

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 707**

51 Int. Cl.:

B29C 45/00 (2006.01)

C08L 23/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2019** **E 19174794 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.01.2022** **EP 3738742**

54 Título: **Composición heterofásica de polipropileno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
20.04.2022

73 Titular/es:
BOREALIS AG (100.0%)
Trabrennstrasse 6-8
1020 Vienna, AT

72 Inventor/es:
WANG, JINGBO;
POTTER, ELISABETH;
MONNISSEN, LUC y
CIGON, META

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 906 707 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

Composición heterofásica de polipropileno

La presente invención se refiere a una composición heterofásica de polipropileno que comprende una matriz que comprende un copolímero aleatorio de propileno y un polietileno lineal de baja densidad disperso en la matriz. La composición heterofásica de polipropileno ha mejorado la resistencia al impacto y ha reducido la cantidad de fracción soluble en xileno frío (XCS), al tiempo que mantiene las propiedades ópticas. Además, la composición heterofásica de polipropileno tiene una relación optimizada entre la resistencia al impacto y la cantidad de fracción soluble en xileno frío (XCS).

Información de antecedentes

Los polímeros de polipropileno se utilizan cada vez más en diferentes aplicaciones exigentes y se someten a una búsqueda continua de adaptar sus propiedades para cumplir con los requisitos de dichas aplicaciones.

Las exigencias pueden ser desafiantes, ya que muchas propiedades del polímero están directa o indirectamente interrelacionadas; es decir, la mejora de una propiedad específica solo se puede lograr a expensas de otra propiedad. Por ejemplo, las propiedades de impacto se pueden mejorar dispersando una fase de caucho dentro de la matriz polimérica, obteniendo así una composición heterofásica de polipropileno. Dicho caucho, sin embargo, es amorfo y se puede extraer fácilmente en disolventes orgánicos, aumentando así la cantidad de fracciones solubles en xileno frío (XCS).

Además, es bien sabido que se puede lograr una buena resistencia al impacto mediante partículas de caucho más grandes dispersas en una matriz polimérica, lo que al mismo tiempo obstruirá las propiedades ópticas.

Al mismo tiempo, hay varias aplicaciones que requieren polímeros que tengan una baja cantidad de fracciones extraíbles mientras tienen un buen impacto y una baja turbiedad para permitir una buena percepción de su contenido.

Descripción del estado de la técnica:

La publicación EP 2527594A1 revela copolímeros aleatorios de PP con alta rigidez y baja turbiedad. Las composiciones reivindicadas comprenden (a) 30 - 70 % en peso de un primer copolímero aleatorio de polipropileno con 0.5 - 3.0 % en peso de C2 y (b) 30 - 70 % en peso de un segundo copolímero aleatorio de polipropileno con 2.5 - 10.0 % en peso de C2, con un MFR total de 65 - 200 g/10min y un contenido total de C2 de 1.5 - 8.0 % en peso. Los materiales divulgados tienen una resistencia al impacto inferior a 6.0 kJ/m² y un MFR más alta y no comprenden ningún polietileno.

La publicación WO 2014/187687 A1 divulga copolímeros aleatorios de PP de alto flujo para composiciones con MFR_{230/2.16} de 25 - 100 g/10min y un contenido de comonomeros de 2.0 - 11.0 % molar (1.3 - 7.6 % en peso) que son opcionalmente bimodales. Los materiales divulgados tienen una resistencia al impacto inferior a 6.0 kJ/m² y no comprenden polietileno.

La publicación WO 2019/002345 A1 se refiere a un procedimiento para preparar una composición aleatoria de copolímero de polipropileno mediante polimerización secuencial; la composición de polipropileno tiene una combinación equilibrada mejorada de alta fluidez, alta rigidez e impacto, y alto nivel de propiedades ópticas. La solicitud de patente no se refiere a composiciones heterofásicas de polipropileno.

La publicación WO 2017/148969A1 revela una composición heterofásica de poliolefinas que comprende una matriz de alto flujo que comprende un homo- y/o copolímero de propileno y una fase de copolímero de alfa-olefina elastomérica dispersa en la matriz, que tiene una alta resistencia al impacto y un buen equilibrio impacto/rigidez. Las composiciones reivindicadas tienen una fracción soluble en xileno frío (XCS) de más de 20 % en peso, un MFR_{230/2.16} de 25 - 250 g/10.

La publicación EP 2431416A1 revela una composición heterofásica de polipropileno que tiene un caudal de material fundido MFR₂ (230 °C) igual o superior a 15 g/10min que comprende (a) una matriz de polipropileno cristalino (b) una fase de copolímero de propileno elastomérico que tiene un contenido de propileno en el rango de 40 a 80 % en peso, (c) un primer polietileno que tiene una densidad en el rango de 905 a 925 kg/m³ y un caudal de material fundido MFR₂ (190 °C) inferior a 30 g/10min, y d) un segundo polietileno que tiene una densidad superior a 915 kg/m³, y un caudal de material fundido MFR 2 (190 °C) igual o superior a 30 g/10 min.

El ejemplo inventivo informa de una resistencia al impacto con muescas Charpy de 6 kJ/m² y valores bastante altos para la turbiedad.

La publicación WO 2013/174733A1 revela una composición polimérica de un copolímero de propileno y un polietileno de alta densidad, en donde dicha composición tiene un MFR₂ de al menos 25.0 g/10min y dicho copolímero de

propileno tiene un contenido soluble en xileno frío en el rango de 7.0 a menos de 20.0 % en peso. El HDPE utilizado tiene una densidad de 958 kg/m³ y una temperatura de fusión de 134 °C. El caso no se refiere a las propiedades ópticas y no revela los valores de turbiedad o transparencia. El material no se considera transparente.

5 La publicación EP 2022824A1 se refiere a una composición heterofásica de polipropileno que comprende una matriz que comprende un homo- o copolímero de propileno y una fase dispersa que comprende un caucho de etileno propileno.

10 En la técnica se sabe que se puede lograr o mantener una buena transparencia, si los índices de refracción de un modificador y la matriz de incrustación son lo más similares posible. Además, el modificador utilizado debe tener una buena miscibilidad con la matriz y permitir una buena dispersión, para evitar grandes aglomerados que nuevamente podrían obstruir o empeorar las propiedades ópticas.

15 Sin embargo, al elegir tales modificadores, no siempre es posible aumentar el comportamiento de impacto sin sacrificar otras propiedades como la cantidad de fracciones solubles en xileno frío (XCS).

Objeto de la invención

20 Por lo tanto, el objeto de la invención ha sido proporcionar una composición de polipropileno que supere las desventajas del estado de la técnica, especialmente al proporcionar una composición con buenas propiedades de impacto y bajas cantidades de fracción soluble en xileno frío (XCS), combinada con baja turbiedad.

25 La presente invención se basa en el hallazgo de que al seleccionar adecuadamente la fase modificadora en una composición heterofásica de propileno se puede proporcionar una composición con una resistencia al impacto mejorada, que tiene bajas cantidades de una fracción soluble en xileno frío (XCS) y baja turbiedad.

30 Se encontró que esto se puede lograr con un modificador que es un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) con una densidad en el rango de 905 -923 kg/m³, que tiene un pico de fusión en el rango de 110 - 125 °C y una entalpía de fusión específica, para generar una composición heterofásica de polipropileno de la presente invención.

35 Sorprendentemente se encontró que, aunque el polietileno utilizado como modificador en la presente invención tiene una densidad bastante alta, es decir, más alta que la matriz que lo incrusta, los índices de refracción de la matriz y el modificador son bastante similares, lo que resulta en una composición heterofásica de polipropileno con buenas propiedades ópticas en el sentido de una turbiedad baja.

En consecuencia, los inventores han identificado una composición heterofásica de polipropileno (PP-C) que comprende

40 - 65.0 – 95.0 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno que tiene un contenido de comonómeros de 2.0 a 5.0 % en peso y

- 5.0 - 35.0 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) que tiene una densidad en el rango de 905 a 923 kg/m³, cuando se mide según ISO1183,

45 en donde la composición heterofásica de polipropileno se caracteriza por tener al menos un primer pico de fusión en el rango de 110 - 125 °C y dicho primer pico de fusión tiene una entalpía de fusión de 30 - 100 J/g cuando se determina según ISO11357.

50 Visto desde otro aspecto, la invención proporciona artículos que comprenden dicha composición heterofásica de polipropileno.

Visto desde otro aspecto más, la invención proporciona el uso de dicha composición heterofásica de polipropileno para la fabricación de artículos, especialmente artículos moldeados por inyección, como tapas o cierres o contenedores, especialmente recipientes o artículos de paredes delgadas.

55 La presente invención proporciona una composición heterofásica de polipropileno que tiene bajas cantidades de fracción soluble en xileno frío (XCS) así como buenas propiedades de impacto. Además, proporciona una relación equilibrada entre la resistencia al impacto con muescas (NIS) y la cantidad de fracción soluble en xileno frío (XCS).

60 Los materiales de la presente invención dan buenas propiedades de impacto tanto en condiciones unidireccionales (a saber, resistencia al impacto con muescas Charpy), como en condiciones biaxiales (a saber, la Prueba de Punción Instrumentada, IPT). Además, se muestra un buen comportamiento de impacto a temperatura ambiente, así como a temperaturas inferiores a 0 °C.

La presente invención proporciona composiciones heterofásicas de polipropileno que tienen una buena transparencia en el sentido de baja turbiedad y muestra una relación bien equilibrada entre la resistencia al impacto con muescas Charpy y turbiedad 1 (cuando se determina en placas de 1 mm de espesor).

5 Descripción detallada:

La composición heterofásica de polipropileno comprende

10 - 65.0 - 95.0 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno con un contenido de comonómeros de 2.0 a 5.0 % en peso y

- 5.0 - 35.0 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) que tiene una densidad en el rango de 905 a 923 kg/m³, cuando se mide según ISO1183,

15 en donde la composición heterofásica de polipropileno se caracteriza por tener al menos un primer pico de fusión en el rango de 110 - 125 °C y dicho primer pico de fusión tiene una entalpía de fusión de 30 - 100 J/g cuando se determina según ISO11357.

20 Preferiblemente, la cantidad del copolímero aleatorio de propileno puede estar en el rango de 70.0 - 92.0 % en peso, más preferiblemente en el rango de 72.0 - 90.0 % en peso.

En consecuencia, la composición heterofásica de polipropileno puede comprender preferiblemente 8.0 - 30.0 % en peso, más preferiblemente 10.0 - 28.0 % en peso del LLDPE con una densidad en el rango de 905 - 923 kg/m³.

25 La composición heterofásica de polipropileno puede tener un caudal de material fundido (MFR230/2.16) según ISO 1133 en el rango de 1.0 a 60 g/10min, preferiblemente en el rango de 5.0 a 45 g/10min, más preferiblemente en el rango de 10 a 30 g/10min. El MFR₂ se determina según la norma ISO 1133, a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2.16 kg.

30 La composición heterofásica de polipropileno se caracteriza por al menos dos temperaturas de fusión distintas (Tm1 y Tm2).

La primera temperatura de fusión (Tm1) se encuentra en el rango de 110 - 125 °C, preferiblemente en el rango de 115 a 124 °C, más preferiblemente en el rango de 119 - 123 °C.

35 La segunda temperatura de fusión (Tm2) puede estar en el rango de 140 °C - 165 °C, preferiblemente en el rango de 143 - 163 °C, más preferiblemente en el rango de 149 - 161 °C.

40 La composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede caracterizarse además por una entalpía de fusión específica (Hm1) del pico de fusión inferior (Tm1) que ocurre entre 110 y 125 °C. La entalpía de fusión (Hm1) puede estar en el rango de 30 - 100 J/g, preferiblemente en el rango de 31 - 80 J/g, más preferiblemente en el rango de 32 - 60 J/g.

45 La composición heterofásica de polipropileno tiene una fracción soluble en xileno frío (XCS) en el rango de 0.1 - 18.0 % en peso cuando se determina según ISO 16152 a 25 °C, preferiblemente en el rango de 3.0 - 15.0 % en peso, más preferiblemente en el rango de 5.0 - 12.0 % en peso.

En una realización particular, la composición heterofásica de polipropileno puede comprender uno o más agentes de nucleación alfa.

50 En consecuencia, en una realización preferida, la composición heterofásica de polipropileno puede comprender

64.0 - 94.99 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno que tiene un contenido de comonómeros de 2.0 a 5.0 % en peso y

55 5.0 - 35 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad que tiene una densidad en el rango de 905 - 923 kg/m³ y

100 - 10.000 ppm de uno o más agentes de nucleación alfa, en donde todos los porcentajes son relativos a la cantidad total de la composición heterofásica de polipropileno.

60 Preferiblemente, la composición heterofásica de polipropileno puede comprender entre 500 y 5000 ppm de agente(s) de nucleación alfa, más preferiblemente de 1000 a 2000 ppm.

65 El agente de nucleación alfa es preferiblemente soluble en la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención.

El agente de nucleación alfa se selecciona preferentemente del grupo de agentes de nucleación a base de sorbitol, nonitol o trisamida, tales como:

di(alquilbencilideno)sorbitoles como 1,3:2,4-dibencilideno sorbitol, 1,3:2,4-di(4-metilbencilideno) sorbitol, 1,3:2,4-di(4-etilbencilideno) sorbitol y 1,3:2,4-bis(3,4-dimetilbencilideno) sorbitol;

derivados del nonitol: por ejemplo, 1,2,3-tridesoxi-4,6;5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metileno] nonitol; y benceno trisamidas: como 1,3,5-bencenotrisamidas sustituidas como N,N',N"-tris-ter-butil-1,3,5-bencenotricarboxamida, N,N',N"-tris-ciclohexil-1,3,5-benceno-tricarboxamida y N-[3,5-bis-(2,2-dimetil-propionilamino)-fenil]-2,2-dimetil-propionamida, en donde 1,3:2,4-di(4-metilbencilideno) sorbitol y N-[3,5-bis-(2,2-dimetil-propionilamino)-fenil]-2,2-dimetil-propionamida son igualmente preferidos.

El agente de nucleación alfa se selecciona preferentemente entre 1,3 : 2,4 bis(3,4-dimetilbencilideno) sorbitol y/o N-[3,5-bis-(2,2-dimetil-propionilamino)-fenil]-2,2-dimetil-propionamida.

En una forma de realización preferida particular, la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede comprender otros agentes de nucleación adicionales y diferentes de los agentes de nucleación definidos anteriormente.

Se concibe que la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención comprende, al menos, dos agentes de nucleación; preferiblemente comprende exactamente dos agentes de nucleación.

Tales agentes de nucleación adicionales pueden seleccionarse de los grupos que consisten en

i) sales de ácidos monocarboxílicos y ácidos policarboxílicos, por ejemplo, benzoato de sodio o terc-butilbenzoato de aluminio; o compuestos de sal de dicarboxilato, por ejemplo, sal de dicarboxilato de heptano bicíclico [2.2.1], en la que se prefiere la sal de dicarboxilato de heptano bicíclico [2.2.1].

ii) sales de diésteres de ácido fosfórico, por ejemplo, fosfato de sodio 2,2'-metilenbis (4, 6,-di-terc-butilfenilo) o fosfato de aluminio-hidroxi-bis[2,2'-metileno-bis(4,6-di-t-butilfenilo)], e hidroxi-bis(2,4,8,10-tetra-ter-butil-6-hidroxi-12Hdibenzo(d,g)(1,3,2) dioxafosfocina 6-oxidato) aluminio, en donde se prefiere hidroxibis (2,4,8,10-tetra-ter-butil-6-hidroxi-12H-dibenzo(d,g)(1,3,2) dioxafosfocina 6-oxidato) aluminio; y

iii) agentes de nucleación poliméricos, como los compuestos vinílicos polimerizados, en particular los cicloalcanos de vinilo polimerizados, como el ciclohexano de vinilo (VCH), el vinilciclopentano y el ciclohexano de vinil-2-metilo, 3-metil-1-buteno, 3-etil-1-hexeno, 3-metil-1-penteno, 4-metil-1-penteno o mezclas de los mismos. El poli(vinil ciclohexano) (PVCH) es particularmente preferido.

Los agentes de nucleación preferidos, comprendidos por la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención se seleccionan de los grupos (iii); especialmente se prefiere poli(ciclohexano de vinilo) (PVCH).

Los agentes de nucleación poliméricos del grupo iii) pueden incorporarse mediante nucleación en el reactor o mediante la llamada tecnología Masterbatch (mezcla maestra) (tecnología de composición), como se menciona más adelante.

En una forma de realización preferida de la presente invención, el agente de nucleación polimérico se introduce en la composición heterofásica de polipropileno por medio de un catalizador convenientemente modificado, adentro del reactor (es decir, nucleación en el reactor); es decir, el catalizador que se utilizará para catalizar la polimerización de cualquiera de las fracciones a) o b) se somete a una polimerización de un monómero adecuado para el agente de nucleación polimérico para producir dicho agente de nucleación polimérico. A continuación, junto con el agente de nucleación polimérico obtenido, el catalizador se introduce a la etapa de polimerización del copolímero aleatorio de polipropileno (a) u homopolímero de polipropileno u otro copolímero aleatorio de polipropileno adicional (b). En una forma de realización particularmente preferida de la presente invención, el polímero de propileno se prepara en presencia de tal catalizador modificado para obtener dicha composición heterofásica de polipropileno hecha en reactor. Con tal catalizador modificado también es posible llevar a cabo la secuencia de polimerización preferida identificada anteriormente para la preparación de polipropilenos multimodales, incluidos los bimodales, mezclados *in situ*.

Otra forma de realización, diferente a la mezcla en reactor mencionada anteriormente, es una mezcla mecánica de un polímero con un agente de nucleación, en donde el polímero se produce primero en ausencia de un agente de nucleación polimérico y luego se mezcla mecánicamente con el agente de nucleación polimérico o con una pequeña cantidad de polímero nucleado o con polímeros que ya contienen el agente de nucleación polimérico (la llamada tecnología de mezclas maestras) para introducir el agente de nucleación polimérico en la mezcla polimérica. La preparación de una composición polimérica hecha en reactor garantiza la preparación de una mezcla homogénea de los componentes, por ejemplo, un agente de nucleación polimérico distribuido homogéneamente en la composición heterofásica de polipropileno, incluso a altas concentraciones de agente de nucleación polimérico. Se prefiere la tecnología masterbatch.

La persona experta es consciente de que la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención también puede incluir aditivos adicionales, como estabilizadores u otros adyuvantes. Los aditivos típicos son eliminadores de ácidos, antioxidantes, colorantes, estabilizadores de luz, plastificantes, agentes deslizantes, agentes antiarañazos, agentes dispersantes, auxiliares tecnológicos, lubricantes, pigmentos y similares.

Además, el término "aditivos" según la presente invención también incluye materiales portadores, en particular materiales portadores poliméricos.

a) Copolímero aleatorio de propileno

La matriz de la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención está formada por un copolímero aleatorio de propileno.

El término "copolímero aleatorio" debe entenderse preferentemente según la IUPAC (Pure Appl. Chem., Vol. No. 68, 8, pp. 1591 a 1595, 1996).

El copolímero aleatorio de propileno comprende propileno y etileno como unidades de monómero, preferiblemente compuesto por propileno y etileno como unidades de monómero.

El copolímero aleatorio de propileno puede tener un caudal de material fundido (MFR₂) en el rango de 1.0 a 60 g/10min, preferiblemente en el rango de 5.0 a 45 g/10min, más preferiblemente en el rango de 15 a 30 g/10min. El MFR₂ se determina según la norma ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2.16 kg.

El copolímero aleatorio de propileno comprende preferiblemente propileno y etileno como unidades de monómero en el rango de 2.0 a 5.0 % en peso, preferiblemente en el rango de 2.5 a 4.6 % en peso, en relación con la cantidad total de monómeros presentes en la segunda fracción de polímero de propileno.

Idealmente, el contenido de comonómeros es de 3.0 a 4.2 % en peso, como en el rango de 3.4 - 4.0 % en peso.

El copolímero aleatorio de propileno utilizado en la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención se define además por sus fracciones poliméricas presentes. En consecuencia, el copolímero aleatorio de propileno utilizado para la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención preferiblemente comprende al menos dos fracciones, a saber: la fracción de polipropileno (A) que se produce en el primer reactor (R-1) y el copolímero de propileno que se produce en el segundo reactor (R-2), formando juntos la fracción de copolímero de propileno (B).

Preferiblemente, la fracción de copolímero de propileno (B) se identifica con el copolímero aleatorio de propileno de la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención.

Preferiblemente la fracción de polipropileno (A) forma 30 - 70 % en peso de la fracción de copolímero de propileno (B), preferiblemente de 35 a 65 % en peso, más preferiblemente de 45 a 55 % en peso.

En consecuencia, se prefiere que el copolímero aleatorio de propileno comprenda 30 - 70 % en peso de la fracción de polipropileno (A), preferiblemente de 35 - 65 % en peso, más preferiblemente de 45 - 55 % en peso.

Además, la fracción de polipropileno (A) es preferiblemente la fracción magra de comonómero, mientras que la fracción de copolímero de propileno (B) es la fracción rica en comonómeros.

Por lo tanto, se aprecia que el polipropileno (A) generalmente tiene un contenido de comonómeros en el rango de 0.0 a 3.0 % en peso, preferiblemente en el rango de 0.3 a 2.9 % en peso, más preferiblemente en el rango de 0.5 a 2.8 % en peso, en relación con la cantidad total de monómeros presentes en el primer propileno.

En una forma de realización preferida, el polipropileno (A) generalmente tiene un contenido de comonómeros en el rango de 0.0 a 1.8 % en peso, preferiblemente en el rango de 0.3 a 1.5 % en peso, más preferiblemente en el rango de 0.5 a 1.2 % en peso, en relación con la cantidad total de monómeros presentes en el primer propileno.

Preferiblemente, el polipropileno (A) es un copolímero de propileno aleatorio y comprende, preferiblemente consiste en unidades derivadas de etileno y propileno solamente.

La fracción de polipropileno (A) puede tener un caudal de material fundido (MFR₂) en el rango de 1.0 a 40 g/10min, preferiblemente en el rango de 5.0 a 35 g/10min, más preferiblemente en el rango de 10 a 30 g/10min. El MFR₂ se determina según la norma ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2.16 kg.

El copolímero de propileno producido en la segunda etapa de polimerización, por ejemplo, en el reactor en fase gaseosa como se muestra en la presente invención, tiene preferiblemente un contenido de comonómeros más alto que la fracción de polipropileno (A) y la fracción de copolímero de propileno (B). En consecuencia, la fracción de

copolímero de propileno tiene un contenido de comonómeros igual o superior a 2.5 % en peso a igual o inferior a 16.0 % en peso, más preferiblemente de igual o superior a 3.0 a 12.0 % en peso, aún más preferiblemente de igual o superior a 3.5 a 10.0 % en peso.

- 5 Preferiblemente, el copolímero de propileno producido en la segunda etapa de polimerización es un copolímero de propileno aleatorio.

La fracción de copolímero de propileno (B) puede comprender, preferiblemente consiste en unidades derivables de etileno y propileno solamente.

- 10 La fracción de polipropileno (A) y el copolímero de propileno pueden prepararse en paralelo o, preferiblemente, en polimerización consecutiva formando juntos la fracción de copolímero de propileno (B).

- 15 Cuando se aplica un procedimiento de polimerización consecutivo, se entiende que el copolímero de propileno en la segunda polimerización se produce en presencia de la fracción de polipropileno (A) formando juntos la fracción de copolímero de propileno (B).

- 20 En consecuencia, cualquier propiedad dada para la fracción de copolímero de propileno (B) se entiende como la suma de todas las fracciones producidas en/durante la primera y segunda etapa de polimerización.

La fracción de copolímero de propileno (B) generalmente puede tener un contenido de comonómeros en el rango de 2.0 a 5.0 % en peso, preferiblemente en el rango de 2.5 a 4.6 % en peso, en relación con la cantidad total de monómeros presentes en la segunda fracción de polímero de propileno.

- 25 Idealmente, el contenido de comonómeros es de 3.0 a 4.2 % en peso, como en el rango de 3.4 a 4.0 % en peso.

El copolímero de propileno (B) puede tener un caudal de material fundido (MFR₂) en el rango de 1.0 a 60 g/10min, preferiblemente en el rango de 5 a 45 g/10min, más preferiblemente en el rango de 15 a 30 g/10min. El MFR₂ se determina según la norma ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2.16 kg.

- 30 El copolímero aleatorio de propileno utilizado en la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede ser producido por cualquier procedimiento de polimerización y tecnologías de polimerización conocidos.

- 35 Preferiblemente, el copolímero aleatorio de propileno se produce en un reactor de bucle para preparar la primera fracción de polipropileno (A) del copolímero aleatorio de propileno, seguido de uno o más reactores en fase gaseosa que producen la fracción de copolímero de propileno (B).

- 40 Un procedimiento multietapa preferido es un procedimiento de "fase gaseosa en bucle", desarrollado por Borealis (conocido como tecnología BORSTAR®) y se describe, por ejemplo, en la literatura de patentes, como en las publicaciones EP 887379, WO 92/12182, WO 2004/000899, WO 2004/111095, WO 99/24478, WO 99/24479 o en WO 00/68315.

Otro procedimiento adecuado en fase de lodo-gaseoso es el procedimiento Spheripol® de Basell.

- 45 Cada una o las fracciones comprenden, preferiblemente consisten en propileno y etileno como unidades de (co)monómero.

Catalizador:

- 50 Generalmente, un catalizador de polimerización está presente en el procedimiento según la invención. El catalizador de polimerización es preferiblemente un catalizador de Ziegler-Natta. Generalmente, el catalizador de polimerización Ziegler-Natta comprende uno o más compuestos de un metal de transición (TM) del Grupo 4 al 6 como se define en la versión 2013 de la IUPAC, como el titanio, además de un compuesto metálico del Grupo 2, como un compuesto de magnesio y un donante interno (ID).

- 55 Preferiblemente, el donante interno es un compuesto no ftálico. En consecuencia, el copolímero aleatorio de propileno utilizado en la composición heterofásica de polipropileno de la invención está libre de compuesto ftálico.

- 60 El donante interno no ftálico (ID) utilizado en la preparación del tipo específico de catalizador Ziegler-Natta utilizado en la presente invención se selecciona preferentemente entre (di)ésteres de (di)ácidos carboxílicos no ftálicos, 1,3-diéteres, derivados y mezclas de los mismos. Un donante especialmente preferido es un diéster de ácidos dicarboxílicos no ftálicos monoinsaturados, en particular un éster perteneciente a un grupo que comprende malonatos, maleatos, succinatos, citraconatos, glutaratos, benzoatos y 1,2-dicarboxilatos de ciclohexeno y derivados de los mismos y/o mezclas de los mismos. Los ejemplos preferidos son, por ejemplo, maleatos y citraconatos sustituidos, del modo más preferible citraconatos.
- 65

b) Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)

La composición heterofásica de polipropileno de la presente invención comprende un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) como modificador.

El LLDPE forma (finamente) inclusiones dispersas que no forman parte de la matriz y dichas inclusiones contienen el modificador. El término inclusión indica que la matriz y la inclusión forman diferentes fases dentro del copolímero de propileno heterofásico, dichas inclusiones son, por ejemplo, visibles por medio de microscopía de alta resolución, como microscopía electrónica o microscopía de fuerza de barrido o microscopía de fuerza atómica, o por medio de análisis térmico mecánico dinámico (DMTA).

El LLDPE utilizado para la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención tiene una densidad de 905 a 923 kg/m³, preferiblemente en el rango de 908 a 921 kg/m³, preferiblemente de 912 a 920 kg/m³.

El LLDPE tiene una temperatura de fusión en el rango de 110 - 125 °C, preferiblemente en el rango de 115 a 124 °C, más preferiblemente en el rango de 119 - 123 °C.

El LLDPE utilizado en la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede caracterizarse además por una entalpía de fusión específica (Hm) del pico de fusión que ocurre entre 110 y 125 °C. La entalpía de fusión (Hm) puede estar en el rango de 30 - 180 J/g, preferiblemente en el rango de 70 - 150 J/g, más preferiblemente en el rango de 100 - 130 J/g.

El LLDPE puede tener un MFR2 (según ISO 1133 a 190°C bajo 2.16 kg de carga) de 0.1 - 30.0 g/10 min, preferiblemente en el rango de 0.5 - 20.0 g/10 min, como más preferiblemente en el rango de 1.0-8.0 g/10 min.

El LLDPE puede tener una distribución de peso molecular (MWD), y la relación entre el peso molecular promedio de peso (Mw) y el peso molecular promedio (Mn) es de 1.5 a 10.0.

Preferiblemente, la relación Mw /Mn es de 2.0 a 8.5, en particular está en un rango de 3.0 a 7.0

En una forma de realización preferida particular, el LLDPE puede tener una distribución de peso molecular (MWD), y la relación entre el peso molecular promedio de peso (Mw) y el peso molecular promedio (Mn) es de 1.5 a 5.0.

Preferiblemente, la relación Mw /Mn es de 2.0 a 5.0, en particular está en un rango de 2.2 a 4.8, más preferiblemente en un rango de 2.4 a 4.6.

El LLDPE es un copolímero de etileno y uno o más comonómeros seleccionados de alfa olefinas que tienen de 4 a 10 átomos de carbono.

Preferiblemente, el LLDPE es un terpolímero de etileno y dos comonómeros diferentes seleccionados de alfa olefinas que tienen de 4 a 10 átomos de carbono.

Los dos comonómeros de alfa-olefina que tienen de 4 a 10 átomos de carbono del terpolímero LLDPE son preferiblemente 1-buteno y 1-hexeno.

Igualmente, preferidos son los copolímeros de etileno y 1-octeno.

El LLDPE puede ser uni- o multimodal, en donde ambas opciones son igualmente preferidas.

Por consiguiente, el LLDPE es un terpolímero de polietileno bi- o multimodal, puede comprender al menos

i) un componente de polímero de etileno (A) y

ii) un componente de polímero de etileno (B), en donde el MFR2 del componente de polímero de etileno (A) es superior al MFR2 del componente de polímero de etileno (B)

El terpolímero de polietileno multimodal puede tener una mayor multimodalidad con respecto a una o más propiedades adicionales entre los componentes del polímero de etileno (A) y (B), como el contenido de comonómeros y la calidad del comonómero.

En consecuencia, el LLDPE puede ser bi- o multimodal con respecto a, es decir, la diferencia entre el tipo de comonómero o el contenido o contenidos de comonómeros presentes en los componentes del polímero de etileno (A) y (B), o tanto el tipo como el o los contenidos de comonómeros presentes en los componentes del polímero de etileno (A) y (B); y/o la densidad de los componentes del polímero de etileno (A) y (B).

Preferiblemente, el terpolímero de polietileno bi- o multimodal es además bi- o multimodal con respecto al tipo de comonomero y/o contenido de comonomero (% molar), preferiblemente en donde el comonomero de alfa-olefina que tiene de 4 a 10 átomos de carbono del componente de polímero de etileno (A) es diferente del comonomero de alfa-olefina que tiene de 4 a 10 átomos de carbono del componente de polímero de etileno (B), preferiblemente en donde el comonomero de alfa-olefina que tiene de 4 a 10 átomos de carbono del componente polímero de etileno (A) es 1-buteno y el comonomero de alfa-olefina que tiene de 4 a 10 átomos de carbono del componente de polímero de etileno (B) es 1-hexeno. Preferiblemente, el componente de polímero de etileno (A) tiene una menor cantidad (% molar) de comonomero que el componente de polímero de etileno (B), por lo que la cantidad de comonomero, preferiblemente de 1-buteno en el componente de polímero de etileno (A) es de 0.1 a 2.5 % molar, más preferiblemente de 0.5 a 2.0 % molar.

El LLDPE utilizado en la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención se produce preferentemente en presencia de un catalizador de metalloceno como se describe en la publicación WO 2017/216095A1.

En una forma de realización alternativa igualmente preferida, el LLDPE utilizado en la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede prepararse en presencia de un sistema catalizador Ziegler-Natta.

c) Preparar la composición heterofásica de polipropileno:

La composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede prepararse mediante cualquier procedimiento adecuado conocido en la técnica, como la mezcla del copolímero aleatorio de propileno con el LLDPE en una extrusora, de modo que se utilice la misma extrusora para hacer el producto terminado, o mediante la mezcla profundida en una mezcladora o extrusora separada. Para la mezcla se puede utilizar un aparato convencional de composición o mezcla, por ejemplo, un mezclador Banbury, un molino de caucho de 2 rollos, una co-amasadora Buss o una extrusora de doble tornillo.

Propiedades mecánicas de la composición heterofásica de polipropileno

La composición heterofásica de polipropileno de la presente invención tiene una resistencia al impacto con muescas Charpy (NIS+23) determinada según ISO179/1eA a 23 °C de al menos 6.5 a 20.0 kJ/m², preferiblemente en el rango de 7.0 a 18.0, como en el rango de 8.0 a 14 kJ/m².

La composición heterofásica de polipropileno tiene una relación específica entre la resistencia al impacto con muescas de Charpy y la cantidad de fracción soluble en xileno frío (NIS+23)/(XCS) de 0.60 a 1.50, como en el rango de 0.70 a 1.35, preferiblemente en el rango de 0.80 a 1.25.

En una forma de realización particular, la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede tener

i) una resistencia al impacto con muescas Charpy (NIS +23°C) de 6.5 a 20 kJ/m² y

ii) una fracción soluble en xileno frío (XCS) de 0.1 a 18.0 % en peso cuando se determina según la norma ISO 16152 a 25°C y opcionalmente

iii) una relación entre la resistencia al impacto con muescas de Charpy y la fracción soluble en xileno frío (XCS) (NIS+23°C/XCS) de 0.60 a 1.50

La composición heterofásica de polipropileno de la presente invención se caracteriza también por una buena resistencia a la perforación (IPT), cuando se mide en prueba de perforación instrumentada según ISO 6603-2 a +23 °C o -20 °C en placas moldeadas por inyección de 60×60×2 mm³.

El IPT +23 °C de la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede estar en el rango de 10.0 a 50 J, preferiblemente en el rango de 14.0 a 40.0 J, más preferiblemente en el rango de 20.0 a 30.0 J.

El IPT -20 °C de la composición heterofásica de polipropileno de la presente invención puede estar en el rango de 1.0 a 30.0 J, preferiblemente en el rango de 5.0 a 25.0 J, más preferiblemente en el rango de 8.0 a 22.0 J.

La composición heterofásica de polipropileno de la presente invención se presenta mediante un módulo de flexión según ISO178 de 700 - 1600 MPa, preferiblemente en el rango de 750 - 1400 MPa, más preferiblemente en el rango de 800 - 1200 MPa.

La composición heterofásica de polipropileno tiene buena turbiedad cuando se mide en placas de 1 mm de espesor según ASTM 1003-D. Dicho valor se denomina Haze₁.

El Haze₁ de la composición heterofásica de polipropileno puede estar en el rango de 5.0 - 38.0 %, preferiblemente en el rango de 15.0 - 35.0 %, más preferiblemente en el rango de 20.0 - 30.0 %

Artículos

La presente invención se refiere además a un artículo moldeado que comprende la composición de polipropileno heterofásico tratada como se describe en este documento.

El artículo moldeado podrá ser preferentemente un artículo moldeado por inyección, un artículo moldeado por soplado e inyección o un artículo moldeado por soplado, inyección y estiramiento.

Los principales usos finales de estos artículos moldeados se encuentran en aplicaciones de embalaje como embalajes de pared delgada para alimentos congelados o frescos, adhesivos, cosméticos o productos farmacéuticos. Otros usos finales son los contenedores de plástico y los artículos para el hogar, como las cajas de detergente, los tableros de tazas y placas para uso en hornos o microondas o los embalajes esterilizables de alimentos, además de las tapas, en particular las tapas de cierre, las tapas de rosca o un sistema de cierre para embalajes de alimentos o fluidos o también productos médicos o de diagnóstico.

La presente invención también se refiere al uso de la composición heterofásica de polipropileno para la fabricación de los artículos anteriores.

La presente invención se describirá ahora con más detalle mediante los ejemplos que se proporcionan a continuación:

Ejemplos:

Procedimientos de medición

Caudal de material fundido

El caudal de material fundido (MFR) se determina según la norma ISO 1133 y se indica en g/10min. El MFR es una indicación de la fluidez y, por lo tanto, de la capacidad de tratamiento del polímero. Cuanto mayor sea el caudal de material fundido, menor será la viscosidad del polímero. El MFR₂ de polipropileno (o composiciones que comprenden más del 50 % en peso de polipropileno) se determina a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2.16 kg.

El MFR de polietilenos puros se determina a 190 °C bajo una carga de 2.16.

Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

El análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC), la temperatura de fusión (T_m) y la entalpía de fusión (H_m), la temperatura de cristalización (T_c) y el calor de cristalización (H_c, HCR) se miden con TA Instrument Q200 calorimetría de barrido diferencial (DSC) en muestras de 5 a 7 mg. DSC se ejecuta según ISO 11357/parte 3/procedimiento C2 en un ciclo de calor/frío/calor con una velocidad de barrido de 10 °C/min en el rango de temperatura de (-30) a + 225 °C. La temperatura de cristalización (T_c) y el calor de cristalización (H_c) se determinan a partir de la etapa de enfriamiento, mientras que la temperatura de fusión (T_m) y la entalpía de fusión (H_m) se determinan a partir de la segunda etapa de calentamiento.

Contenido de comonomero

Poli(propileno-co-etileno) - contenido de etileno por medio de espectroscopia IR

Se utilizó la espectroscopia infrarroja cuantitativa (IR) para cuantificar el contenido de etileno de los copolímeros de poli(etileno-co-propeno) mediante calibración de un procedimiento primario. La calibración se facilitó mediante el uso de un conjunto de estándares de calibración internos no comerciales de contenidos conocidos de etileno, determinados por medio de espectroscopia cuantitativa de resonancia magnética nuclear (RMN) de estado de solución ¹³C. El procedimiento de calibración se llevó a cabo de la manera convencional bien documentada en la bibliografía. El conjunto de calibración consistió en 38 estándares de calibración con contenidos de etileno que oscilaban entre 0.2 y 75.0% en peso producidos a escala piloto o completa en una variedad de condiciones. El conjunto de calibración se seleccionó para reflejar la variedad típica de copolímeros encontrados por medio del procedimiento de espectroscopia IR cuantitativa final.

Los espectros IR cuantitativos se registraron en estado sólido utilizando un espectrómetro Bruker Vertex 70 FTIR. Los espectros se registraron en películas cuadradas de 25x25 mm de espesor de 300 μm preparadas por medio de moldeo por compresión a 180 - 210 °C y 4 - 6 mPa. Para muestras con contenidos muy altos de etileno (>50 % molar) se utilizaron películas de 100 μm de espesor. La espectroscopia FTIR de transmisión estándar se empleó utilizando un rango espectral de 5000-500 cm⁻¹, una apertura de 6 mm, una resolución espectral de 2 cm⁻¹, 16 barridos de fondo, 16 barridos de espectro, un factor de llenado cero de interferograma de 64 y la apodización de 3 términos de

Blackmann-Harris. El análisis cuantitativo se realizó utilizando el área total de las deformaciones de balanceo de CH_2 a 730 y 720 cm^{-1} (A_Q) correspondientes a unidades estructurales $(\text{CH}_2)_{>2}$ (procedimiento de integración G, límites 762 y 694 cm^{-1}). La banda cuantitativa se normalizó al área de la banda CH en 4323 cm^{-1} (A_R) correspondiente a unidades estructurales CH (procedimiento de integración G, límites 4650, 4007 cm^{-1}). El contenido de etileno en unidades de porcentaje de peso se predijo luego a partir de la absorción normalizada (A_Q/A_R) utilizando una curva de calibración cuadrática. La curva de calibración se ha construido previamente mediante regresión de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) de las absorciones normalizadas y los contenidos de comonomeros primarios medidos en el conjunto de calibración.

Poli(propileno-co-etileno) - contenido de etileno para calibración usando espectroscopia de RMN ^{13}C

Los espectros cuantitativos de RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ se registraron en estado de solución utilizando un espectrómetro de RMN Bruker Avance III 400 que funcionaba a 400.15 y 100.62 MHz para ^1H y ^{13}C respectivamente. Todos los espectros se registraron utilizando un cabezal de sonda de temperatura extendida de 10 mm optimizada para ^{13}C a 125 °C utilizando gas nitrógeno para todo el sistema neumático. Aproximadamente 200 mg de material se disolvieron en 3 ml de 1,2-tetracloroetano- d_2 (TCE- d_2) junto con acetilacetato de cromo (III) ($\text{Cr}(\text{acac})_3$) dando como resultado una solución de 65 mM de agente de relajación en disolvente (Singh, G., Kothari, A., Gupta, V., Polymer Testing 28 5 (2009), 475). Para garantizar una solución homogénea, después de la preparación inicial de la muestra en un bloque de calor, el tubo de RMN se calentó aún más en un horno rotatorio durante al menos 1 hora. Tras la inserción en el imán, el tubo se hizo girar a 10 Hz. Esta configuración se eligió principalmente por la alta resolución y cuantitativamente se necesitó para una cuantificación precisa del contenido de etileno. Se empleó excitación estándar de pulso único sin NOE, utilizando un ángulo de punta optimizado, retardo de reciclaje de 1 s y un esquema de desacoplamiento WALTZ16 de dos niveles (Zhou, Z., Kuemmerle, R., Qiu, X., Redwine, D., Cong, R., Taha, A., Baugh, D. Winniford, B., J. Mag. Reson. 187 (2007) 225, Busico, V., Carbonniere, P., Cipullo, R., Pellecchia, R., Severn, J., Talarico, G., Macromol. Rapid Commun. 2007, 28, 1128). Se adquirieron un total de 6144 (6k) transitorios por espectro. Se trataron espectros cuantitativos de RMN $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$, se integraron y determinaron las propiedades cuantitativas relevantes a partir de las integrales. Todos los cambios químicos se referenciaron indirectamente al grupo metileno central del bloque de etileno (EEE) a 30.00 ppm utilizando el cambio químico del disolvente. Este enfoque permitió una referencia comparable incluso cuando esta unidad estructural no estaba presente. Se observaron señales características correspondientes a la incorporación de etileno (Cheng, H. N., Macromolecules 17 (1984), 1950) y la fracción de comonomero calculada como la fracción de etileno en el polímero con respecto a todo el monómero en el polímero: $fE = (E / (P + E))$. La fracción de comonomero se cuantificó utilizando el procedimiento de Wang et. al. (Wang, W.-J., Zhu, S., Macromolecules 33 (2000), 1157) a través de la integración de múltiples señales en toda la región espectral en los espectros de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$. Este procedimiento fue elegido por su naturaleza robusta y su capacidad para explicar la presencia de regio-defectos cuando sea necesario. Las regiones integrales se ajustaron ligeramente para aumentar la aplicabilidad en toda la gama de contenidos de comonomeros encontrados. La incorporación del comonomero porcentual molar se calculó a partir de la fracción molar: $E [\% \text{ molar}] = 100 * fE$. La incorporación del comonomero porcentual en peso se calculó a partir de la fracción molar: $E [\% \text{ en peso}] = 100 * (fE * 28.06) / (fE * 28.06 + ((1-fE) * 42.08))$

Contenido soluble en xileno (XCS)

El contenido del polímero soluble en xileno se determina según la norma ISO 16152; 5ª edición; 2005-07-01 a 25°C.

Módulo de flexión

El módulo de flexión se determina según la norma ISO 178 a 23 °C en muestras de prueba moldeadas por inyección, tal como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (80 × 10 × 4 mm).

Impacto con muescas de Charpy

La resistencia al impacto con muescas de Charpy se determinó según la norma ISO179/1eA en muestras de ensayo moldeadas por inyección, tal como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (80 × 10 × 4 mm).

Energía de perforación (IPT)

La energía de perforación (IPT) se determina en la prueba de peso de caída instrumentada según la norma ISO 6603-2 utilizando placas moldeadas por inyección de 60×60×2 mm y una velocidad de prueba de 4.4 m/s, baqueta lubricada sujeta con 20 mm de diámetro a temperaturas de prueba de +23 °C y (20 °C) respectivamente. La energía de perforación informada resulta de una integral de la curva de energía de falla medida en (60x60x2 mm).

Turbiedad

La turbiedad se determina según la norma ASTM D1003 en placas moldeadas por inyección que tienen 1 mm de espesor y 60×60 mm² de área producidas según lo descrito en EN ISO 1873-2.

Descripción del material:

El catalizador para preparar el copolímero aleatorio de propileno se preparó como se revela en la publicación WO 2019/002345 A1, página 22.

5

Detalles de polimerización:

Tabla 1 Detalles de polimerización para copolímeros aleatorios de propileno PP1 y PP2

		PP1	PP2
Prepolimerización			
Temperatura	[°C]	30	30
Al/D-Donante [Co/ED]	[mol/mol]	8.3	8.3
Al/Ti [Co/TM]	[mol/mol]	192	192
Tiempo de residencia	[h]	0.3	0.3
Reactor de bucle (1a fracción de PP)			
Temperatura	[°C]	70	70
Presión	[kPa]	5400	5400
Tiempo de residencia	[h]	0.4	0.4
División	[%]	45	35
Relación H ₂ /C ₃	[mol/kmol]	1	1.7
Relación C ₂ /C ₃	[mol/kmol]	15.6	1.5
MFR ₂	[g/10min]	11	22
Contenido de C ₂	[% en peso]	2	0.5
Reactor en fase gaseosa (GPR)			
Temperatura	[°C]	80	80
Presión	[kPa]	2500	2500
Tiempo de residencia	[h]	1.6	1.4
División	[%]	55	65
Relación H ₂ /C ₃	[mol/kmol]	7	43.7
Relación C ₂ /C ₃	[mol/kmol]	15	29.2
Polímero final			
MFR ₂	[g/10min]	11	24
Contenido de C ₂	[% en peso]	3.0	3.5

10

PP1 es un copolímero aleatorio bimodal ZN de propileno-etileno que tiene un contenido de etileno de 3 % en peso y un MFR230/2.16 de 13 g/10min. Se somete a nucleación con 1700 ppm de DMDBS.

15 PP2 es un copolímero aleatorio bimodal ZN de propileno-etileno. Tiene un contenido de etileno de 3.5 % en peso y un MFR230/2.16 de 24 g/10min Se somete a nucleación con 1700 ppm de DMDBS y 0.6 ppm de PVCH.

"LLDPE" es un polietileno lineal de baja densidad, producido con un catalizador de un solo sitio. Tiene un MFR (190°C, 2.16kg) de 1.5 g/10min, una temperatura de fusión de 122°C y una densidad de 918 kg/m³.

20

Queo 8201 es un plastómero de 1 octeno a base de etileno que tiene una densidad (ISO 1183) de 883 kg/m³ y un caudal de material fundido a 190 °C con una carga de 2.16 kg (ISO 1133) de 1.1 g/10 min. Está disponible comercialmente en Borealis.

25 CA 9150 es un LDPE, tiene MFR (190 °C, 2.16 kg) 15 g/10 min, una temperatura de fusión de 73 °C, densidad de 915 kg/m³ y está disponible comercialmente en Borealis.

Stamylex 1066 es un LLDPE ZN unimodal que tiene 1 octeno como comonomero. Tiene un MFR (190°C, 2.16kg) de 6.6 g/10min, una temperatura de fusión de 124°C, una distribución de peso molecular de 3.4 y una densidad de 919 kg/m³, suministrado por Borealis.

30

ES 2 906 707 T3

Desempeño mecánico:

Tabla 2 - Composiciones y propiedades mecánicas

		IE1	IE2	IE3	IE4	CE1	CE2	CE3	CE4
PP1	% en peso	87,5				100			
PP2	% en peso		87,5	75	87,5		87,5	87,5	100
LLDPE	% en peso	12,5	12,5	25					
Queo 8201	% en peso						12,5		
Stamylex 1066	% en peso				12,5				
CA9150	% en peso							12,5	
MFR	g/10min	12,5	18	14	20	11	17	23	20
XCS	% en peso	6,7	9,0	7,8	10,4	7	21,2	8,6	9,5
Tc2	°C	120	126	126	127	119	127	126	127
Tc1	°C	109	110	111	110			100	n.d.
Tm2	°C	150	159	158	159	150	159	159	159
Tm1	°C	122	122	122	123	-	74	111	-
Hm2	J/g	25	54	44	57	26,7	75	63	89
Hm1	J/g	34	32	50	32		1,6	28	
Charpy NIS+23	kJ/m ²	7,0	6,7	9,4	7,6	6,0	7,0	4,2	5,8
Módulo de flexión	MPa	981	919	816	887	1116	850	891	1100
Turbiedad 1 mm	%	25,8	28,8	32,8	18,1	14,0	39,6	58,4	22,4
IPT/23°C	J	24,2	21,5	22,5	23,4	n.d	22,6	20,2	21,8
IPT/-20°C	J	1,0	0,9	15,5	0,9	n.d	6,9	0,7	0,7
Charpy NIS / XCS	-	1,04	0,74	1,20	0,73	0,86	0,33	0,48	0,61

REIVINDICACIONES

1. Una composición heterofásica de polipropileno (PP-C) que comprende
 - 5 65.0 - 95.0 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno que tiene un contenido de comonómero de 2.0 - 5.0 % en peso y
 - 10 5.0 - 35.0 % en peso de un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) que tiene una densidad en el rango de 905 - 923 kg/m³, cuando se mide según ISO1183,en donde la composición heterofásica de polipropileno se caracteriza por tener al menos un primer pico de fusión en el rango de 110 - 125 °C y dicho primer pico de fusión tiene una entalpía de fusión de 30 - 100 J/g cuando se determina según la norma ISO11357.
- 15 2. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según la reivindicación 1, que comprende 70.0 - 92.0 % en peso del copolímero aleatorio de propileno y 8.0 - 30.0 % en peso del polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).
- 20 3. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que tiene al menos un primer y un segundo pico de fusión, preferiblemente que tiene dicho segundo pico de fusión en el rango de 140 - 165 °C, cuando se determina según la norma ISO11357.
- 25 4. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) tiene una densidad de 910 a 921 kg/m³ y/o un MFR(190/2) de 0.1 - 30 g/10 min cuando se mide según la norma ISO1133.
- 30 5. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es un terpolímero de etileno y dos comonómeros diferentes seleccionados de alfa olefinas que tienen de 4 a 10 átomos de carbono, que son preferiblemente 1-buteno y 1-hexeno, que tiene opcionalmente una distribución de peso molecular (MWD) de 1.5 - 10.0.
- 35 6. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un MFR230/2.16 según la norma ISO1133 de 1.0 - 60 g/10 min, preferiblemente de 5.0 - 45 g/10 min, más preferiblemente 10.0 - 30.0 g/10 min.
- 40 7. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el LLDPE se produce en presencia de un catalizador de metaloceno.
- 45 8. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el copolímero aleatorio de propileno comprende 30 - 70 % en peso del copolímero aleatorio de propileno de una fracción de polipropileno (A) que tiene un contenido de comonómeros en el rango de 0.0 a 1.8 % en peso.
- 50 9. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la composición heterofásica de polipropileno (PP-C) se caracteriza por:
 - i) una resistencia al impacto con muescas Charpy (NIS +23 °C) de 6.5 - 20 kJ/m² y/o
 - ii) una fracción soluble en xileno frío (XCS) de 0.1 - 18.0 % en peso, preferiblemente 3.0 - 15 o 5.0 - 12.0 % en peso, cuando se determina según la norma ISO 16152 a 25 °C y/o
 - 55 iii) una relación entre la resistencia al impacto con muescas de Charpy y la fracción soluble en xileno frío (XCS) (NIS + 23 °C/XCS) de 0.60 a 1.50, como 0.70 - 1.35.
- 60 10. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un agente de nucleación alfa, que es preferentemente un agente de nucleación soluble, que está presente en el rango de 100 - 10.000 ppm o 500 - 5000 ppm en relación con la cantidad total de la composición de polipropileno.
- 65 11. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según la reivindicación 10 que comprende dos agentes de nucleación alfa diferentes.

12. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un Haze₁ de 5.0 a 38.0 %, preferiblemente 15.0 - 35.0 % o 20.0 - 30.0 % cuando se determina según la norma ASTM D1003 en placas de 1 mm.

5 13. La composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un Módulo de Flexión según la norma ISO178 de 700 -1600 MPa.

10 14. Un artículo que comprende la composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el artículo es preferentemente un artículo moldeado por inyección, un contenedor, una tapa de cierre, una tapa de rosca o un sistema de cierre para empaque de alimentos o fluidos.

15. Utilización de la composición heterofásica de polipropileno (PP-C) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para hacer artículos moldeados por inyección, preferiblemente tapas de cierre, tapas de rosca o sistemas de cierre para envases de alimentos o fluidos.