0% en peso, medido de acuerdo con la ISO 16152 (25°C),
- 60
- (iii) el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es un copolímero de etileno-1-buteno o un copolímero de etileno-1-octeno, dicho polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) tiene un contenido de etileno en el intervalo de entre el 50 y el 70% en peso, medido por espectroscopia FTIR, y
(iv) la sustancia de carga mineral (F) es talco,

ES 2 469 819 T3

en donde además el coeficiente de dilatación térmica lineal (CLTE), determinada de acuerdo con la ISO 11359-2:1999 en un intervalo de temperatura de entre -30 y +80°C con una velocidad de calentamiento de un 1°C/min, está por debajo de $68 \cdot 10^{-05} \mu\text{m/mK}$.

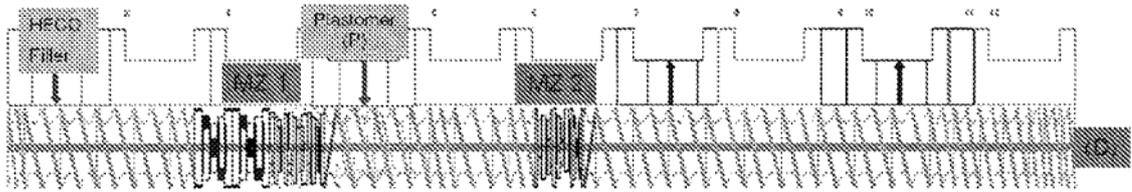


Figura 1: Configuración típica de los husillos.
El plastómer se alimenta en el alimentador lateral.

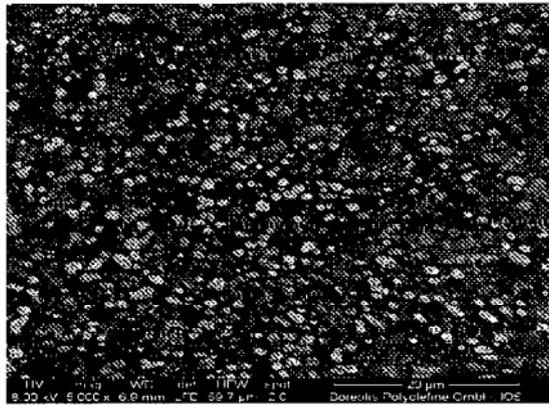


Figura 2a: Morfología del ejemplo comparativo 1 (CE 1) tomada después de la primera zona de mezclado (MZ1)

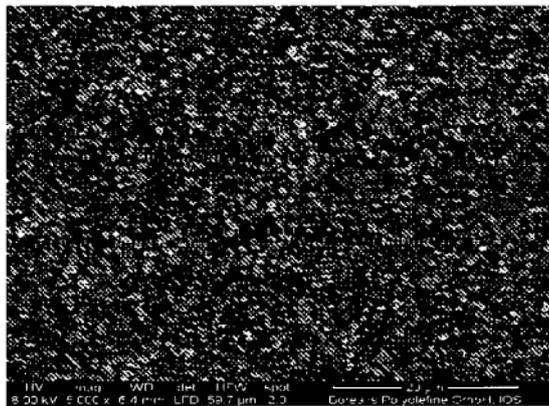


Figura 2b: Morfología del ejemplo 1 de la invención (IE 1) tomada después de la primera zona de mezclado (MZ1)

