

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 488 415**

51 Int. Cl.:

C08L 23/14 (2006.01)

C08F 210/06 (2006.01)

C08L 23/08 (2006.01)

C08L 83/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2011** **E 11187032 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014** **EP 2586825**

54 Título: **Composición blanda de polipropileno de alta fluidez**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.08.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KULSHRESHTHA, BHAWNA;
HRISTOV, VELICHKO y
MONNISSEN, LUC

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 488 415 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 blanda de polipropileno de alta fluidez

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una nueva composición blanda de polipropileno con alta fluidez y a artículos realizados a partir de la misma.

10 **[0002]** Los polímeros se usan cada vez más en diferentes aplicaciones con cierto grado de exigencia. Al mismo tiempo, se produce una búsqueda continua de composiciones personalizadas que se ajusten a los requisitos de estas aplicaciones. Las exigencias pueden constituir un reto, ya que muchas propiedades de los polímeros están relacionadas entre sí de manera directa o indirecta. Por ejemplo, en el campo del envasado se requieren materiales blandos que tengan una alta resistencia a las rayaduras.

15 **[0003]** Los sistemas heterofásicos son conocidos por su gran comportamiento a los impactos. Los copolímeros de propileno heterofásicos son bien conocidos en la técnica. Dichos copolímeros de propileno heterofásicos comprenden una matriz que es o bien un homopolímero de propileno o bien un copolímero de propileno aleatorio en el cual está dispersado un copolímero elastomérico. Así, la matriz de polipropileno contiene inclusiones dispersadas (finamente) que no forman parte de la matriz, y dichas inclusiones contienen el copolímero elastomérico. El término inclusión indica que la matriz y la inclusión forman fases diferentes dentro del copolímero de propileno heterofásico, siendo visibles dichas inclusiones, por ejemplo, mediante microscopía de alta resolución, tal como microscopía electrónica o microscopía de fuerzas de barrido.

20 **[0004]** Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es proporcionar una composición polimérica blanda con una resistencia aumentada a las rayaduras y una buena procesabilidad.

25 **[0005]** El hallazgo de la presente invención es la provisión de una composición con una alta fluidez en fusión, comprendiendo dicha composición un copolímero de propileno heterofásico, un plastómero y un polisiloxano, comprendiendo dicho copolímero de propileno heterofásico, en calidad de matriz, un copolímero de propileno aleatorio en el cual está dispersado un copolímero de propileno elastomérico, caracterizándose además el copolímero de propileno heterofásico por un contenido total de comonomeros bastante alto y un contenido de comonomeros bastante alto en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS).

30 **[0006]** Por consiguiente, la presente invención se refiere a una composición de polipropileno que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 30 g/10 min, comprendiendo dicha composición

(a) un copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) que comprende:

40 (a1) un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), y

(a2) un copolímero de propileno elastomérico (E),

45 presentando dicho copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) un contenido total de comonomeros de por lo menos el 5,0% en peso y un contenido de comonomeros en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) de por lo menos el 20,0% en peso,

(b) un plastómero (P) que es diferente al copolímero de propileno elastomérico (E),

50 (c) un polisiloxano (PS),

(d) opcionalmente un agente antibloqueo (AB), y

(e) opcionalmente un agente de deslizamiento (SA).

55 **[0007]** Preferentemente, la presente composición de polipropileno comprende

(a) por lo menos un 50,0% en peso, más preferentemente por lo menos un 70,0% en peso, todavía más preferentemente entre un 50,0 y un 95,0% en peso, aún más preferentemente entre un 70,0 y un 90,0% en peso, del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) que comprende

60 (b) por lo menos un 3,0% en peso, más preferentemente entre un 5,0 y un 20,0% en peso, todavía más preferentemente entre un 8,0 y un 15,0% en peso, del plastómero (P),

(c) por lo menos un 0,5% en peso, más preferentemente entre un 0,5 y un 5,0% en peso, aún más preferentemente entre un 1,0 y un 3,0% en peso del polisiloxano (PS),

5 (d) por lo menos un 0,05% en peso, más preferentemente entre un 0,05 y un 2,0% en peso, aún más preferentemente entre un 0,1 y un 0,5% en peso del agente antibloqueo (AB), y

(d) opcionalmente por lo menos un 0,05% en peso, más preferentemente entre un 0,05 y un 2,5% en peso, aún más preferentemente entre un 0,1 y un 1,5% en peso del agente de deslizamiento (SA)

10 basándose en la composición de polipropileno total, preferentemente basándose en la cantidad total de polímeros presentes en la composición de polipropileno y opcionalmente el agente antibloqueo (AB) y el agente antibloqueo (AB), más preferentemente basándose en la cantidad total del copolímero de propileno heterofásico (HECO), el plastómero (P), el polisiloxano (PS), y opcionalmente el agente antibloqueo (AB) y/o el agente de deslizamiento (SA).

15 **[0008]** Se ha observado sorprendentemente que dicha composición de polipropileno es muy blanda, tiene una buena resistencia a las rayaduras y una alta flexibilidad.

[0009] En lo sucesivo se define de forma más detallada la invención.

20 **[0010]** Tal como se ha indicado anteriormente, la presente composición de polipropileno se caracteriza por un índice de fluidez bastante alto. Por consiguiente, se prefiere que la presente composición de polipropileno tenga un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 30 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 30 y 200 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 40 y 100 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 45 y 90 g/10 min, aún todavía más preferentemente en el intervalo de entre 50 y 80 g/10 min.

30 **[0011]** Otra característica de la composición de polipropileno es su blandura. Por consiguiente, se prefiere que la composición de polipropileno tenga un módulo de flexión medido sobre muestras moldeadas por inyección de 80 x 10 x 4 mm³ de acuerdo con la ISO 178, no mayor de 600 MPa, más preferentemente por debajo de 550 MPa, todavía más preferentemente igual a o por debajo de 500 MPa, aún más preferentemente en el intervalo de entre 200 y por debajo de 550 MPa, aún todavía más preferentemente en el intervalo de entre 250 y 500 MPa.

35 **[0012]** Según una realización, la composición de polipropileno de la presente invención tiene una visibilidad de rayaduras ΔL menor de 0,70, preferentemente menor de 0,50, más preferentemente menor de 0,1, todavía más preferentemente menor de y con la mayor preferencia menor de 0,09, en donde la visibilidad de rayaduras ΔL se mide de acuerdo con el método descrito en la sección de ejemplos posteriormente, con una carga de 5 N sobre una superficie granosa (grano K09 de Eschmann Textures).

40 **[0013]** A continuación se definen más detalladamente los componentes individuales.

Copolímero de propileno heterofásico

45 **[0014]** Un componente esencial de la presente composición de polipropileno es el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). El copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) según esta invención comprende una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y, dispersado en la misma, un copolímero de propileno elastomérico (E). Así, la matriz (M) contiene inclusiones dispersadas (finamente) que no forman parte de la matriz (M) y dichas inclusiones contienen el copolímero de propileno elastomérico (E). El término inclusión indica que la matriz (M) y la inclusión forman fases diferentes dentro del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), siendo visibles dichas inclusiones, por ejemplo, mediante microscopía de alta resolución, tal como microscopía electrónica o microscopía de fuerzas de barrido.

50 **[0015]** Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) según esta invención comprende, como componentes poliméricos, únicamente el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (E). En otras palabras, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) puede contener otros aditivos pero 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, basándose en el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) total. Un polímero adicional que puede estar presente en cantidades tan bajas es un polietileno el cual es un producto de sub-reacción obtenido mediante la preparación de copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) (véase de forma detallada posteriormente). Por consiguiente, en particular se valora que el presente copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) contenga únicamente el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), el copolímero de propileno elastomérico (E) y opcionalmente polietileno en cantidades que se mencionan en este párrafo.

60 **[0016]** Además, la composición de polipropileno de la presente invención se puede considerar como un sistema heterofásico. Por consiguiente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) del copolímero de propileno heterofásico

(RAHECO) constituye también la matriz (M) de la composición de polipropileno total. El copolímero de propileno elastomérico (E) y el plastómero (P) están dispersados (finamente) en dicha matriz (M). De este modo, el copolímero de propileno elastomérico (E) y el plastómero (P) pueden formar inclusiones independientes en la matriz (M), es decir, en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), o el plastómero (P) puede formar una inclusión dentro de la inclusión del copolímero de propileno elastomérico (E).

[0017] El copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) según esta invención se caracteriza por un índice de fluidez bastante alto. Por consiguiente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tiene un índice de fluidez MFR₂ (230°C) de por lo menos 7 g/10 min, más preferentemente de por lo menos 15 g/10 min, todavía más preferentemente de por lo menos 20 g/10 min, aún más preferentemente de por lo menos 35 g/10 min, por ejemplo de por lo menos 50 g/10 min, aún todavía más preferentemente de por lo menos 60 g/10 min o de por lo menos 75 g/10 min, por ejemplo de por lo menos 90 g/10 min. Los intervalos superiores son preferentemente no mayores de 160 g/10 min, más preferentemente no mayores de 130 g/10 min, todavía más preferentemente no mayores de 100 g/10 min, aún más preferentemente no mayores de 90 g/10 min, por ejemplo no mayores de 70 g/10 min. Así, los intervalos preferidos están en el intervalo de entre 7,0 y 200,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 20 y 160 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 35 y 130 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 50 y 100 g/10 min, por ejemplo entre 60 y 100 g/10 min.

[0018] Preferentemente, se desea que el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) sea termo-mecánicamente estable. Por consiguiente, se valora que el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tenga una temperatura de fusión de por lo menos 130°C, más preferentemente en el intervalo de entre 130 y 150°C, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 130 y 148°C.

[0019] Típicamente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tiene una temperatura de cristalización bastante baja, es decir, no mayor de 110°C, más preferentemente en el intervalo de entre 85 y 110°C, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 90 y 108°C.

[0020] El copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) comprende, además de propileno, también comonómeros. Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) comprende, además de propileno, etileno y/o α -olefinas C₄ a C₁₂. Por consiguiente, la expresión "copolímero de propileno" según la presente invención se interpreta como un polipropileno que comprende, preferentemente que está compuesto por, unidades obtenibles a partir de

(a) propileno

35 y

(b) etileno y/o α -olefinas C₄ a C₁₂.

[0021] Así, los copolímeros de propileno según la presente invención, es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), los copolímeros de propileno aleatorios (R-PP), la primera fracción del copolímero de propileno (R-PP1), la segunda fracción del copolímero de propileno (R-PP2), y el copolímero de propileno elastomérico (E), comprenden monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo, comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas C₄ a C₁₂, en particular, etileno y/o α -olefinas C₄ a C₈, por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, los copolímeros de propileno según la presente invención comprenden, especialmente están compuestos por, monómeros copolimerizables con propileno del grupo compuesto por etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, los copolímeros de propileno de la presente invención comprenden – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, los copolímeros de propileno según la presente invención comprenden unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente. Todavía más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) así como el copolímero de propileno elastomérico (E) contienen los mismos comonómeros, como por ejemplo etileno.

[0022] Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (E) es preferentemente un caucho de etileno o propileno (EPR), mientras que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) es un copolímero de etileno propileno aleatorio (R-PP).

[0023] Adicionalmente, se valora que el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), preferentemente tenga un contenido total de comonómeros bastante alto el cual contribuye a la blandura del material. De este modo, se requiere que el contenido de comonómeros del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) sea por lo menos del 5,0% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 6,0 y el 15,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 7,0 y el 14,0% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 7,5 y el 13,5% en peso.

[0024] La fracción de solubles en xileno en frío (XCS) medida de acuerdo con la ISO 16152 (25°C), del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) es por lo menos del 15% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 15 y el

50% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 18 y el 40% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre el 20 y el 40% en peso.

5 **[0025]** Además, se valora que la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) venga especificada por su viscosidad intrínseca. Valores bajos de la viscosidad intrínseca (IV) reflejan un bajo peso molecular medio en peso. Para la presente invención se requiere que la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tenga una viscosidad intrínseca (IV), medida de acuerdo con la ISO 1628/1 (a 135°C en decalina), por debajo de 2,0 dl/g, más preferentemente en el intervalo de entre 0,8 y por debajo de 2,0 dl/g, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 1,9 dl/g, aún todavía más preferentemente por ejemplo en el intervalo de entre 1,0 y por debajo de 1,8 dl/g, como por ejemplo en el intervalo de entre 1,0 y por debajo de 1,7 y dl/g.

15 **[0026]** Adicionalmente, se prefiere que el contenido de comonómeros, es decir, el contenido de etileno, de la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) no sea mayor del 35,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 18,0 y el 35,0% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre el 20,0 y el 32,0% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 20,0 y el 30,0% en peso. Los comonómeros presentes en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) son los correspondientes definidos anteriormente para el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (E), respectivamente. En una realización preferida, el comonómero es solamente etileno.

20 **[0027]** El copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) se puede definir adicionalmente por sus componentes individuales, es decir, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (E).

25 **[0028]** El copolímero de propileno aleatorio (R-PP) 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_8 , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) según la presente invención 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) de esta invención comprende – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente.

30 **[0029]** Tal como se ha mencionado anteriormente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) se caracteriza por un contenido de comonómeros bastante alto. Por consiguiente, el contenido de comonómeros del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) es por lo menos del 2,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 2,0 y el 9,0% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 2,5 y el 8,0% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre el 3,0 y el 7,0% en peso, como por ejemplo en el intervalo de entre el 3,5 y el 6,0% en peso.

35 **[0030]** El término “aleatorio” indica que los comonómeros del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), así como de la primera fracción del copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción del copolímero de propileno (R-PP2) están distribuidos aleatoriamente dentro de los copolímeros de propileno. El término aleatorio se entiende según la IUPAC (Glosario de términos básicos en la ciencia de los polímeros; recomendaciones de la IUPAC 1996).

40 **[0031]** El copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende por lo menos dos fracciones poliméricas, como por ejemplo dos o tres fracciones poliméricas, siendo todas ellas copolímeros de propileno. Aún más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende, preferentemente está compuesto por, una primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y una segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2). Se prefiere que la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) sea la fracción pobre en comonómeros mientras que la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) es la fracción rica en comonómeros.

45 **[0032]** En una realización preferida, la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) tiene un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 1,0 y el 6,0% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 1,5 y el 6,0% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre el 2,0 y el 5,0, por ejemplo en el intervalo de entre el 2,0 y el 4,5% en peso.

50 **[0033]** La segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) tiene preferentemente un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 3,0 y el 12,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 3,5 y el 10,0% en peso, por ejemplo en el intervalo de entre el 4,5 y el 8,0% en peso.

55 **[0034]** Adicionalmente se valora que se cumpla la siguiente inecuación (I), preferentemente la inecuación (Ia), más preferentemente la inecuación (Ib):

$$[R-PP] - [R-PP1] \geq 0,5 \quad (I)$$

$$[R-PP] - [R-PP1] \geq 1,5 \quad (Ia)$$

$$4,0 \geq [\text{R-PP}] - [\text{R-PP1}] \geq 2,0 \quad (\text{Ib})$$

en donde

5

[R-PP] el contenido de comonómeros [% en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), y

[R-PP1] el contenido de comonómeros [% en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1).

10

[0035] En relación con los comonómeros usados para la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2), se hace referencia a los comonómeros del copolímero de propileno aleatorio (R-PP). Preferentemente, la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) contienen los mismos comonómeros, por ejemplo etileno.

15

[0036] Otro componente del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) es el copolímero de propileno elastomérico (E) dispersado en la matriz (M). En relación con los comonómeros usados en el copolímero de propileno elastomérico (E), se hace referencia a la información proporcionada para el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Por consiguiente, el copolímero de propileno elastomérico (E) 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_8 , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de propileno elastomérico (E) 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 elastomérico (E) comprende – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. Así, en una realización especialmente preferida, el copolímero de propileno elastomérico (E) comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente.

25

[0037] El contenido de comonómeros del copolímero de propileno elastomérico (E) está preferentemente en el intervalo de entre el 20,0 y el 40,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 25,0 y el 38,0% en peso, por ejemplo en el intervalo de entre el 28,0 y el 34,0% en peso.

30

[0038] Además, la relación en peso entre la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) está preferentemente entre 25:75 y 70:30, más preferentemente entre 30:70 y 60:40, todavía más preferentemente entre 33:67 y 55:45.

35

[0039] Por otro lado, la relación en peso entre el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (E) está preferentemente entre 95:5 y 70:30, más preferentemente entre 90:10 y 80:20.

40

[0040] Tal como se describe de forma detallada posteriormente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) se obtiene preferentemente mediante viscorreducción de un copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO). Por consiguiente, a continuación se describe más detalladamente el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO).

40

[0041] El copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) comprende una matriz (Pre-M) que es un copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) y un copolímero de propileno elastomérico (Pre-E) dispersado en dicha matriz (Pre-M). Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) comprende por lo menos dos fracciones poliméricas, por ejemplo dos o tres fracciones poliméricas, siendo todas ellas copolímeros de propileno. Aún más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) comprende, preferentemente está compuesto por, una primera fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) y una segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2).

45

50

[0042] La viscorreducción no altera la cantidad o el tipo de comonómero. Por consiguiente, con respecto a las cantidades de comonómero en el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) y a sus fracciones individuales, se hace referencia al copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) y sus fracciones, respectivamente. Se aplica lo mismo para los tipos de comonómero usados en estas fracciones.

50

55

[0043] Además, el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) tiene preferentemente un índice de fluidez MFR_2 (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 0,3 y 15,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 0,6 y 10,0 g/10 min. El índice de fluidez MFR_2 (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) es inferior en comparación con el índice de fluidez MFR_2 (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) (sometido a viscorreducción). Por consiguiente, la diferencia entre el índice de fluidez MFR_2 (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) (sometido a viscorreducción) y el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) [MFR_2 (RAHECO) – MFR_2 (Pre-RAHECO)] es por lo menos de 2,5 g/10 min, más preferentemente de por lo menos 5,0 g/10 min, aún más preferentemente de por lo menos 20,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 25,0 y 70,0 g/10 min, por ejemplo en el intervalo de entre 30,0 y 60,0 g/10 min.

60

[0044] La fracción de solubles en xileno en frío (XCS), medida de acuerdo con la ISO 16152 (25°C) del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) es por lo menos del 15% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 15

y el 50% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 18 y el 40% en peso, todavía más preferentemente en el intervalo de entre el 20 y el 40.

[0045] La fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) tiene preferentemente una viscosidad intrínseca (IV), medida de acuerdo con la ISO 1628/1 (a 135°C en decalina), por debajo de 3,0 dl/g, más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y por debajo de 2,5 dl/g, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 2,3 dl/g.

[0046] Tal como se ha indicado anteriormente, el copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) comprende por lo menos dos, más preferentemente comprende dos, aún más preferentemente está compuesto por dos, fracciones de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) y (Pre-R-PP2), difiriendo entre sí las dos fracciones de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) y (Pre-R-PP2) por el contenido de comonómeros. Por consiguiente, se prefiere que la primera fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) sea la fracción pobre en comonómeros, mientras que la segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2) es la fracción rica en comonómeros. En relación con el contenido preferido de comonómeros en cada fracción, se hace referencia a la información proporcionada para la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2), respectivamente. Se aplica lo mismo a la relación en peso entre la primera fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2). Además, con respecto a este requisito, se hace referencia a la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2), respectivamente.

[0047] Además, se prefiere que la primera fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2) tengan aproximadamente el mismo índice de fluidez. Por consiguiente, se prefiere que la diferencia entre el índice de fluidez del copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) y la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) [MFR(Pre-R-PP) – MFR(Pre-R-PP1)] esté por debajo de +/- 1,5 g/10 min, más preferentemente +/- 1,0 g/10 min, aún más preferentemente +/- 0,5 g/10 min. De este modo, en una realización, la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2) tienen un índice de fluidez MFR₂ (230°C) en el intervalo de entre 0,5 y 18,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 2,0 y 15,0 g/10 min.

[0048] Otro componente del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) es el copolímero de propileno elastomérico (Pre-E) dispersado en la matriz (Pre-M), es decir, en el copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP). En relación con los comonómeros usados en el copolímero de propileno elastomérico (Pre-E), se hace referencia a la información proporcionada para el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) y, especialmente, para el copolímero de propileno elastomérico (E). Por consiguiente, cualquier información proporcionada en relación con el contenido de comonómeros y el tipo de comonómeros del copolímero de propileno elastomérico (E) se puede usar de manera unívoca para el copolímero de propileno elastomérico (Pre-E).

[0049] Además, la relación en peso entre la primera fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2) preferentemente está entre 25:75 y 70:30, más preferentemente entre 30:70 y 60:40, todavía más preferentemente entre 33:67 y 55:45.

[0050] Por otro lado, la relación en peso entre el copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (Pre-E) preferentemente está entre 95:5 y 70:30, más preferentemente entre 90:10 y 80:20.

[0051] En una realización, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) se obtiene mediante un proceso de polimerización secuencial según se describe posteriormente. En una realización alternativa, en primer lugar se produce el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) en un proceso de polimerización secuencial y el mismo, posteriormente, se degrada (se somete a viscorreducción) en una extrusora, preferentemente junto con los componentes adicionales presentes existentes en la presente composición de polipropileno.

[0052] El copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se pueden producir en un proceso de polimerización secuencial. Por consiguiente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se producen preferentemente en un proceso de polimerización secuencial que comprende por lo menos dos reactores; por ejemplo tres reactores. En caso del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) el mismo se debe someter posteriormente a viscorreducción para alcanzar el índice de fluidez deseado.

[0053] Preferentemente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o polímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se obtiene mediante un proceso de polimerización secuencial que comprende las etapas de

(a) polimerizar en un primer reactor propileno y etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂ obteniendo así una primera fracción de copolímero de propileno (PP 1) y una primera fracción de copolímero de propileno (Pre-PP1), respectivamente,

(b) transferir dicha primera fracción de copolímero de propileno (PP 1) y dicha primera fracción de copolímero de propileno (Pre-PP1), respectivamente, a un segundo reactor,

(c) polimerizar en dicho segundo reactor, en presencia de la primera fracción de copolímero de propileno (PP1) y de la primera fracción de copolímero de propileno (Pre-PP1), respectivamente, propileno y etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂ obteniendo una segunda fracción de copolímero de propileno (PP2) y una segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-PP2), respectivamente, de manera que dicha primera fracción de copolímero de propileno (PP 1) y dicha segunda fracción de copolímero de propileno (PP2) forman la matriz (PP), o dicha primera fracción de copolímero de propileno (Pre-PP1) y dicha segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-PP2) forman la matriz (Pre-PP),

(d) transferir dicha matriz (M) y dicha matriz (Pre-M), respectivamente, a un tercer reactor,

(e) polimerizar en dicho tercer reactor, en presencia de la matriz (M) y de la matriz (Pre-M), respectivamente, propileno y etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂ obteniendo un copolímero de propileno elastomérico (E) y un copolímero de propileno elastomérico (Pre-E), respectivamente, formando dicha matriz (M) y dicho copolímero de propileno elastomérico (E) el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), o formando dicha matriz (Pre-M) y dicho copolímero de propileno elastomérico (Pre-E) el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO).

[0054] Para realizaciones preferidas del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO), el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), el copolímero de propileno (Pre-R-PP), la primera fracción de copolímero de propileno (PP1), la primera fracción de copolímero de propileno (Pre-PP1), la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2), la segunda fracción de copolímero de propileno (Pre-R-PP2), el copolímero elastomérico (E), y el copolímero elastomérico (Pre-E) se hace referencia a las definiciones dadas anteriormente.

[0055] La expresión "proceso de polimerización secuencial" indica que el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se produce en por lo menos dos, por ejemplo tres, reactores conectados en serie. Por consiguiente, el presente proceso comprende por lo menos un primer reactor, un segundo reactor, y opcionalmente un tercer reactor. La expresión "proceso de polimerización" indicará que tiene lugar la polimerización principal. Así, en caso de que el proceso esté compuesto por tres reactores de polimerización, esta definición no excluye la opción de que el proceso total comprenda, por ejemplo, una etapa de pre-polimerización en un reactor de pre-polimerización. La expresión "está compuesto por" es únicamente una formulación cerrada teniendo en cuenta el proceso de polimerización principal.

[0056] El primer reactor es preferentemente un reactor de suspensión (*slurry*) y puede ser cualquier reactor de tanque agitado por lotes, sencillo o continuo o un reactor de bucle que funcione en masa o en suspensión. En masa significa una polimerización en un medio de reacción que comprende por al menos un 60% (peso/peso) de monómero. Según la presente invención, el reactor de suspensión es preferentemente un reactor de bucle (en masa).

[0057] El segundo reactor y el tercer reactor son preferentemente reactores de fase gaseosa. Dichos reactores de fase gaseosa pueden ser cualesquiera reactores mezclados mecánicamente o de lecho fluido. Preferentemente, los reactores de fase gaseosa comprenden un reactor de lecho fluido agitado mecánicamente con velocidades del gas de por lo menos 0,2 m/s. De este modo, se valora que el reactor de fase gaseosa sea un reactor del tipo de lecho fluidificado, preferentemente con un agitador mecánico.

[0058] De este modo, en una realización preferida, el primer reactor es un reactor de suspensión, por ejemplo un reactor de bucle, mientras que el segundo reactor y el tercer reactor (R3) son reactores de fase gaseosa (GPR). Por consiguiente, para el presente proceso se usan por lo menos tres, preferentemente tres, reactores de polimerización, a saber, un reactor de suspensión, por ejemplo un reactor de bucle, un primer reactor de fase gaseosa y un segundo reactor de fase gaseosa conectados en serie. Si fuera necesario, antes del reactor de suspensión, se coloca un reactor de pre-polimerización.

[0059] Un proceso preferido de múltiples etapas es un proceso de "bucle-fase gaseosa", tal como el desarrollado por Borealis A/S, Dinamarca (conocido como tecnología BORSTAR®), descrito, por ejemplo, en la bibliografía de las patentes, tal como en los documentos EP 0 887 379, WO 92/12182, WO 2004/000899, WO 2004/111095, WO 99/24478, WO 99/24479 ó en el documento WO 00/68315.

[0060] Otro proceso adecuado de suspensión-fase gaseosa es el proceso Spheripol® de Basell.

[0061] Preferentemente, en el presente proceso para producir el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) según se ha definido anteriormente, las condiciones para el primer reactor, es decir, el reactor de suspensión, por ejemplo un reactor de bucle, pueden ser las siguientes:

- la temperatura está dentro del intervalo de 50 °C a 110 °C, preferentemente entre 60 °C y 100 °C, más preferentemente entre 68 y 95 °C,
- la presión está dentro del intervalo de 20 bares a 80 bares, preferentemente entre 40 bares y 70 bares,
- se puede adicionar hidrógeno para controlar la masa molar según una manera conocida de por sí.

[0062] Posteriormente, la mezcla de reacción del primer reactor se transfiere al segundo reactor, es decir, reactor de fase gaseosa, donde las condiciones son preferentemente las siguientes:

- la temperatura está dentro del intervalo de 50 °C a 130 °C, preferentemente entre 60 °C y 100 °C,
- la presión está dentro del intervalo de 5 bares a 50 bares, preferentemente entre 15 bares y 35 bares,
- se puede adicionar hidrógeno para controlar la masa molar según una manera conocida de por sí.

[0063] La condición en el tercer reactor es similar al segundo reactor.

[0064] El tiempo de residencia puede variar en las zonas de los tres reactores.

[0065] En una realización del proceso para producir el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO), el tiempo de residencia en el reactor de masa, por ejemplo, de bucle, está en el intervalo de entre 0,1 y 2,5 horas, por ejemplo, entre 0,15 y 1,5 horas, y el tiempo de residencia en el reactor de fase gaseosa estará generalmente entre 0,2 y 6,0 horas, por ejemplo entre 0,5 y 4,0 horas.

[0066] Si se desea, la polimerización se puede efectuar de una manera conocida, en condiciones supercríticas, en el primer reactor, es decir, en el reactor de suspensión, por ejemplo en el reactor de bucle, y/o en modo condensado en los reactores de fase gaseosa.

[0067] Preferentemente, el proceso comprende también una prepolimerización con el sistema de catalizador, según se describe de forma detallada posteriormente, que comprende un procatalizador Ziegler-Natta, un dador externo y opcionalmente un cocatalizador.

[0068] En una realización preferida, la prepolimerización se lleva a cabo como una polimerización de suspensión, en masa, en propileno líquido, es decir, la fase líquida comprende principalmente propileno, con una cantidad menor de otros reactivos y, opcionalmente, componentes inertes disueltos en la misma.

[0069] La reacción de prepolimerización se efectúa típicamente a una temperatura de entre 10 y 60°C, preferentemente de 15 a 50°C, y más preferentemente de 20 a 45°C.

[0070] La presión en el reactor de prepolimerización no es crítica pero debe ser suficientemente alta para mantener la mezcla de reacción en fase líquida. Así, la presión puede estar entre 20 y 100 bares, por ejemplo entre 30 y 70 bares.

[0071] Los componentes del catalizador se introducen todos ellos preferentemente en la etapa de prepolimerización. No obstante, cuando el componente del catalizador sólido (i) y el cocatalizador (ii) se pueden alimentar por separado, es posible que solamente una parte del cocatalizador se introduzca en la fase de prepolimerización y la parte restante en fases posteriores de la polimerización. Además, en tales casos, es necesario introducir una cantidad tal de cocatalizador en la fase de prepolimerización de manera que en la misma se obtenga una reacción suficiente de polimerización.

[0072] En la fase de prepolimerización también es posible adicionar otros componentes. Así, se puede adicionar hidrógeno en la fase de prepolimerización para controlar el peso molecular del prepolímero tal como es sabido en la técnica. Además, se puede usar un aditivo antiestático para evitar que las partículas se adhieran entre sí o a las paredes del reactor.

[0073] El control preciso de las condiciones de prepolimerización y de los parámetros de reacción se sitúa dentro de las habilidades pertinentes de la técnica.

[0074] Según la invención, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se obtiene mediante un proceso de polimerización de múltiples etapas, según se ha descrito anteriormente, en presencia de un sistema de catalizador que comprende, como componente (i), un procatalizador Ziegler-Natta el cual contiene un producto de transesterificación de un alcohol inferior y un éster ftálico.

[0075] Según la invención, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se obtiene mediante un proceso de polimerización de múltiples etapas, según se ha descrito

anteriormente, en presencia de un catalizador de polimerización de olefina Ziegler-Natta que comprende un componente en forma de partículas que presentan un intervalo de tamaños predeterminado, que se ha producido en un proceso que comprende:

- 5 a) preparar una solución de un complejo de un metal del Grupo 2 y un dador de electrones haciendo reaccionar un compuesto de dicho metal con dicho dador de electrones o un precursor del mismo en un medio de reacción líquido orgánico,
- 10 b) hacer reaccionar dicho complejo en solución con un compuesto de un metal de transición, preferentemente de cualquiera de los grupos 4 a 6, para producir una emulsión cuya fase dispersa contiene más de un 50% molar del metal del Grupo 2 en dicho complejo,
- 15 c) mantener las partículas de dicha fase dispersa dentro del intervalo medio de tamaños de entre 5 y 200 micras, preferentemente entre 10 y 100 micras, aún más preferentemente entre 20 y 50 micras mediante agitación en presencia de un estabilizador de emulsiones y
- d) solidificar dichas partículas, y recuperar, opcionalmente lavando dichas partículas para obtener dicho componente del catalizador.

20 **[0076]** El metal del grupo 2 usado en la preparación del catalizador es preferentemente magnesio, y el medio orgánico líquido para hacer reaccionar el compuesto metálico del grupo 2 comprende preferentemente un hidrocarburo aromático C₆ a C₁₀, preferentemente tolueno.

25 **[0077]** Un compuesto dador de electrones que se hará reaccionar con el compuesto metálico del grupo 2 es preferentemente un mono- o diéster de un ácido o diácido carboxílico aromático, pudiendo formar este último un complejo estructurado de tipo quelato. Dicho éster o diéster de ácido carboxílico aromático se puede formar in situ mediante reacción de un cloruro de ácido o dicloruro de diácido carboxílico aromático con un alcohol C₂ a C₁₆ y/o diol, y es preferentemente ftalato de dioctilo o bis-(2-etilhexil) ftalato.

30 **[0078]** La reacción para la preparación del complejo metálico del grupo 2 se lleva a cabo generalmente a una temperatura de entre 20 y 80°C, y en caso de que el metal del grupo 2 sea magnesio, la preparación del complejo de magnesio se puede llevar a cabo de forma ventajosa a una temperatura de entre 50 y 70°C.

35 **[0079]** El compuesto de un metal del grupo 4 a 6 es preferentemente un compuesto de un metal del grupo 4. El metal del grupo 4 es preferentemente titanio, y su compuesto que se hará reaccionar con el complejo de un metal del grupo 2 es preferentemente un haluro.

40 **[0080]** Todavía en otra realización de la invención, el compuesto de un metal del grupo 4 a 6 también se puede seleccionar de entre metales del grupo 5 y el grupo 6, tales como compuestos de Cu, Fe, Co, Ni y/o Pd. En una realización preferida del proceso de producción del catalizador, a la mezcla de reacción se le adiciona un agente minimizador de turbulencias (TMA) antes de solidificar dichas partículas de la fase dispersa, de manera que el TMA es inerte y soluble en la mezcla de reacción bajo las condiciones de esta última.

45 **[0081]** El agente minimizador de turbulencias (TMA) o mezclas del mismo son preferentemente polímeros que tienen cadenas del esqueleto estructural de carbonos alifáticos lineales, las cuales pueden estar ramificadas con cadenas laterales cortas únicamente para colaborar con las condiciones de flujo uniforme cuando se realiza una agitación. Dicho TMA se selecciona preferentemente en particular de entre polímeros de alfa-olefina que tienen un alto peso molecular Mw (según se mide por cromatografía de permeación en gel) de aproximadamente entre 1 y 40 x 10⁶, o mezclas de los mismos. Se prefieren especialmente polímeros de monómeros de alfa-olefina con entre 6 y 20 átomos de carbono, y más preferentemente poliocteno, polinoneno, polideceno, poliundeceno o dodeceno o mezclas de los mismos, que presenten el peso molecular y la estructura de esqueleto general que se han definido anteriormente. Con la mayor preferencia el TMA es polideceno.

50 **[0082]** Habitualmente, dicho agente minimizador de turbulencias se puede adicionar en cualquier etapa del proceso antes de que se inicie la formación de las partículas, es decir, como muy tarde antes de la solidificación de la emulsión, y el mismo se adiciona a la emulsión en una cantidad de entre 1 y 1.000 ppm, preferentemente entre 5 y 100 ppm y más preferentemente entre 5 y 50 ppm, basándose en el peso total de la mezcla de la reacción.

60 **[0083]** Una realización preferida del proceso para producir catalizadores con el fin de preparar el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) o el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) de la presente invención comprende: preparar una solución de un complejo de magnesio haciendo reaccionar compuesto de alcoxi magnesio y un dador de electrones o precursor del mismo en un medio de reacción líquido aromático C₆ a C₁₀ que comprende hidrocarburo aromático C₆ a C₁₀ ó una mezcla de hidrocarburo aromático C₆ a C₁₀ e hidrocarburo alifático C₅ a C₉; hacer reaccionar dicho complejo de magnesio con un compuesto de por lo menos un metal tetravalente de grupo 4 a una

temperatura superior a 10°C e inferior a 60°C, para producir una emulsión de una fase dispersa de aceite más denso, insoluble en TiCl₄/tolueno, que presenta una relación molar de metal del grupo 4/Mg de 0,1 a 10 en una fase de dispersión de aceite que presenta una relación molar de metal del grupo 4/Mg de 10 a 100; mantener las gotitas de dicha fase dispersa dentro del intervalo de tamaños de entre 5 y 200 micras mediante agitación en presencia de un estabilizador de emulsiones mientras se calienta la emulsión para solidificar dichas gotitas y adicionar agente minimizador de turbulencias a la mezcla de la reacción antes de solidificar dichas gotitas de la fase dispersa, siendo dicho agente minimizador de turbulencias inerte y solubles en la mezcla de la reacción bajo las condiciones de la misma; y solidificar dichas partículas de la fase dispersa calentando y recuperando las partículas de catalizador obtenidas.

[0084] Así, dichas fases de dispersión y dispersa son distinguibles entre sí por el hecho de que el aceite más denso, si se hace entrar en contacto con una solución de tetracloruro de titanio en tolueno, no se disolverá en la misma. Una solución adecuada de TiCl₄/tolueno para establecer este criterio sería aquella que presentase una relación molar de TiCl₄/tolueno de 0,1 y a 0,3. Las fases de dispersión y dispersa son también distinguibles por el hecho de que, en la fase dispersa, existe una gran preponderancia de Mg proporcionado (como complejo) para la reacción con el compuesto de metal del grupo 4, según se revela mediante comparación de las relaciones molares respectivas del metal del grupo 4/Mg.

[0085] Por lo tanto, en efecto, prácticamente la totalidad del producto de reacción del complejo de Mg con el metal del grupo 4, que es el precursor del catalizador final, se convierte en la fase dispersa, y avanza a través de etapas adicionales de procesado hasta la forma final en partículas secas. La fase de dispersión, que sigue conteniendo una cantidad útil de metal del grupo 4, se puede volver a procesar para la recuperación de ese metal.

[0086] La producción de un producto de reacción bifásico, en lugar de monofásico, se ve estimulada al llevar a cabo la reacción del complejo de Mg/compuesto de metal del grupo 4 a baja temperatura, específicamente por encima de 10°C aunque por debajo de 60°C, preferentemente entre 20 y 50°C. Puesto que las dos fases naturalmente tenderán a separarse en una fase más densa, inferior, y una fase más ligera, sobrenadante, es necesario mantener el producto de la reacción en forma de una emulsión mediante agitación, preferentemente en presencia de un estabilizador de emulsiones.

[0087] Las partículas resultantes de la fase dispersa de la emulsión tienen un tamaño, una forma (esférica) y una uniformidad que consiguen que el catalizador final sea extremadamente eficaz en la polimerización de olefinas. Esta morfología se conserva durante el calentamiento para solidificar las partículas, y, evidentemente, durante la totalidad de las etapas finales de lavado y secado. Por el contrario, resulta difícil, y hasta imposible, lograr dicha morfología a través de la precipitación, debido a la incontrollabilidad fundamental de la nucleación y el crecimiento, y al elevado número de variables que afectan a estos eventos.

[0088] El dador de electrones es preferentemente un éster de ácido carboxílico aromático, siendo los ésteres particularmente preferidos ftalato de dioctilo y bis-(2-etilhexil) ftalato. El dador se puede formar de manera conveniente in situ mediante reacción de un precursor de un cloruro de ácido carboxílico aromático con un alcohol C₂ a C₁₆ y/o diol. El medio líquido comprende preferentemente tolueno.

[0089] Además, se pueden usar adicionalmente agentes emulsionantes/estabilizadores de emulsiones según una manera conocida en la técnica para facilitar la formación y/o la estabilidad de la emulsión. Para dicha finalidad, se puede usar por ejemplo, surfactantes, por ejemplo, de una clase que se basa en polímeros acrílicos o metacrílicos.

[0090] Preferentemente, dichos estabilizadores de emulsiones son polímeros acrílicos o metacrílicos, en particular aquellos con cadenas laterales de ésteres de tamaño medio con más de 10, preferentemente más de 12 átomos de carbono, y preferentemente menos de 30, y preferentemente entre 12 y 20 átomos de carbono en la cadena lateral del éster. Son particularmente preferidos los acrilatos C₁₂ a C₂₀ sin ramificaciones, tales como poli(hexadecil)-metacrilato y poli(octadecil)-metacrilato.

[0091] Se ha observado que los mejores resultados se obtienen cuando la relación molar del metal del grupo 4/Mg del aceite más denso es de 1 a 5, preferentemente de 2 a 4, y la correspondiente del aceite de la fase de dispersión es de 55 a 65. En general, la proporción de la relación molar del metal del grupo 4/Mg en el aceite de la fase de dispersión con respecto a la del aceite más denso es por lo menos de 10.

[0092] La solidificación de las gotitas de la fase dispersa mediante calentamiento se lleva a cabo adecuadamente a una temperatura de entre 70 y 150°C, habitualmente a entre 90 y 110°C.

[0093] El catalizador finalmente obtenido se presenta, de forma deseable, en forma de partículas que tienen intervalos de tamaños medios de entre 5 y 200 micras, preferentemente entre 10 y 100 micras, más preferentemente entre 20 y 50 micras.

- 5 **[0094]** Los reactivos se pueden adicionar al medio de reacción aromático en cualquier orden. No obstante, se prefiere que, en una primera etapa, el compuesto de alcoxi magnesio se haga reaccionar con un precursor de haluro de ácido carboxílico del dador de electrones para formar un intermedio; y, en una segunda etapa, el producto obtenido se hace reaccionar además con el metal del grupo 4. El compuesto de magnesio contiene preferentemente entre 1 y 20 átomos de carbono por cada grupo alcoxi, y el ácido carboxilo debería contener por lo menos 8 átomos de carbono.
- 10 **[0095]** La reacción del compuesto de magnesio, el haluro de ácido carboxílico y alcohol se desarrolla satisfactoriamente a temperaturas en el intervalo de entre 20 y 80°C, preferentemente entre 50 y 70°C. El producto de esa reacción, el "complejo de Mg", se hace reaccionar con el compuesto del metal del grupo 4 a una temperatura inferior, para ocasionar la formación de un producto bifásico, de aceite-en-aceite.
- 15 **[0096]** El medio de reacción usado como disolvente puede ser aromático o una mezcla de hidrocarburos aromáticos y alifáticos, conteniendo este último preferentemente entre 5 y 9 átomos de carbono, más preferentemente entre 5 y 7 átomos de carbono, o mezclas de los mismos. Preferentemente, el medio de reacción líquido usado como disolvente en la reacción es aromático y, más preferentemente, se selecciona de entre hidrocarburos, tales como bencenos sustituidos y no sustituidos, preferentemente de entre bencenos alquilados, aún más preferentemente de entre tolueno y los xilenos, y, de la forma más preferente, es tolueno. La relación molar de dicho medio aromático con respecto al magnesio es preferentemente menor de 10, por ejemplo entre 4 y 10, preferentemente entre 5 y 9.
- 20 **[0097]** El grupo del compuesto de alcoxi magnesio se selecciona preferentemente del grupo compuesto por dialcóxidos de magnesio, complejos de dihaluro de magnesio y un alcohol, y complejos de un dihaluro de magnesio y un dialcóxido de magnesio. El mismo puede ser un producto de reacción de un alcohol y un compuesto de magnesio seleccionado del grupo compuesto por dialquil magnesio, alcóxidos de alquil magnesio, haluros de dialquil magnesio y dihaluros de magnesio. Se puede seleccionar además del grupo compuesto por dialcoxi magnesios, diariloxi magnesios, haluros de alquiloxi magnesio, haluros de ariloxi magnesio, alcóxidos de alquil magnesio, alcóxidos de aril magnesio, y arilóxidos de alquil magnesio.
- 25 **[0098]** El dialcóxido de magnesio puede ser el producto de reacción de un dihaluro de magnesio, tal como dicloruro de magnesio o un dialquil magnesio de la fórmula $R'_xR''_yMg$, en donde $x + y = 2$, y x e y se encuentran en el intervalo de entre 0,3 y 1,7, y cada uno de R' y R'' es un alquilo C_1 a C_{20} similar o diferente, preferentemente un alquilo C_4 a C_{10} similar o diferente. Los alquilos de magnesio típicos son etilbutil magnesio, dibutil magnesio, dipropil magnesio, propilbutil magnesio, dipentil magnesio, butilpentil magnesio, butiloctil magnesio y dioctil magnesio. Preferentemente R' es un grupo butilo y R'' es un grupo octilo, es decir, el compuesto de dialquil magnesio es butiloctil magnesio, de la forma más preferente el compuesto de dialquil magnesio es $Mg[(Bu)_{1,5}(Oct)_{0,5}]$.
- 30 **[0099]** El dialquil magnesio, el alcóxido de alquil magnesio o el dihaluro de magnesio pueden reaccionar con un alcohol polihídrico $R(OH)_m$, encontrándose m en el intervalo de entre 2 y 4, o un alcohol monohídrico ROH o mezclas de los mismos.
- 35 **[0100]** El alcohol polihídrico C_2 a C_6 típico puede ser de cadena lineal o ramificado, e incluye etilenglicol, propilenglicol, trimetilenglicol, 1,2-butilenglicol, 1,3-butilenglicol, 1,4-butilenglicol, 2,3-butilenglicol, 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,8-octanodiol, pinacol, dietilenglicol, trietilenglicol, y trioles tales como glicerol, metilol propano y pentaeritritol.
- 40 **[0101]** El medio de reacción aromático también puede contener un alcohol monohídrico, el cual puede ser de cadena lineal o ramificada. Son alcoholes monohídricos C_1 - C_5 típicos metanol, etanol, n-propanol, iso-propanol, n-butanol, iso-butanol, sec.butanol, tert.butanol, alcohol n-amílico, alcohol iso-amílico, alcohol sec. amílico, alcohol tert.amílico, dietil carbinol, alcohol akt. amílico, alcohol sec.isoamílico, tert.butil carbinol. Son alcoholes monohídricos C_6 - C_{10} típicos hexanol, 2-etil-1-butanol, 4-metil-2-pentanol, 1-heptanol, 2-heptanol, 4-heptanol, 2,4-dimetil-3-pentanol, 1-octanol, 2-octanol, 2-etil-1-hexanol, 1-nonanol, 5-nonanol, diisobutil carbinol, 1-decanol y 2,7-dimetil-2-octanol. Son alcoholes monohídricos $>C_{10}$ típicos n-1-undecanol, n-1-dodecanol, n-1-tridecanol, n-1-tetradecanol, n-1-pentadecanol, n-1-hexadecanol, n-1-heptadecanol y n-1-octadecanol. Los alcoholes monohídricos pueden ser insaturados, siempre que no actúen como venenos para catalizadores.
- 45 **[0102]** Los alcoholes monohídricos preferibles son aquellos de fórmula ROH en la cual R es un grupo alquilo C_2 a C_{16} , de la forma más preferente un grupo alquilo C_4 a C_{12} , particularmente 2-etil-1-hexanol ó 1-octanol. De forma preferente, esencialmente la totalidad del éster de ácido carboxílico aromático es un producto de reacción de un haluro de ácido carboxílico, preferentemente un dihaluro de ácido dicarboxílico, más preferentemente un dihaluro de ácido dicarboxílico insaturado, de la forma más preferente dicloruro de ácido ftálico, con el alcohol monohídrico.
- 50 **[0103]** El compuesto de un metal del grupo 4 tetravalente que contiene un halógeno es preferentemente un tetrahaluro de titanio. La combinación de un haluro de alcoxi titanio y un agente de halogenación, que pueden formar un tetrahaluro de titanio *in situ*, es equivalente al tetrahaluro de titanio. El haluro más preferido es el cloruro.
- 55
- 60

[0104] Tal como es sabido, la adición del por lo menos un hidrocarburo halogenado durante el proceso de preparación del catalizador puede conducir a una actividad catalítica mejorada adicional. Los hidrocarburos halogenados reactivos tienen preferentemente la fórmula R^mX^n , en donde R^m es un grupo hidrocarbilo C_1-C_{20} , particularmente un grupo hidrocarbilo alifático C_1-C_{10} , X^n es un halógeno, preferentemente cloro, y n es un entero de 1 a 4.

[0105] Dichos hidrocarburos clorados incluyen monoclorometano, diclorometano, triclorometano (cloroformo), tetraclorometano, monocloroetano, (1,1)-dicloroetano, (1,1,1)-tricloroetano, (1,1,2)-tricloroetano, (1,1,1,2)-tetracloroetano, (1,1,2,2)-tetracloroetano, pentacloroetano, hexacloroetano, 1-cloropropano, 2-cloropropano, (1,2)-dicloropropano, (1,3)-dicloropropano, (1,2,3)-tricloropropano, 1-clorobutano, 2-clorobutano, cloruro de isobutilo, cloruro de tert.butilo, (1,4)-diclorobutano, 1-cloropentano, y (1,5)-dicloropentano. Los hidrocarburos clorados también pueden ser insaturados, siempre que la insaturación no actúe como veneno para catalizadores en el catalizador final.

[0106] En la anterior fórmula, R^m es preferentemente un grupo alquilo C_1-C_{10} , X^n es preferentemente cloro y n es preferentemente 1 ó 2. Los compuestos preferidos incluyen cloruro de butilo (BuCl), dicloroalcanos tales como (1,4)-diclorobutano, y cloruro de butilo terciario.

[0107] La preparación del catalizador según se describe en la presente se puede llevar a cabo por lotes, de manera semicontinua o continua. En dicho proceso semicontinuo o continuo, la solución del complejo del metal de grupo 2 y dicho dador de electrones, que se prepara haciendo reaccionar el compuesto de dicho metal con dicho dador de electrones en un medio de reacción líquido orgánico, se mezcla con por lo menos un compuesto de un metal de transición, el cual se podría disolver en el mismo medio de reacción líquido orgánico o uno diferente. A continuación, la solución así obtenida se agita, posiblemente en presencia de un estabilizante de emulsiones, y a continuación la emulsión agitada se alimenta hacia un reactor con gradiente térmico, en el cual la emulsión se somete a un gradiente de temperatura, conduciendo así a la solidificación de las gotitas de una fase dispersa de la emulsión. El TMA está contenido preferentemente en la solución del complejo o se adiciona a la solución antes de alimentar la solución agitada al reactor con gradiente térmico.

[0108] Cuando se alimenta dicha emulsión agitada al reactor con gradiente térmico, en dicho reactor de gradiente se puede alimentar adicionalmente un disolvente inerte, en el cual las gotitas no son solubles, con el fin de mejorar la formación de gotitas y que conduce por lo tanto a un tamaño de grano uniforme de las partículas del catalizador, las cuales se forman en el reactor con gradiente térmico cuando pasan a través de dicha línea. Dicho disolvente adicional podría ser el mismo que el medio de reacción líquido orgánico, el cual se usa para preparar la solución del complejo del metal del grupo 2 tal como se ha explicado anteriormente de forma más detallada.

[0109] Posteriormente, las partículas solidificadas del catalizador se pueden recuperar por medio de una unidad de filtración dentro del flujo y se someten preferentemente a un lavado con el fin de eliminar componentes de partida que no han reaccionado.

[0110] El producto en partículas recuperado se lava por lo menos una vez, preferentemente por lo menos dos veces, de la forma más preferente por lo menos tres veces con un hidrocarburo, el cual se selecciona preferentemente de entre hidrocarburos aromáticos y alifáticos, preferentemente con tolueno, particularmente con tolueno caliente (por ejemplo, 90°C), el cual puede incluir una pequeña cantidad, de forma preferente aproximadamente entre el 0,01 y el 10% en volumen de $TiCl_4$ o un cloruro de alquil aluminio, tal como cloruro de dietil aluminio (DEAC), en el mismo. Una etapa adicional de lavado se realiza de manera ventajosa con heptano, de la forma más preferente con heptano caliente (por ejemplo, 90°C), y todavía otra etapa de lavado con pentano. Una etapa de lavado incluye típicamente varias subetapas. Una secuencia de lavado preferida es, por ejemplo, una etapa de lavado con tolueno a 90°C, dos etapas de lavado con heptano a 90°C y una o dos etapas de lavado con pentano a temperatura ambiente.

[0111] Finalmente, el catalizador lavado se seca, por ejemplo, mediante evaporación o con corriente de nitrógeno.

[0112] Después del lavado y el secado, el catalizador es puede almacena para su uso posterior o se puede someter a etapas adicionales de tratamiento o se puede alimentar inmediatamente a un reactor de polimerización.

[0113] El sistema de catalizador que se usa según la presente invención comprende también un compuesto alquílico de aluminio, preferentemente de la fórmula general $AlR_{3-n}X_n$, en donde R significa grupo alquilo de cadena lineal o ramificado que tiene entre 1 y 20, preferentemente entre 1 y 10 y, más preferentemente, entre 1 y 6 átomos de carbono, X significa halógeno y n significa 0, 1, 2 ó 3, adicionándose dicho compuesto alquílico de aluminio, y poniéndose en contacto con las gotitas de la fase dispersa de la emulsión agitada antes de recuperar las partículas solidificadas del catalizador.

[0114] Se prefiere además que por lo menos una parte del compuesto de aluminio se adicione, en forma pura o en forma de una solución, desde poco antes del comienzo de la formación de la emulsión hasta su adición al líquido de lavado, por ejemplo, tolueno, en una cantidad tal que el contenido final de Al de las partículas esté entre el 0,05 y el 1% en peso, preferentemente entre el 0,1 y el 0,8% en peso, y, de la forma más preferente, entre el 0,2 y el 0,7% en peso,

según el peso de las partículas finales del catalizador. El contenido más preferido de Al puede variar en función del tipo del compuesto de Al y de la etapa de adición. Por ejemplo, en algunos casos, la cantidad más preferida puede estar entre el 0,1 y el 0,4% en peso.

5 **[0115]** Todavía adicionalmente, se usan preferentemente compuestos de tri-(C₁-C₆)-alquil aluminio, siendo el más preferido el trietilaluminio.

10 **[0116]** En catalizadores Ziegler-Natta se usan, como cocatalizadores, compuestos de alquilo de aluminio, por ejemplo, para activar el catalizador. Durante la activación de los catalizadores de polipropileno, el alquil aluminio no solamente reduce y alquila el metal activo, sino que también tiene influencia sobre la composición del dador. Es bien sabido que los compuestos de alquil aluminio pueden eliminar ésteres de ácido carboxílico, los cuales se usan como dadores internos. Simultáneamente, los dadores externos pueden estar fijos en el catalizador. Típicamente, se usa tri-etil aluminio (TEAl) como cocatalizador y silanos como dadores externos tal como se da a conocer, por ejemplo, en artículos de Sacci, M. C.; Forlini, E.; Tritto, I y Locatelli, P., *Macromolecules*, 1996, 29, 3341 a 3345, y de Sacci, M. C.; Tritto, I.; Shan, C. y Mendichi, R., *Macromolecules*, 1991, 24, 6823 a 6826.

20 **[0117]** En los catalizadores usados en la presente invención, el dador interno, preferentemente bis-(2-etilhexil) ftalato (DOP), se puede extraer significativamente del catalizador con el uso del compuesto de alquil aluminio. El nivel de extracción depende de la concentración del alquilo de aluminio. Cuanto mayor sea la concentración, más dador interno se podrá extraer. Además, la adición del dador externo junto con alquilo de aluminio hace que mejore el intercambio de dadores. Cuanto mayor sea el tiempo de reacción, más dador externo se unirá en el catalizador.

25 **[0118]** Los dadores externos particularmente preferidos son cualquiera de los siguientes: ciclohexil metil dimetiloxisilano, dicitlopentil dimetoxisilano, diisopropil dimetoxisilano, di-isobutil dimetoxisilano y di-tert.-butil dimetoxisilano. Los más preferidos son ciclohexil metil dimetoxisilano y dicitlopentil dimetoxisilano, prefiriéndose particularmente ciclohexil metil dimetoxisilano. Son especialmente preferidos dicitlopentil dimetoxi silano [Si(OCH₃)₂(ciclo-pentil)₂], ciclohexil metil dimetoxisilano [Si(OCH₃)₂(CH₃)(ciclo-hexil)₂] y diisopropil dimetoxi silano [Si(OCH₃)₂(CH(CH₃)₂)₂].

30 **[0119]** Como dador externo para el sistema de catalizadores se usa preferentemente un dador externo representado por la fórmula (III)



35 en donde R⁵ representa un grupo alquilo ramificado que tiene entre 3 y 12 átomos de carbono, preferentemente un grupo alquilo ramificado que tiene entre 3 y 6 átomos de carbono, o un ciclo-alquilo que tiene entre 4 y 12 átomos de carbono, preferentemente un ciclo-alquilo que tiene entre 5 y 8 átomos de carbono.

40 **[0120]** Se prefiere en particular que R⁵ se seleccione del grupo compuesto por iso-propilo, isobutilo, iso-pentilo, tert.-butilo, tert.-amilo, neopentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloheptilo.

45 **[0121]** Más preferentemente, el dador externo se selecciona del grupo compuesto por dietilaminotrietoxisilano [Si(OCH₂CH₃)₃(N(CH₂CH₃)₂)], dicitlopentil dimetoxi silano [Si(OCH₃)₂(ciclo-pentil)₂], ciclohexilmetildimetoxisilano [Si(OCH₃)₂CH₃(ciclo-hexil)], diisopropil dimetoxi silano [Si(OCH₃)₂(CH(CH₃)₂)₂] y mezclas de los mismos.

50 **[0122]** Se prefiere que al catalizador, después de la solidificación de las partículas de catalizador, se adicionen una solución que contenga alquil aluminio y dador externo en un disolvente orgánico, por ejemplo, pentano.

55 **[0123]** El catalizador que se obtiene con el proceso antes descrito es un catalizador Ziegler-Natta no soportado. Los catalizadores no soportados no usan ningún soporte externo, por contraposición a los catalizadores convencionales, por ejemplo, catalizadores Ziegler-Natta convencionales, los cuales se sustentan, por ejemplo, sobre sílice o MgCl₂.

[0124] Otras realizaciones preferidas de la producción del sistema de catalizador incluyen todas las realizaciones preferidas según se describe en el documento WO 03/000754.

60 **[0125]** Tal como ya se ha identificado anteriormente, el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se somete a una etapa de viscorreducción obteniendo así el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). La viscorreducción se puede llevar a cabo según cualquier manera conocida, aunque típicamente la presente invención prevé una viscorreducción química usando un agente de viscorreducción de peróxido. Los agentes de viscorreducción típicos son 2,5-dimetil-2,5-bis(tert.butil-peroxi)hexano (DHBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox 101 y Trigonox 101), 2,5-dimetil-2,5-bis(tert.butilperoxi)hexano-3 (DYBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox 130 y Trigonox 145), peróxido de dicumilo (DCUP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox DC y Perkadox BC), peróxido de di-tert.butilo (DTBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Trigonox B y Luperox Di), peróxido de tert.butil-cumilo (BCUP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Trigonox T y Luperox 801) y bis(tert.butilperoxiisopropil)benceno (DIPP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales

Perkadox 14S y Luperox DC). Las cantidades adecuadas de peróxido a utilizar de acuerdo con la presente invención son, en principio, conocidas por los expertos y se pueden calcular fácilmente sobre la base de la cantidad de copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) que se va a someter a viscorreducción, el valor de MFR₂ (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) que se va a someter a viscorreducción y el MFR₂ (230°C) objetivo deseado del producto, es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), a obtener. Por consiguiente, las cantidades típicas de agente de viscorreducción de peróxido están entre el 0,005 y el 0,5% en peso, más preferentemente entre el 0,01 y el 0,2% en peso, basándose en la cantidad de polímero de propileno utilizada. Tal como se ha indicado anteriormente, la viscorreducción se materializa en paralelo al mezclado del copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) con los otros componentes requeridos para la presente invención (véase más adelante).

10 **Plastómero (P)**

15 **[0126]** Otro requisito esencial es la presencia de un plastómero (P). El plastómero (P) es (químicamente) diferente del copolímero elastomérico (E) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). De forma más precisa, 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 medida de acuerdo con la ISO 1183-187, en el intervalo de entre 820 y 950 kg/m³, más preferentemente en el intervalo de entre 850 y 900 kg/m³, aún más preferentemente en el intervalo de entre 840 y 890 kg/m³, por ejemplo en el intervalo de entre 860 y 890 kg/m³.

20 **[0127]** Además, el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), se caracteriza por un índice de fluidez específico, a saber por un índice de fluidez MFR₂ (190°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, igual a o mayor que, 15,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre más de 15,0 y 100,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 20,0 y 60,0 g/10 min.

25 **[0128]** 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 obtenibles a partir de etileno. De este modo, se valora que el plastómero (P), es decir, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), comprenda entre un 50,0 y un 85,0% en peso, más preferentemente entre un 60,0 y un 78% 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.

35 **Polisiloxano (PS)**

40 **[0129]** Se puede usar cualquier polisiloxano. Se prefiere especialmente un polisiloxano de alto peso molecular o un polisiloxano de peso molecular ultra-alto. En particular se prefiere que el polisiloxano sea un polidialquilsiloxano, por ejemplo un polidialquilsiloxano de alto peso molecular o polidialquilsiloxano de peso molecular ultra-alto.

45 **[0130]** Un polidialquilsiloxano preferido, es decir, un polidialquilsiloxano preferido de alto peso molecular o un polidialquilsiloxano preferido de peso molecular ultra-alto, es un polidialquilsiloxano que tenga un grupo alquilo C₁ a C₄, tal como polidimetilsiloxano, polidietilsiloxano, polimetiletilsiloxano, polidipropilsiloxano y polidibutilsiloxano.

50 **[0131]** Los pesos moleculares del polisiloxano, tal como el polidialquilsiloxano, por ejemplo, polidimetilsiloxano, en términos de viscosidad cinemática, son por lo menos 5.000.000 cSt, preferentemente por lo menos 10.000.000 cSt, y más preferentemente por lo menos 15.000.000 cSt. Por consiguiente, los intervalos típicos son entre 5.000.000 y 30.000.000 cSt, más preferentemente entre 10.000.000 y 25.000.000 cSt.

55 **[0132]** Los polisiloxanos se pueden usar como materiales puros o mezclados mediante extrusión con varios termoplásticos. De este modo, en ciertas realizaciones, el polisiloxano, tal como el polidialquilsiloxano, por ejemplo, polidimetilsiloxano, se proporciona en forma de una mezcla maestra y así se mezcla con una poliolefina, tal como polietileno, polipropileno o una combinación de los mismos. Preferentemente, la poliolefina es un homopolímero de propileno, por ejemplo, un homopolímero de propileno con un índice de fluidez MFR₂ (230°C) en el intervalo de entre 8 y 18 g/10 min. Típicamente, la cantidad de polisiloxano presente en dichas mezclas maestras es por lo menos del 25% en peso, más preferentemente entre el 25 y el 60% en peso, tal como entre el 40 y el 60% en peso, todavía más preferentemente entre el 45 y el 55% en peso, tal como entre el 50 y el 52% en peso. Algunos ejemplos no limitativos de dichas mezclas de polisiloxano incluyen Mezclas Maestras de la serie DOW CORNING MB50 tales como DOW CORNING MB50-001, MB50-002, MB50-313, MB50-314 y MB50-321, especialmente MB50-001, estando todas ellas disponibles en Dow Corning Corporation, Midland, MI.

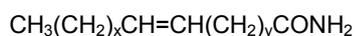
Agente antibloqueo (AB)

5 **[0133]** Se puede usar cualquier agente antibloqueo. Se prefiere especialmente que el agente antibloqueo (AB) sea un dióxido de silicio y/o silicato. Preferentemente, el agente antibloqueo (AB) es un dióxido de silicio (SiO₂), tal como un dióxido de silicio sintético. Típicamente, el dióxido de silicio tiene un volumen de poros en el intervalo de entre 0,8 y 1,2 ml/g y/o un tamaño de partícula de entre 3,5 y 6,0 µm.

Agente de deslizamiento (SA)

10 **[0134]** Se puede usar cualquier agente de deslizamiento. No obstante, se prefiere que el agente de deslizamiento (SA) sea un derivado de amida de ácido graso, más preferentemente un derivado de amida de ácido graso insaturada. Más preferentemente, la amida de ácido graso insaturada es mono-insaturada, es decir, contiene solamente un grupo etileno.

15 Por consiguiente, en una realización, la amida de ácido graso insaturada es



siendo x e y enteros positivos independientes entre sí,

20 más preferentemente $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_y\text{CONH}_2$

siendo x e y enteros positivos independientes entre sí.

25 **[0135]** En una realización preferida, la x es un entero positivo entre 4 y 10 y/o y es un entero positivo entre 8 y 14, preferentemente x = 7 e y = 11.

30 **[0136]** De este modo, se prefiere especialmente que la amida de ácido graso insaturada sea $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{CONH}_2$, es decir, erucamida.

Preparación de la composición de polipropileno

35 **[0137]** La composición de polipropileno de la presente invención se puede preparar mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica, tal como mediante mezclado del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), el plastómero (P), el polisiloxano (PS), y opcionalmente el agente antibloqueo (AB) y el agente de deslizamiento (SA) así como cualesquiera otros aditivos opcionales, o bien directamente, por ejemplo, en una extrusora, de tal manera que se usa la misma extrusora para materializar el producto acabado, o mediante mezclado de las masas pre-fundidas en un mezclador o extrusora aparte. Para el mezclado, se puede usar un aparato convencional de composición o mezclado, por ejemplo, un mezclador Banbury, un molino de caucho de 2 rodillos, una co-amasadora Buss o una extrusora de doble husillo. En caso de que el material heterofásico se deba degradar se prefiere que el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO), se extruya junto con el polisiloxano (PS) y un agente de viscorreducción de peróxido según se menciona en la sección "copolímero de propileno heterofásico". Además, en la extrusora se adicionan los otros componentes opcionales, como el agente antibloqueo (AB) y el agente de deslizamiento (SA).

Artículos

45 **[0138]** La presente invención no solamente se refiere a la composición de polipropileno como tal, sino también a los artículos que comprenden la presente composición de polipropileno. Por consiguiente, el artículo comprende por lo menos un 70% en peso, tal como entre un 70 y un 99% en peso o entre un 70 y un 100% en peso, preferentemente por lo menos un 80% en peso, tal como entre un 80 y un 99% en peso o entre un 80 y un 100% en peso, más preferentemente por lo menos un 95% en peso, tal como entre un 95 y un 99% en peso o entre un 95 y un 100% en peso de la presente composición de polipropileno, aún más preferentemente está compuesto por esta última.

55 **[0139]** Los artículos según esta invención son artículos moldeados por inyección, en particular artículos de paredes delgadas, tal como tubos de pared delgada. La expresión "de paredes delgadas" expresará preferentemente un grosor no mayor de 2 mm, más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 y 2,0 mm, aún más preferentemente en el intervalo de entre 0,8 y 1,8, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 1,5 mm, aún todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 1,2 mm.

60 **[0140]** A continuación se describirá de forma más detallada la presente invención por medio de los ejemplos que se proporcionan seguidamente.

Ejemplo**1. Métodos de medición**

5 **[0141]** Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la anterior descripción general de la invención así como en los ejemplos posteriores a no ser que se defina lo contrario. Cálculo del contenido de comonómeros de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente:

$$\frac{C(PP) - w(PP1) \times C(PP1)}{w(PP2)} = C(PP2) \quad (I)$$

10

en donde

w(PP1) es la fracción en peso [en % en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y (Pre-R-PP1), respectivamente,

15

w(PP2) es la fracción en peso [en % en peso] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente,

20

C(PP1) es el contenido de comonómeros [en % en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y (Pre-R-PP1), respectivamente,

C(PP) es el contenido de comonómeros [en % en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

25

C(PP2) es el contenido calculado de comonómeros [en % en peso] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente.

[0142] Cálculo del contenido de solubles en xileno en frío (XCS) de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente:

30

$$\frac{XS(PP) - w(PP1) \times XS(PP1)}{w(PP2)} = XS(PP2) \quad (II)$$

en donde

w(PP1) es la fracción en peso [en % en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y (Pre-R-PP1), respectivamente,

35

w(PP2) es la fracción en peso [en % en peso] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente,

40

XS(PP1) es el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) [en % en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y (Pre-R-PP1), respectivamente,

XS(PP) es el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) [en % en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

45

XS(PP2) es el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) calculado [en % en peso] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente.

[0143] Cálculo del índice de fluidez MFR₂ (230°C) de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente:

50

$$MFR(PP2) = 10^{-\left[\frac{\log(MFR(PP)) - w(PP1) \times \log(MFR(PP1))}{w(PP2)} \right]} \quad (1)$$

en donde

w(PP1) es la fracción en peso [en % en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y (Pre-R-PP1), respectivamente,

55

w(PP2) es la fracción en peso [en % en peso] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente,

60

MFR(PP1) es el índice de fluidez MFR₂ (230°C) [en g/10 min] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y (Pre-R-PP1), respectivamente,

5 MFR(PP) es el índice de fluidez MFR₂ (230°C) [en g/10 min] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

MFR(PP2) es el índice de fluidez MFR₂ (230°C) calculado [en g/10 min] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) y (Pre-R-PP2), respectivamente.

10

[0144] Cálculo del contenido de comonómeros del copolímero de propileno elastomérico (E) y (Pre-E), respectivamente:

$$\frac{C(RAHECO) - w(PP) \times C(PP)}{w(E)} = C(E) \quad (IV)$$

15 en donde

w(PP) es la fracción en peso [en % en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

20 w(E) es la fracción en peso [en % en peso] del copolímero de propileno elastomérico (E) y (Pre-E), respectivamente,

C(PP) es el contenido de comonómeros [en % en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

25 C(RAHECO) es el contenido de comonómeros [en % en peso] del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO)

C(E) es el contenido de comonómeros calculado [en % en peso] del copolímero de propileno elastomérico (E) y (Pre-E), respectivamente.

30 **[0145]** Cálculo del contenido de solubles en xileno en frío (XCS) del tercer polipropileno (PP3):

$$\frac{XS(RAHECO) - w(PP) \times XS(PP)}{w(E)} = XS(E) \quad (V)$$

35 en donde

w(PP) es la fracción en peso [en % en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

w(E) es la fracción en peso [en % en peso] del copolímero de propileno elastomérico (E) y (Pre-E), respectivamente,

40

XS(PP) es el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) [en % en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y (Pre-R-PP),

45 XS(RAHECO) es el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) [en % en peso] del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO)

XS(E) es el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) calculado [en % en peso] del copolímero de propileno elastomérico (E) y (Pre-E), respectivamente.

50 **[0146]** La densidad se midió de acuerdo con la ISO 1183-1 – método A (2004). La preparación de las muestras se efectúa mediante moldeo por compresión de acuerdo con la ISO 1872-2:2007.

Quantificación del contenido de comonómeros mediante espectroscopia FTIR

55 **[0147]** El contenido de comonómeros 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 250 μm y se registran espectros en modo de transmisión.

60 **[0148]** 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 evaluaron copolímeros de propileno-1-buteno a 767 cm^{-1} . Se obtienen resultados cuantitativos basándose en una referencia al grosor de la película.

5 **[0149]** El MFR₂ (230°C) se midió de acuerdo con la ISO 1133 (230°C, 2,16 kg de carga).

[0150] El MFR₂ (190°C) se midió de acuerdo con la ISO 1133 (190°C, 2,16 kg de carga).

10 **[0151]** El contenido de solubles en xileno en frío (XCS, % en peso) se determinó a 25°C de acuerdo con la ISO 16152; primera edición; 01-07-2005.

15 **[0152]** La viscosidad intrínseca se midió de acuerdo con la DIN ISO 1628/1, octubre de 1999 (en decalina a 135°C).

[0153] Módulo de flexión: el módulo de flexión se determinó con una flexión en 3 puntos de acuerdo con la ISO 178 sobre muestras moldeadas por inyección de 80 x 10 x 4 mm preparadas de acuerdo con la ISO 294-1:1996.

Visibilidad de las rayaduras

20 **[0154]** Para determinar la visibilidad de las rayaduras se usó un Cross Hatch Cutter Modelo 420p, fabricado por Erichsen. Para las pruebas, se cortaron placas de un tamaño de 70x70x4 mm a partir de una placa granulada moldeada (parámetros del grano: tamaño medio del grano = 1 mm, profundidad del grano = 0,12 mm, conicidad = 6°) de 140x200x4 mm de tamaño. El periodo mínimo entre moldeo por inyección de muestras y pruebas de rayaduras fue 7 días.

25 **[0155]** Para las pruebas, las muestras se deben sujetar en un aparato adecuado según se ha descrito anteriormente. Las rayaduras se aplican con una fuerza de 5 N usando un lápiz metálico cilíndrico con un extremo en forma de bola (radio = 0,5 mm ± 0,01). Se usó una velocidad de corte de 1.000 mm/minuto.

30 **[0156]** Se realizaron un mínimo de 20 rayaduras paralelas entre sí con una carga de 10 N a una distancia de 2 mm. La aplicación de las rayaduras se repitió de manera que fueran perpendiculares entre sí, de modo que el resultado fue una pantalla de rayaduras. La dirección de las rayaduras debería ser unidireccional. La visibilidad de las rayaduras se da a conocer como la diferencia de la luminancia ΔL de las áreas sin rayaduras con respecto a las que tienen rayaduras. Los valores de ΔL se midieron usando un espectrofotómetro que cumple los requisitos para la DIN 5033. Fuente de luz para la cuantificación de ΔL D65/10°. Los valores de ΔL medidos deben estar por debajo de un máximo de 1,5.

35 **[0157]** En el artículo "Evaluation of scratch resistance in multiphase PP blends" de Thomas Koch y Doris Machl, publicado en *POLYMER TESTING* 26 (2007), págs. 927 a 936, se puede encontrar una descripción detallada de las pruebas correspondiente al método de ensayo.

2. Ejemplos

40 **[0158]** El catalizador usado en el proceso de polimerización para el copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) se preparó por otra parte de acuerdo con el Ejemplo 8 del documento WO 2004/029112, excepto que, en lugar de trietilaluminio, como compuesto de aluminio (co-catalizador) se usó cloruro de dietilaluminio. Como dador se usó dicitilo pentil dimetoxi silano. En la tabla 1 se indica la relación de aluminio a dador.

45 **[0159]** El copolímero de propileno heterofásico resultante (Pre-RAHECO) se mezcla con los componentes adicionales según se indica en la tabla 2 en una extrusora de doble husillo co-rotativa (tipo: Coperion ZSK 57).

Tabla 1: copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO)

		Pre-RAHECO
Relación Al/dador	[mol/mol]	8
Bucle		
MFR ₂	[g/10 min]	8,0
Contenido de C2	[% en peso]	2,5
GPR1		
MFR ₂	[g/10 min]	8,0
Contenido de C2 producido en GPR1	[% en peso]	5,0
Contenido de C2 en GPR1	[% en peso]	4,0
GPR2		
XCS	[% en peso]	23
Contenido de C2 producido en GPR2	[% en peso]	30,7
Contenido de C2 en GPR2	[% en peso]	8,0
Final		
MFR ₂	[g/10 min]	7,0
Contenido de C2	[% en peso]	8,0
XCS	[% en peso]	20,9
C2 de XCS	[% en peso]	25
IV de XCS	[dl/g]	1,5
Proporción bucle/GPR1/GPR2	[% en peso]	34/51/15

Tabla 2: Composición de polipropileno

		CE 1	IE 1	IE 2	IE 3	IE 4
Pre-RAHECO	[% en peso]	100	86,4	86	85,6	85,2
Plastómero	[% en peso]	0	10	10	10	10
POX	[% en peso]	0	2	2	2	2
PS	[% en peso]	0	0,8	1,2	1,6	2,0
SA	[% en peso]	0	0,6	0,6		0,6
AB	[% en peso]	0	0,15	0,15	0,15	0,15

Plastómero es el copolímero comercial de etileno octeno "Engage 8401" de Dow Elastomers que tiene una densidad de 0,885 g/cm³, un MFR₂ (190°C) de 30 g/10 min y un contenido de 1-octeno del 28% en peso.

POX 2,5-dimetil-2,5-di-(tert.butilperoxi)hexano (POX 1% en peso sobre polipropileno)

PS es la mezcla maestra comercial de polisiloxano de peso ultraalto "MB50-001" de Dow, conteniendo dicha mezcla maestra un 50% en peso de un homopolímero de propileno y un 50% en peso de un polisiloxano de peso ultraalto

SA es la erucamida comercial "Incroslip C" de Croda Chemical

AB es la sílice sintética comercial "Gasil AB725" de PQ Corporation que tiene un volumen de poros de 1,0 ml/g y un tamaño de partícula de 5,3 µm.

5

Tabla 2: Propiedades de las composiciones

Parámetro		CE 1	IE 1	IE 2	IE 3	IE 4
MFR ₂	[g/10 min]	8	64	58	62	50
Módulo de Flexión	[MPa]	550	462	465	466	468
Visibilidad de las rayaduras ΔL	[-]	0,73	-0,08	0,04	-0,02	0,01

REIVINDICACIONES

1. Composición de polipropileno que tiene un índice de fluidez MFR_2 (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 30 g/10 min, comprendiendo dicha composición
- 5 (a) un copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) que comprende
- (a1) un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), y
- 10 (a2) un copolímero de propileno elastomérico (E),
- presentando dicho copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) un contenido total de comonómeros de por lo menos el 5,0% en peso y un contenido de comonómeros en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) en el intervalo de entre el 18,0 y el 35,0% en peso,
- 15 (b) un plastómero (P) que es diferente al copolímero de propileno elastomérico (E), y
- (c) un polisiloxano (PS).
- 20 2. Composición de polipropileno según la reivindicación 1, en la que la composición comprende adicionalmente
- (a) un agente antibloqueo (AB)
- y/o
- 25 (b) un agente de deslizamiento (SA).
3. Composición de polipropileno según la reivindicación 1 ó 2, en la que la composición de polipropileno tiene un módulo de flexión, medido sobre muestras moldeadas por inyección de 80 x 10 x 4 mm de acuerdo con la ISO 178, no inferior a 550 MPa.
- 30 4. Composición de polipropileno según la reivindicación 1 ó 2, en la que el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tiene
- 35 (a) una temperatura de fusión T_m determinada mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC) en el intervalo de entre 130 y 150°C,
- y/o
- 40 (b) un contenido de solubles en xileno en frío (XCS), determinado de acuerdo con la ISO 16152 (25°C), en el intervalo de entre el 15 y el 50% en peso,
- y/o
- 45 (c) un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 6,0 y el 15,0% en peso,
- y/o
- 50 (d) un índice de fluidez MFR_2 (230°C) en el intervalo de entre 7,0 y 200,0 g/10 min.
5. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tiene
- 55 (a) un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 20,0 y el 35,0% en peso,
- y/o
- (b) una viscosidad intrínseca (IV), determinada de acuerdo con la DIN ISO 1628/1, (en Decalina a 135°C) en el intervalo de entre 0,8 y por debajo de 2,0 dl/g.
- 60 6. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) tiene un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 2,0 y el 9,0% en peso.

7. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) comprende por lo menos dos fracciones de copolímero de propileno (R-PP 1) y (R-PP2), en donde la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) tiene un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 1,0 y el 6,0% en peso, en donde opcionalmente además
- 5 (a) la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) tiene un contenido de comonómeros mayor que la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP 1)
- 10 y/o
- (b)
- $$[R-PP] - [R-PP1] \geq 0,5$$
- 15 en donde
- [R-PP] el contenido de comonómeros [% en peso] del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), y
- 20 [R-PP1] el contenido de comonómeros [% en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1),
- y/o
- 25 (c) la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) tiene un contenido de comonómeros en el intervalo de entre el 2,5 y el 12,0% en peso.
8. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los comonómeros del copolímero de propileno aleatorio (R-PP), la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1), la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2), y del copolímero de propileno elastomérico (E) son etileno y/o α -olefina C₄ a C₁₂.
9. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el plastómero (P) es un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE).
- 35 10. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el plastómero (P)
- (a) comprende unidades obtenidas a partir de etileno y por lo menos una α -olefina C₄ a C₂₀ y/o
- (b) tiene un contenido de etileno de por lo menos el 50% en peso.
- 40 11. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el plastómero (P) tiene
- (a) una densidad, medida de acuerdo con la ISO 1183-187, en el intervalo de entre 820 y 900 kg/m³ y/o
- 45 (b) un índice de fluidez MFR₂ (190°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 15,0 g/10 min.
12. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el polisiloxano (PS) es un polisiloxano de peso molecular ultra-alto, preferentemente un polisiloxano de peso molecular ultra-alto que tiene una viscosidad cinemática de por lo menos 10.000.000 cSt.
- 50 13. Composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en la que
- (a) el agente antibloqueo (AB) es dióxido de silicio o un silicato
- 55 y/o
- (b) el agente de deslizamiento (SA) es una amida de ácido graso.
14. Proceso para la preparación de la composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en el que
- 60 (A) el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), el plastómero (P), el polisiloxano (PS), y opcionalmente el agente de deslizamiento (SA) y/o el agente antibloqueo (AB) se extruyen en una extrusora obteniendo así la composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en donde

preferentemente el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) se obtiene produciendo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) en por lo menos un reactor, transfiriendo dicho copolímero de propileno aleatorio (R-PP) en un reactor subsiguiente, donde en presencia del copolímero de propileno aleatorio (R-PP) se produce el copolímero de propileno elastomérico (E),

5

o

(B) un copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO), el plastómero (P), el polisiloxano (PS), el agente de degradación, tal como un peróxido, y opcionalmente el agente de deslizamiento (SA) y/o el agente antibloqueo (AB) se extruyen en una extrusora obteniendo así la composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) un copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP) y un copolímero de propileno elastomérico (Pre-E) dispersado en dicho copolímero de propileno aleatorio (Pre-R-PP), en donde dicho copolímero de propileno heterofásico (Pre-RAHECO) tiene un contenido total de comonomeros de por lo menos el 5,0% en peso, un contenido de comonomeros en la fracción de solubles en xileno en frío (XCS) de por lo menos el 20,0% en peso, y un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 0,3 y 10,0 g/10 min.

10

15

15. Artículo que comprende una composición de polipropileno según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 13.

20

16. Artículo según la reivindicación 15, que es un artículo moldeado por inyección.