

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 280**

51 Int. Cl.:

**C08L 23/14** (2006.01)

**C08J 5/18** (2006.01)

**B32B 27/32** (2006.01)

**C08L 23/16** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2013 PCT/EP2013/056208**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13144060**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2013 E 13712232 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2831169**

54 Título: **Polipropileno blando con propiedades ópticas mejoradas**

30 Prioridad:

**29.03.2012 EP 12162007**

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

**05.01.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GAHLEITNER, MARKUS;  
SANDHOLZER, MARTINA y  
BERNREITNER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 596 280 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

Polipropileno blando con propiedades ópticas mejoradas

5 La presente invención se refiere a una composición de polímero que es útil para la preparación de recipientes que pueden esterilizarse tales como bolsas flexibles herméticas (*retort pouches*) o envases médicos, por ejemplo para disoluciones intravenosas.

10 Hay una tendencia creciente en la industria del envasado de alimentos a usar recipientes de plástico, principalmente bolsas que contienen alimentos esterilizados o precocinados. Las bolsas flexibles herméticas ofrecen muchas ventajas con respecto a los envases de metal rígidos tales como tiempo de cocinado/esterilización más rápido, menos espacio de almacenamiento en anaqueles, eliminación más fácil, sabor mejorado del alimento, etc. Las bolsas típicas tienen una estructura de múltiples capas con poliolefinas tales como polietileno o polipropileno, adhesivos, capas de barrera y externas. Se desea que el material de poliolefina confiera rigidez así como alta resistencia a impactos al material de envasado final.

15 La misma tendencia, es decir, el uso aumentado de materiales poliolefínicos, se observa también en la industria del envasado médico. De nuevo, el polímero debe conferir rigidez suficiente así como alta resistencia a impactos al material de envasado final. En el caso de las aplicaciones médicas, un requisito clave es la blandura más que la rigidez. Naturalmente estos productos médicos también deben poder esterilizarse.

Se sabe que la resistencia a impactos del polipropileno puede mejorarse dispersando una fase de caucho dentro de la matriz de polímero, obteniendo de ese modo una composición de polipropileno heterofásico. Un material de este tipo también se denomina "polipropileno modificado frente a impactos".

20 Tal como se comentó anteriormente, se sabe que los polímeros de propileno heterofásicos (polímeros de propileno modificados frente a impactos) proporcionan alta resistencia a impactos si la cantidad de caucho disperso dentro de la matriz es suficientemente alta, por ejemplo en bolsas de fondo plano (*stand-up pouches*) normalmente de al menos el 10% en peso o incluso de al menos el 15% en peso.

25 Tal como se mencionó anteriormente, para algunas aplicaciones de envasado de alimentos tales como bolsas flexibles herméticas o algunas aplicaciones de envasado médico, es necesario un tratamiento de esterilización. Los procedimientos de esterilización más comunes son el uso de calor (vapor), radiación (radiación beta, electrones o radiación gamma) o compuestos químicos (habitualmente óxido de etileno). La esterilización con vapor de agua se lleva a cabo habitualmente en un intervalo de temperatura de aproximadamente 120 a 130°C. Naturalmente, el tratamiento de un polímero en las condiciones de esterilización explicadas resumidamente antes puede afectar a sus propiedades finales.

30 Sin embargo, ha resultado que los sistemas heterofásicos convencionales cambian significativamente sus propiedades tras la esterilización. Normalmente, las propiedades ópticas así como las propiedades mecánicas resultan afectadas de manera indeseable.

35 Considerando los inconvenientes explicados resumidamente antes, un objeto de la presente invención es proporcionar una composición de polímero que sea blanda, resistente y que tenga buenas propiedades ópticas. Preferiblemente, estas propiedades se mantienen a alto nivel tras el tratamiento de esterilización. Un objeto adicional es que las propiedades de blandura, resistencia y buen aspecto óptico también se observen en películas realizadas de la composición de polímero antes y después de la esterilización.

40 El documento WO 2010/015539 A1 da a conocer una composición de polímero que comprende un copolímero de propileno heterofásico y un elastómero basado en compuesto estirénico. El documento EP 1 428 854 A1 da a conocer una composición de polímero de propileno que comprende un copolímero al azar de propileno- $\alpha$ -olefina que tiene un contenido total en  $\alpha$ -olefina  $\geq$  del 12,0% en moles

45 El hallazgo de la presente invención es que la composición de polímero debe comprender un copolímero de propileno heterofásico y un elastómero basado en compuesto estirénico que tiene un contenido en estireno bastante bajo. Además el copolímero de propileno heterofásico usado debe tener un contenido en comonomero y un contenido en componentes solubles en xileno frío (XCS) bastante alto, en el que la fracción soluble en xileno frío se caracteriza por un alto contenido en propileno.

Por consiguiente, la presente invención se refiere a una composición de polímero que comprende

(a) un copolímero de propileno (A) que tiene

## ES 2 596 280 T3

- (a1) una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de más de 2,0 a 15,0 g/10 min,
- (a2) un contenido en comonomero en el intervalo de más del 7,5 al 16,5% en peso, y
- 5 (a3) un contenido en componentes solubles en xileno frío (XCS) determinado según la norma ISO 16152 (25°C) en el intervalo del 20,0 al 55,0% en peso,
- en el que
- (a4) el contenido en comonomero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno está en el intervalo del 14,0 al 30,0% en peso, y
- 10 (a5) la viscosidad intrínseca (VI) de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) está en el intervalo de igual o más de 1,5 a inferior a 3,0 dl/g, en la que la viscosidad intrínseca (VI) se determina según la norma DIN ISO 1628/1 (en decalina a 135°C),
- y
- (b) elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) que tiene(n) un contenido en estireno en el intervalo del 5,0 a igual o inferior al 15% en peso,
- 15 en la que además la razón en peso de copolímero de propileno (A) y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) [(A)/(B)] está en el intervalo de 9/1 a 3/2.
- Preferiblemente el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) es(son) preferiblemente un copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o un caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno(SIS) (B-2).
- 20 Por consiguiente la presente invención se refiere preferiblemente a una composición de polímero que comprende
- (a) un copolímero de propileno (A) que tiene
- (a1) una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de más de 2,0 a 15,0 g/10 min,
- (a2) un contenido en comonomero en el intervalo de más del 7,5 al 16,5% en peso, y
- 25 (a3) un contenido en componentes solubles en xileno frío (XCS) determinado según la norma ISO 16152 (25°C) en el intervalo del 20,0 al 55,0% en peso,
- en el que
- (a4) el contenido en comonomero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno está en el intervalo del 14,0 al 30,0% en peso, y
- 30 (a5) la viscosidad intrínseca (VI) de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) está en el intervalo de igual o más de 1,5 a inferior a 3,0 dl/g, en la que la viscosidad intrínseca (VI) se determina según la norma DIN ISO 1628/1 (en decalina a 135°C),
- y
- (b) elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) que son un copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o un caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), en la que el contenido en estireno en cada elastómero basado en compuesto estirénico (B) está en el intervalo del 5 a igual o inferior al 15% en peso,
- 35 en la que además la razón en peso de copolímero de propileno (A) y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) [(A)/(B)] está en el intervalo de 9/1 a 3/2.
- 40 Más preferiblemente, la composición de polímero comprende como elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) sólo un copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o un caucho de

bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2). Por tanto, en particular se aprecia que la composición de polímero comprende como elastómeros basados en compuesto estirénico (B) o bien un caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2) o bien un copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1), siendo este último especialmente preferido.

- 5 Además se aprecia que el copolímero de propileno (A) y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) es(son) los únicos componentes de polímero en la composición de polímero.

Por consiguiente, en particular se prefiere que la composición de polímero según esta invención comprenda como los únicos componentes de polímero dentro de la composición

(i) el copolímero de propileno (A) y

- 10 (ii) el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1).

Se ha encontrado sorprendentemente que tal composición de polímero tiene un bajo módulo de flexión, alta energía de penetración y buenas propiedades ópticas antes y después de la esterilización.

- 15 A continuación se describe la presente invención con más detalle.

Tal como se indicó anteriormente, composición de polímero inventiva se define por la mezcla de copolímero de propileno (A) y elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), es decir, preferiblemente un copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o un caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2). A continuación se describirán los dos componentes de polímero por separado.

- 20 El copolímero de propileno (A)

El copolímero de propileno (A) comprende, aparte de propileno, también comonómeros. Preferiblemente, el copolímero de propileno (A) comprende, aparte de propileno, etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_{12}$ . Por consiguiente, el término "copolímero de propileno" según esta invención se entiende como un polipropileno que comprende, preferiblemente que consiste en, unidades derivables de

- 25 (a) propileno

y

(b) etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_{12}$ .

- 30 Por tanto, el copolímero de propileno (A) según esta invención comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_{12}$ , en particular etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_8$ , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente, el copolímero de propileno (A) según esta invención comprende, especialmente consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno (A) de esta invención comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno (A) según esta invención comprende unidades derivables de etileno y propileno únicamente.

- 35 Adicionalmente, se aprecia que el copolímero de propileno (A) tiene preferiblemente un contenido en comonómero total bastante alto que contribuye a la blandura de la composición de polímero global. Por tanto, se requiere que el contenido en comonómero del copolímero de propileno (A) sea de al menos el 7,5% en peso, preferiblemente esté en el intervalo del 7,5 al 16,5% en peso, más preferiblemente en el intervalo igual o superior a del 8,0 al 15,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 8,0 al 13,0% en peso.

- 40 El copolímero de propileno (A) de la presente invención puede definirse además mediante la cantidad de comonómeros dentro de la fracción soluble en xileno frío (XCS). Por consiguiente, se prefiere que el contenido en comonómero en la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) sea bastante moderado. Por tanto, se aprecia que el contenido en comonómero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) está en el intervalo del 14,0 al 30,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 15,0 al 28,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 16,0 al 24,0% en peso.

Con respecto a los comonómeros presentes en la fracción soluble en xileno frío (XCS) se hace referencia a la información proporcionada para el copolímero de propileno (A). Por consiguiente, en una realización específica, la

fracción soluble en xileno frío (XCS) comprende, especialmente consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, la fracción soluble en xileno frío (XCS) comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, la fracción soluble en xileno frío (XCS) comprende unidades derivables de etileno y propileno únicamente.

- 5 Considerando la información proporcionada anteriormente, se prefiere que el copolímero de propileno (A) satisfaga la inecuación (I), más preferiblemente la inecuación (Ia), aún más preferiblemente la inecuación (Ib), todavía más preferiblemente la inecuación (Ic),

$$0,30 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{Co \text{ (XCS)}} \leq 0,75 \quad (I),$$

$$0,30 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{Co \text{ (XCS)}} \leq 0,70 \quad (Ia),$$

10  $0,35 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{Co \text{ (XCS)}} \leq 0,65 \quad (Ib),$

$$0,40 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{Co \text{ (XCS)}} \leq 0,65 \quad (Ic),$$

en las que

Co (total) es el contenido en comonomero [% en peso] del copolímero de propileno (A)

- 15 Co (XCS) es el contenido en comonomero [% en peso] de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A).

En una realización adicional preferida, el copolímero de propileno (A) se define adicional o alternativamente más bien mediante el contenido en comonomero global en su fracción soluble en xileno frío (XCS). Por consiguiente, se prefiere que el copolímero de propileno (A) satisfaga la inecuación (II), más preferiblemente la inecuación (IIa), aún más preferiblemente la inecuación (IIb),

20  $\frac{Co \text{ (total)}}{XCS} \leq 0,30 \quad (II),$

$$0,20 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{XCS} \leq 0,30 \quad (IIa),$$

$$0,21 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{XCS} \leq 0,29 \quad (IIb),$$

en las que

Co (total) es el contenido en comonomero [% en peso] del copolímero de propileno (A),

- 25 XCS es el contenido en la fracción soluble en xileno frío (XCS) [% en peso] del copolímero de propileno (A).

- 30 Además, se aprecia que la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) se especifica mediante su viscosidad intrínseca. Un bajo valor de viscosidad intrínseca (VI) refleja un bajo peso molecular promedio en peso. Para la presente invención, se requiere que la fracción soluble en xileno frío (XCS) de copolímero de propileno (A) tenga una viscosidad intrínseca (VI) medida según la norma ISO 1628/1 (a 135°C en decalina) igual o más de 1,5 dl/g a inferior a 3,0 dl/g, preferiblemente en el intervalo de 1,6 a 2,8 dl/g, como en el intervalo de 1,6 a 2,5 dl/g.

Adicionalmente, se aprecia que el copolímero de propileno (A) tiene una fracción soluble en xileno frío en el intervalo del 20 al 55% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 25 al 55% en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo del 30 al 53% en peso. La parte restante del copolímero de propileno (A) que no es soluble en xileno frío es la fracción insoluble en frío (XCI) que se define adicionalmente a continuación.

- 5 Por consiguiente, se prefiere que el contenido en comonomero en la fracción insoluble en frío (XCI) del copolímero de propileno (A) esté en el intervalo del 1,5 al 6,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 2,0 al 5,5% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 2,5 al 5,5% en peso.

Además, se prefiere que el contenido en comonomero en ambas fracciones esté en una razón específica una con respecto a la otra. Por consiguiente se prefiere que el copolímero de propileno (A) satisfaga la inecuación (III), más preferiblemente la inecuación (IIIa), aún más preferiblemente la inecuación (IIIb),

$$4,0 \leq \frac{Co(XCS)}{Co(XCI)} \leq 6,6 \quad (III),$$

$$4,0 \leq \frac{Co(XCS)}{Co(XCI)} \leq 6,3 \quad (IIIa),$$

$$4,2 \leq \frac{Co(XCS)}{Co(XCI)} \leq 6,0 \quad (IIIb),$$

en las que

- 15 Co (XCS) es el contenido en comonomero [% en peso] de los componentes solubles en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A),

Co (XCI) es el contenido en comonomero [% en peso] de los componentes insolubles en xileno frío (XCI) del copolímero de propileno (A).

- 20 Preferiblemente, se desea que el copolímero de propileno (A) sea termomecánicamente estable, de modo que por ejemplo pueda llevarse a cabo un proceso de esterilización térmica. Por consiguiente, se aprecia que el copolímero de propileno (A) tenga una temperatura de fusión de al menos 145°C, más preferiblemente en el intervalo de 144 a 160°C, todavía más preferiblemente en el intervalo de 145 a 159°C, como en el intervalo de 146 a 153°C.

- 25 El copolímero de propileno según esta invención puede tener una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 2,0 a 15,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 12,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 8,5 g/10 min, todavía más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 5,0 g/10 min. En caso de que el copolímero de propileno (A) se use como material de película soplado, tiene preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 2,5 a 5,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 3,0 a 4,5 g/10 min. A su vez, en caso de que el copolímero de propileno (A) se use para moldeo por inyección o de película colada, se prefiere que la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) esté en el intervalo de 3 a 15,0 g/10 min, como en el intervalo de 3,5 a 10 g/10 min.

- 35 Tal como se indicó anteriormente, el copolímero de propileno (A) se caracteriza por una cantidad bastante alta de una fracción soluble en xileno frío (XCS). Por otro lado, el copolímero de propileno (A) se caracteriza también preferiblemente por una cantidad bastante alta de una fracción cristalina que funde a alta temperatura. Por consiguiente, el presente copolímero de propileno (A) es una mezcla de un polímero cristalino y material amorfo. Un polímero de este tipo se clasifica como copolímero de propileno heterofásico. Un copolímero de propileno heterofásico comprende una matriz de polímero, como un polipropileno (semi)cristalino, en la que se dispersa el material amorfo, como un copolímero elastomérico de propileno. Por tanto, en una realización preferida, el presente copolímero de propileno (A) es copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Más precisamente, el presente copolímero de propileno es copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) que comprende una matriz (M) que es un copolímero de propileno al azar (R-PP) y dispersado en la misma un copolímero elastomérico de propileno (E). Por tanto, la matriz (M) contiene inclusiones (finamente) dispersadas que no forman parte de la matriz (M) y dichas inclusiones contienen el copolímero elastomérico de propileno (E). El término "inclusión" según esta invención indicará preferiblemente que la matriz y la inclusión forman diferentes fases dentro del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), dichas inclusiones son visibles, por ejemplo, mediante microscopía de alta resolución, como microscopía electrónica o microscopía de fuerza atómica, o mediante análisis termo-mecano-dinámico (DMTA). Específicamente, en DMTA puede identificarse la presencia de una estructura multifásica mediante la

presencia de dos temperaturas de transición vítrea distintas.

5 Preferiblemente, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) según esta invención comprende como componentes de polímero únicamente el copolímero de propileno al azar (R-PP) y el copolímero elastomérico de propileno (E). En otras palabras, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) puede contener además  
 10 aditivos pero no otro polímero en una cantidad que supere el 5% en peso, más preferiblemente que supere el 3% en peso, como 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 que es un subproducto de reacción obtenido mediante la preparación de copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) (véase en detalle más adelante). Por consiguiente, se aprecia en particular que el presente copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) contiene únicamente el copolímero de propileno al azar (R-PP), el copolímero elastomérico de propileno (E) y opcionalmente polietileno en cantidades tal como se mencionan en este párrafo.

Preferiblemente, la razón en peso entre la matriz (M), es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP), y el copolímero elastomérico de propileno (E) es de 50/50 a 90/10, más preferiblemente de 60/40 a 85/15, aún más preferiblemente de 70/30 a 85/15.

15 A continuación, el copolímero de propileno al azar (R-PP) y el copolímero elastomérico de propileno (E) se definen más precisamente.

El copolímero de propileno al azar (R-PP) comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>12</sub>, en particular etileno y/o  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>8</sub>, por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente, el copolímero de propileno al azar (R-PP) según esta invención comprende,  
 20 especialmente consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno al azar (R-PP) de esta invención comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno al azar (R-PP) comprende unidades derivables de etileno y propileno únicamente.

El contenido en comonómero del copolímero de propileno al azar (R-PP) está preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 12,5% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 12,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 3,5 al 11,5% en peso.

Además, se aprecia que el copolímero de propileno (A) satisface la inecuación (IV), más preferiblemente la inecuación (IVa), aún más preferiblemente la inecuación (IVb), todavía más preferiblemente la inecuación (IVc),

$$\frac{Co (total)}{Co (RPP)} \geq 0,9 \quad (IV),$$

30  $4,0 \geq \frac{Co (total)}{Co (RPP)} \geq 0,9 \quad (IVa),$

$$3,0 \geq \frac{Co (total)}{Co (RPP)} \geq 0,9 \quad (IVb),$$

$$2,0 \geq \frac{Co (total)}{Co (RPP)} \geq 1,0 \quad (IVc),$$

en las que

Co (total) es el contenido en comonómero [% en peso] del copolímero de propileno (A),

35 Co (RPP) es el contenido en comonómero [% en peso] del copolímero de propileno al azar (R-PP).

El término "al azar" indica que los comonómeros del copolímero de propileno al azar (R-PP), así como de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) están distribuidos al azar dentro de los copolímeros de propileno. El término al azar se entiende según la IUPAC (Glosario de términos básicos en ciencia de polímeros; recomendaciones de la IUPAC 1996).

5 El contenido en comonomero de la matriz (M), es decir, del copolímero de propileno al azar (R-PP), tiene también un impacto sobre la cantidad de componentes solubles en xileno frío en la matriz (M). Por tanto, se prefiere que la cantidad de la fracción soluble en xileno frío (XCS) de la matriz (M), es decir, del copolímero de propileno al azar (R-PP), esté preferiblemente en el intervalo del 5,0 al 50,0% en peso, todavía más preferiblemente esté en el intervalo del 7,0 al 45,0% en peso.

10 El copolímero de propileno al azar (R-PP) comprende preferiblemente al menos dos fracciones de polímero, como dos o tres fracciones de polímero, todas ellas son copolímeros de propileno. Incluso de manera más preferida, el copolímero de propileno al azar (R-PP) comprende, preferiblemente consiste en, 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 comonomero mientras que la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2) sea la fracción rica en comonomero.

15 Por tanto, se prefiere que la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) tenga un contenido en comonomero igual o inferior al 5,0% en peso, más preferiblemente igual o inferior al 4,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 0,5 al 5,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 0,5 al 4,0% en peso.

20 Como el comonomero de la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) es preferiblemente bastante bajo, también sus componentes solubles en xileno frío (XCS) son comparativamente bajos. Por tanto, se prefiere que la cantidad de la fracción soluble en xileno frío (XCS) de la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) sea igual o inferior al 12,0% en peso, más preferiblemente que esté en el intervalo del 1,0 al 10,0% en peso, todavía más preferiblemente que esté en el intervalo del 2,0 al 9,0% en peso, aún más preferiblemente que esté en el intervalo del 2,5 al 8,0% en peso, como en el intervalo del 3,0 al 8,0% en peso. Los valores de componentes solubles en xileno frío (XCS) proporcionados en este párrafo son especialmente aplicables antes de la reducción de la viscosidad tal como se menciona en detalle a continuación.

25 Por otro lado, la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) tiene preferiblemente un contenido en comonomero de al menos el 3,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 20,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 4,0 al 19,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 5,0 al 18,0% en peso.

30 Los comonomeros de la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2), respectivamente, copolimerizables con propileno son etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_{12}$ , en particular etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_8$ , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente, la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2), respectivamente, comprenden, especialmente consisten en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2), respectivamente, comprenden, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) comprenden los mismos comonomeros, es decir, etileno únicamente.

35 Preferiblemente la razón en peso entre la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) es de 20/80 a 80/20, más preferiblemente de 30/70 a 70/30, todavía más preferiblemente de 40/60 a 60/40.

40 Tal como se mencionó anteriormente, un componente adicional del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) es el copolímero elastomérico de propileno (E) dispersado en la matriz (M), es decir, en el copolímero de propileno al azar (R-PP). Con respecto a los comonomeros usados en el copolímero elastomérico de propileno (E) se hace referencia a la información proporcionada por el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) y el copolímero de propileno al azar (R-PP), respectivamente. Por consiguiente, el copolímero elastomérico de propileno (E) comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonomeros tales como etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_{12}$ , en particular etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_8$ , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente, el copolímero elastomérico de propileno (E) comprende, especialmente consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero elastomérico de propileno (E) comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. Por tanto en una realización especialmente preferida, el copolímero elastomérico de propileno (E) comprende unidades derivables de etileno y propileno únicamente. Se prefiere especialmente que el copolímero de propileno al azar (R-PP) y el copolímero elastomérico de propileno (E) comprendan los mismos comonomeros. Por consiguiente, en una realización específica, el copolímero de propileno al azar (RPP) y el copolímero elastomérico de propileno (E) comprenden propileno y etileno únicamente.

55 El contenido en comonomero del copolímero elastomérico de propileno (E) es preferiblemente de no más del 35,0%

en peso, más preferiblemente no más del 30,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 14,0 al 35,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 15,0 al 30,0% en peso.

5 El presente copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), se obtiene preferiblemente mediante un procedimiento específico. Por consiguiente, el presente copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), se obtiene preferiblemente mediante un procedimiento de polimerización secuencial que comprende las etapas de

(a) polimerizar en un primer reactor (R1)

propileno y

etileno y/o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub> a C<sub>12</sub>, preferiblemente etileno,

10 obteniendo una primera fracción de polímero, es decir, una primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1),

(b) transferir la primera fracción de polímero, es decir, la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1), a un segundo reactor (R2),

15 (c) polimerizar en dicho segundo reactor (R2) en presencia de la primera fracción de polímero, es decir, de la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1),

propileno y

etileno y/o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub> a C<sub>12</sub>, preferiblemente etileno,

20 obteniendo una segunda fracción de polímero, es decir, una segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2), la primera fracción de copolímero y la segunda fracción de polímero forman una primera mezcla, es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP),

(d) transferir dicha primera mezcla, el copolímero de propileno al azar (R-PP), a un tercer reactor (R3),

(e) polimerizar en dicho tercer reactor (R3) en presencia de la primera mezcla, es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP),

propileno y

25 etileno y/o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub> a C<sub>12</sub>, preferiblemente etileno,

obteniendo una tercera fracción de polímero, dicha tercera fracción de polímero es preferiblemente la primera fracción del copolímero elastomérico de propileno (E); la tercera fracción de polímero y la primera mezcla, es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP), forman una segunda mezcla,

(f) transferir dicha segunda mezcla a un cuarto reactor (R4),

30 (g) polimerizar en dicho cuarto reactor (R4) en presencia de la segunda mezcla propileno y

etileno y/o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub> a C<sub>12</sub>, preferiblemente etileno,

obteniendo una cuarta fracción de polímero, dicha cuarta fracción de polímero es preferiblemente la segunda fracción del copolímero elastomérico de propileno (E); la cuarta fracción de polímero y la segunda mezcla forman el copolímero de propileno, es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO),

35 (h) retirar el copolímero de propileno del cuarto reactor (R4), y

(i) opcionalmente reducir la viscosidad de dicho copolímero de propileno, es decir, dicho copolímero de propileno heterofásico (RAHECO).

Preferiblemente, entre el segundo reactor (R2), el tercer reactor (R3) y el cuarto reactor (R4) se retiran por lavado los monómeros.

El término "procedimiento de polimerización secuencial" indica que el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), se produce en al menos cuatro reactores, preferiblemente en cuatro reactores, conectados en serie. Por consiguiente, el presente procedimiento comprende al menos un primer reactor (R1), un segundo reactor (R2), un tercer reactor (R3) y un cuarto reactor (R4). El término "reactor de polimerización" indicará que tiene lugar la polimerización principal. Por tanto, en caso de que el procedimiento consista en cuatro reactores de polimerización, esta definición no excluye la opción de que el procedimiento global comprenda por ejemplo una etapa de prepolimerización en un reactor de prepolimerización. El término "consisten en" es únicamente una formulación cerrada en vista de los reactores de polimerización principal.

Tal como se estableció anteriormente en los dos primeros reactores se produce la matriz (M), es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP). Más precisamente, en el primer reactor (R1) se produce la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) mientras que en el segundo reactor (R2) la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2).

Los comonómeros preferidos usados en el primer reactor (R1) son los mismos que se indicaron anteriormente, para la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1). Por consiguiente, comonómeros especialmente preferidos son etileno, 1-buteno y 1-hexeno. En una realización específica, el comonómero es etileno.

Preferiblemente la razón en peso entre la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) es de 20/80 a 80/20, más preferiblemente de 30/70 a 70/30, aún más preferiblemente de 40/60 a 60/40.

Por consiguiente, en el primer reactor (R1) se produce una primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) que tiene un contenido en comonómero igual o inferior al 5,0% en peso, más preferiblemente igual o inferior al 4,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 0,5 al 5,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 0,5 al 4,0% en peso.

En el segundo reactor (R2) se produce la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) obteniendo de ese modo el copolímero de propileno al azar (R-PP).

Los comonómeros preferidos usados en el segundo reactor (R2) son los mismos que se indicaron anteriormente, para el primer reactor (R1). Por consiguiente, comonómeros especialmente preferidos son etileno, 1-buteno y 1-hexeno. En una realización específica, el comonómero es etileno.

La segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) tiene preferiblemente un contenido en comonómero de al menos el 3,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 20,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 4,0 al 19,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 5,0 al 18,0% en peso.

Por tanto el contenido en comonómero global en el segundo reactor (R2), es decir, el contenido en comonómero del copolímero de propileno al azar (R-PP), está preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 12,5% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 12,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 3,5 al 11,5% en peso.

Los comonómeros del copolímero de propileno al azar (R-PP), de la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y de la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) copolimerizables con propileno son etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_{12}$ , en particular etileno y/o  $\alpha$ -olefinas  $C_4$  a  $C_8$ , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente, el copolímero de propileno al azar (R-PP), la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1), y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) comprenden, especialmente consisten en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno al azar (R-PP), la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) comprenden, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno al azar (R-PP), la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) y la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2) comprenden los mismos comonómeros, es decir, etileno únicamente.

Además, la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1), es decir, el polímero del primer reactor (R1), tiene preferiblemente una fracción soluble en xileno frío (XCS) igual o inferior al 12,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 1,0 al 10,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 2,0 al 9,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 2,5 al 8,0% en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo del 3,0 al 8,0% en peso.

Por otro lado, la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2), es decir, el polímero producido en el segundo reactor (R2), tiene preferiblemente una fracción soluble en xileno frío (XCS) inferior al 80% en peso, más

- preferiblemente en el intervalo del 10 al 80% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 15 al 70% en peso.
- Por consiguiente, el contenido global en componentes solubles en xileno frío (XCS) en el segundo reactor, es decir, la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno al azar (R-PP), está preferiblemente en el intervalo del 5,0 al 50,0% en peso, todavía más preferiblemente está en el intervalo del 7,0 al 45,0% en peso.
- Preferiblemente, la primera fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP1) tiene preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo del 0,5 al 3,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 3,0 g/10 min.
- Por otro lado, la segunda fracción de copolímero de propileno al azar (R-PP2), es decir, el polímero producido en el segundo reactor (R2), tiene preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 0,1 a 3,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 2,5 g/10 min.
- Por consiguiente la velocidad de flujo del fundido global MFR<sub>2</sub> (230°C) en el segundo reactor, es decir, la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) del copolímero de propileno al azar (R-PP), preferiblemente está en el intervalo de 0,2 a 3,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 3,0 g/10 min.
- Por tanto después del segundo reactor (R2) se obtiene la matriz (M), es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP), del copolímero de propileno, es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Esta matriz (M) se transfiere posteriormente al tercer reactor (R3) en el que se produce la primera fracción del copolímero elastomérico de propileno (E) (etapa (e)).
- Los comonómeros preferidos usados en el tercer reactor (R3) son los mismos que se indicaron anteriormente, para el primer reactor (R1). Por consiguiente, comonómeros especialmente preferidos son etileno, 1-buteno y 1-hexeno. En una realización específica, el comonómero es etileno.
- La segunda mezcla obtenida comprende la matriz (M) en la que se dispersa la primera fracción del copolímero de propileno elastomérico (E). Dicha segunda mezcla tiene preferiblemente un contenido en comonómero que es mayor que el contenido en comonómero del segundo reactor (R2).
- Por otro lado, el contenido en comonómero no debe ser demasiado alto. Por tanto, se prefiere que el contenido en comonómero de la segunda mezcla, es decir, tras la etapa (e), no sea de más del 30,0% en peso, preferiblemente en el intervalo del 5,0 al 28,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 6,0 al 25,0% en peso.
- Otro rasgo característico de la segunda mezcla es su contenido en componentes solubles en xileno frío (XCS). Por consiguiente, se aprecia que la segunda mezcla tiene una fracción soluble en xileno frío (XCS) de no más del 55% en peso, más preferiblemente de no más del 50% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 20 al 55% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 25 al 50% en peso.
- El contenido en comonómero en la fracción soluble en xileno frío (XCS) de la segunda mezcla es preferiblemente de al menos el 14,0% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 14,0 al 28,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 15,0 al 26,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 16,0 al 25,0% en peso.
- En la etapa (f) la segunda mezcla se transfiere al cuarto reactor (R4). En el cuarto reactor (R4), se produce la segunda fracción del copolímero elastomérico de propileno (E) (etapa (g)).
- Los comonómeros preferidos usados en el cuarto reactor (R4) son los mismos que se indicaron anteriormente para el primer reactor (R1). Por consiguiente, comonómeros especialmente preferidos son etileno, 1-buteno y 1-hexeno. En una realización específica, el comonómero es etileno.
- El polímero así obtenido es el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), de la presente invención.
- Preferiblemente el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), tras la etapa (g) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 0,5 a 2,0 g/10 min, como de 0,5 a 1,9 g/10 min.
- Se prefiere que el contenido en comonómero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) tras la etapa (g), es decir, el contenido en comonómero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A), es decir, del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), esté en el intervalo del 14,0 al 30,0% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 15,0 al 28,0% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 16,0 al

24,0% en peso.

Además, el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), tiene preferiblemente una fracción soluble en xileno frío (XCS) de al menos el 20% en peso, más preferiblemente en el intervalo del 20 al 55% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 25 al 55% en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo del 30 al 53% en peso.

En otra realización preferida, la viscosidad intrínseca (VI) medida según la norma ISO 1628/1 (a 135°C en decalina) de la fracción soluble en xileno frío (XCS) de copolímero de propileno tras la etapa (g) preferiblemente es de igual o inferior a 3,0 dl/g, más preferiblemente en el intervalo de 1,5 a inferior a 3,0 dl/g, todavía más preferiblemente en el intervalo de 1,6 a inferior a 2,8 dl/g.

Con respecto a la temperatura de fusión del copolímero de propileno (A), es decir, del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), tras la etapa (g) se hace referencia a la información proporcionada anteriormente.

Preferiblemente, la razón en peso entre la matriz (M), es decir, el copolímero de propileno al azar (R-PP), tras la etapa (c) y el copolímero elastomérico de propileno (E) producido en las etapas (e) a (g) es de 50/50 a 90/10, más preferiblemente de 60/40 a 85/15, aún más preferiblemente de 70/30 a 85/15.

Tras la etapa (g), el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), puede someterse opcionalmente a una etapa de reducción de la viscosidad (etapa (i)) obteniendo de ese modo un copolímero de propileno, es decir, un copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), con velocidad de flujo del fundido mejorada. La reducción de la viscosidad puede llevarse a cabo de cualquier manera conocida, pero normalmente la presente invención prevé la reducción química de la viscosidad usando un agente de reducción de la viscosidad de peróxidos. Agentes de reducción de la viscosidad típicos son 2,5-dimetil-2,5-bis(terc-butilperoxi)hexano (DHBP) (por ejemplo vendido con los nombres comerciales Luperox 101 y Trigonox 101), 2,5-dimetil-2,5-bis(terc-butilperoxi)3-hexino (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-terc-butilo (DTBP) (por ejemplo vendido con los nombres comerciales Trigonox B y Luperox Di), peróxido de terc-butilcumilo (BCUP) (por ejemplo vendido con los nombres comerciales Trigonox T y Luperox 801) y bis(terc-butilperoxiisopropil)benzeno (DIPP) (por ejemplo vendido con los nombres comerciales Perkadox 14S y Lupperox DC). Las cantidades adecuadas de peróxido que han de emplearse según la presente invención las conoce en principio el experto y pueden calcularse fácilmente basándose en la cantidad de copolímero de propileno de la etapa (g) que va a someterse a reducción de la viscosidad, el valor de MFR<sub>2</sub> (230°C) del copolímero de propileno (A) de la etapa (g) que va a someterse a reducción de la viscosidad y la MFR<sub>2</sub> objetivo deseada (230°C) del producto que va a obtenerse. Por consiguiente, cantidades típicas de agente de reducción de la viscosidad de peróxido son de desde el 0,005 hasta el 0,5% en peso, más preferiblemente de desde el 0,005 hasta el 0,2% en peso, basándose en la cantidad de copolímero de propileno empleada.

Normalmente, la reducción de la viscosidad según la presente invención se lleva a cabo en una extrusora, de modo que en las condiciones adecuadas, se obtiene un aumento de la velocidad de flujo del fundido. Durante la reducción de la viscosidad, cadenas de mayor masa molar del producto de partida se rompen de manera estadísticamente más frecuente que moléculas de menor masa molar, dando como resultado una disminución global del peso molecular promedio y un aumento en la velocidad de flujo del fundido.

Debido a la reducción de la viscosidad, podrían verse afectadas la velocidad de flujo del fundido, la cantidad de componentes solubles en xileno frío (XCS) y la viscosidad intrínseca (VI) de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A), es decir, del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Por otro lado, no se ven afectados la temperatura de fusión, el contenido en comonomero total y el contenido en comonomero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A), es decir, del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Por tanto, el copolímero de propileno (A) no sometido a reducción de la viscosidad (tras la etapa (g)) y el copolímero de propileno (A) sometido a reducción de la viscosidad (tras la etapa (i)) tienen la misma temperatura de fusión, el mismo contenido en comonomero total y el mismo contenido en comonomero de la fracción soluble en xileno frío (XCS). Por tanto, con respecto a estas realizaciones, se hace referencia a la información proporcionada anteriormente.

Por otro lado, el copolímero de propileno (A) sometido a reducción de la viscosidad tras la etapa (i) puede diferir en la velocidad de flujo del fundido, la fracción soluble en xileno frío (XCS) y la viscosidad intrínseca (VI) del copolímero de propileno (A) no sometido a reducción de la viscosidad tras la etapa (g). Por consiguiente, el copolímero de propileno (A) tras la etapa (i) tiene preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 2,0 a 15,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 12,0 g/10 min, aún más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 8,5 g/10 min, como en el intervalo de 2,5 a 5,0 g/10 min.

Además, se prefiere que la fracción soluble en xileno frío (XCS) de copolímero de propileno (A) tras la etapa (i) esté

en el intervalo del 20 al 55% en peso, aún más preferiblemente en el intervalo del 25 al 55% en peso, todavía más preferiblemente en el intervalo del 30 al 53% en peso.

5 Preferiblemente, la fracción soluble en xileno frío (XCS) de copolímero de propileno (A) tras la etapa (i) tiene la viscosidad intrínseca (VI) medida según la norma ISO 1628/1 (a 135°C en decalina) de igual o superior a 1,5 dl/g, más preferiblemente en el intervalo de 1,5 a igual o inferior a 3,0 dl/g, todavía más preferiblemente en el intervalo de 1,6 a 2,8 dl/g, aún más preferiblemente en el intervalo de 1,6 a 2,5 dl/g.

10 El primer reactor (R1) es preferiblemente un reactor de suspensión (SR) y puede ser cualquier reactor de bucle o reactor de tanque discontinuo con agitación simple o continuo que funciona en masa o en suspensión. En masa significa una polimerización en un medio de reacción que comprende al menos el 60% (p/p) de monómero. Según la presente invención, el reactor de suspensión (SR) es preferiblemente un reactor de bucle (en masa) (LR).

15 El segundo reactor (R2), el tercer reactor (R3) y el cuarto reactor (R4) son preferiblemente reactores de fase gaseosa (GPR). Tales reactores de fase gaseosa (GPR) pueden ser cualquier reactor de lecho fluido o con mezclado mecánico. Preferiblemente, los reactores de fase gaseosa (GPR) comprenden un reactor de lecho fluido con agitación mecánica con velocidades de gas de al menos 0,2 m/s. Por tanto, se aprecia que el reactor de fase gaseosa es un reactor de tipo de lecho fluidizado preferiblemente con un agitador mecánico.

20 Por tanto, en una realización preferida, el primer reactor (R1) es un reactor de suspensión (SR), como un reactor de bucle (LR), mientras que el segundo reactor (R2), el tercer reactor (R3) y el cuarto reactor (R4) son reactores de fase gaseosa (GPR). Por consiguiente, para el presente procedimiento, se usan al menos cuatro, preferiblemente cuatro reactores de polimerización, concretamente un reactor de suspensión (SR), como un reactor de bucle (LR), un primer reactor de fase gaseosa (GPR-1), un segundo reactor de fase gaseosa (GPR-2) y un tercer reactor de fase gaseosa (GPR-3) conectados en serie. Si es necesario, antes del reactor de suspensión (SR) se coloca un reactor de prepolimerización.

25 Un procedimiento de múltiples fases preferido es un procedimiento de "bucle-fase gaseosa", tal como el desarrollado por Borealis A/S, Dinamarca (conocido como tecnología BORSTAR®) descrito por ejemplo en la bibliografía de 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 o en el documento WO 00/68315.

Un procedimiento de fase suspensión-gaseosa adecuado adicional es el procedimiento Spheripol® de Basell.

30 Preferiblemente, en el presente procedimiento para producir el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) tal como se definió anteriormente, las condiciones para el primer reactor (R1), es decir, el reactor de suspensión (SR), como un reactor de bucle (LR), de la etapa (a) pueden ser las siguientes:

- la temperatura está dentro del intervalo de 40°C a 110°C, preferiblemente entre 60°C y 100°C, como de 68 a 90°C,
- la presión está dentro del intervalo de 20 bar a 80 bar, preferiblemente entre 40 bar y 70 bar,
- puede añadirse hidrógeno para controlar la masa molar de una manera conocida *per se*.

35 Posteriormente, la mezcla de reacción de la etapa (a) se transfiere al segundo reactor (R2), es decir, el reactor de fase gaseosa (GPR-1), es decir, a la etapa (c), por lo cual las condiciones en la etapa (c) son preferiblemente las siguientes:

- la temperatura está dentro del intervalo de 50°C a 130°C, preferiblemente entre 60°C y 100°C,
- la presión está dentro del intervalo de 5 bar a 50 bar, preferiblemente entre 15 bar y 35 bar,
- puede añadirse hidrógeno para controlar la masa molar de una manera conocida *per se*.

40 Las condiciones en el tercer reactor (R3), preferiblemente en el segundo reactor de fase gaseosa (GPR-2), y el cuarto reactor (R4), preferiblemente en el tercer reactor de fase gaseosa (GPR-3), son similares a las del segundo reactor (R2).

El tiempo de residencia puede variar en las tres zonas de reactor.

45 En una realización del procedimiento para producir el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), el tiempo de residencia en el primer reactor (R1), es decir, el reactor de suspensión (SR), como un reactor de bucle (LR), está en el intervalo 0,2 a 4 horas, por ejemplo de 0,3 a 1,5 horas y

el tiempo de residencia en los reactores de fase gaseosa será generalmente de 0,2 a 6,0 horas, como de 0,5 a 4,0 horas.

5 Si se desea, la polimerización puede efectuarse de una manera conocida en condiciones supercríticas en el primer reactor (R1), es decir, en el reactor de suspensión (SR), como en el reactor de bucle (LR), y/o como un modo condensado en los reactores de fase gaseosa (GPR).

Preferiblemente, el procedimiento comprende también una prepolimerización con el sistema de catalizador, tal como se describe en detalle a continuación, que comprende un procatalizador de Ziegler-Natta, un donador externo y opcionalmente un cocatalizador.

10 En una realización preferida, la prepolimerización se realiza como una polimerización en suspensión en masa en propileno líquido, es decir, la fase líquida comprende principalmente propileno, con una cantidad minoritaria de otros reactantes y opcionalmente componentes inertes disueltos en la misma.

La reacción de prepolimerización se realiza normalmente a una temperatura de 0 a 50°C, preferiblemente desde 10 hasta 45°C, y más preferiblemente desde 15 hasta 40°C.

15 La presión en el reactor de prepolimerización no es crítica, pero debe ser lo suficientemente alta como para mantener la mezcla de reacción en fase líquida. Por tanto, la presión puede ser de desde 20 hasta 100 bar, por ejemplo de 30 a 70 bar.

20 Los componentes de catalizador se introducen preferiblemente todos en la etapa de prepolimerización. Sin embargo, cuando el componente de catalizador sólido (i) y el cocatalizador (ii) pueden alimentarse por separado, es posible que sólo una parte del cocatalizador se introduzca en la fase de prepolimerización y la parte restante en las fases de polimerización posteriores. Además, en tales casos, es necesario introducir tanto cocatalizador en la fase de prepolimerización hasta obtener en la misma una reacción de polimerización suficiente.

25 Es posible añadir otros componentes también en la fase de prepolimerización. Por tanto, puede añadirse hidrógeno a la fase de prepolimerización para controlar el peso molecular del prepolímero tal como se conoce en la técnica. Además, puede usarse un aditivo antiestático para impedir que las partículas se adhieran entre sí o a las paredes del reactor.

El control preciso de las condiciones de prepolimerización y los parámetros de reacción está dentro del conocimiento de la técnica.

30 Según la invención, el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), se obtiene mediante un procedimiento de polimerización secuencial, tal como se describió anteriormente, en presencia de un sistema de catalizador que comprende un catalizador de Ziegler-Natta y opcionalmente un donador externo, preferiblemente un sistema de catalizador que comprende tres componentes, concretamente como componente (i) un procatalizador de Ziegler-Natta, y opcionalmente como componente (ii) un cocatalizador organometálico y como componente (iii) un donador externo representado por las fórmulas (IIIa) o (IIIb), preferiblemente representado por la fórmula (IIIa).

35 El procedimiento discurre de manera especialmente eficaz usando un sistema de catalizador de Ziegler-Natta, preferiblemente usando un sistema de catalizador de Ziegler-Natta tal como se define en detalle a continuación en el presente documento, y una razón de comonómero/propileno específica en el segundo reactor (R2) y/o en los reactores tercero (R3) y cuarto (R4), respectivamente. Por consiguiente, se prefiere que

40 (a) la razón de comonómero/propileno  $[Co/C3]$ , como la razón de etileno/propileno  $[C2/C3]$ , en el segundo reactor (R2), es decir, en la etapa (c), esté en el intervalo de 30 a 220 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 40 a 210 mol/kmol, y/o

(b) la razón de comonómero/propileno  $[Co/C3]$ , como la razón de etileno/propileno  $[C2/C3]$ , en el tercer reactor (R3), es decir, en la etapa (e), esté en el intervalo de 120 a 320 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 130 a 310 mol/kmol, y/o

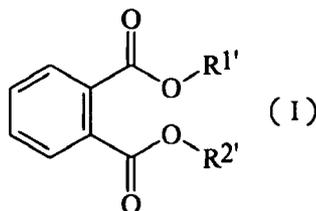
45 (c) la razón de comonómero/propileno  $[Co/C3]$ , como la razón de etileno/propileno  $[C2/C3]$ , en el cuarto reactor (R4), es decir, en la etapa (g), esté en el intervalo de 120 a 320 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 130 a 310 mol/kmol.

A continuación se define el catalizador usado en más detalle.

El procatalizador usado según la invención se prepara

a) haciendo reaccionar un aducto solidificado en emulsión o cristalizado por pulverización de  $MgCl_2$  y un alcohol  $C_1$ - $C_2$  con  $TiCl_4$

b) haciendo reaccionar el producto de la fase a) con un ftalato de dialquilo de fórmula (I)



5 en la que  $R^{1'}$  y  $R^{2'}$  son independientemente al menos un alquilo  $C_5$   
 en condiciones en las que tiene lugar una transesterificación entre dicho alcohol  $C_1$  a  $C_2$  y dicho ftalato de dialquilo de fórmula (I) para formar el donador interno

c) lavando el producto de la fase b) o

10 d) haciendo reaccionar opcionalmente el producto de la etapa c) con  $TiCl_4$  adicional.

El procatalizador se produce tal como se define por ejemplo en las solicitudes de patente WO 87/07620, WO 92/19653, WO 92/19658 y EP 0 491 566. El contenido de estos documentos se incluye en el presente documento como referencia.

15 En primer lugar, se forma un aducto de  $MgCl_2$  y un alcohol  $C_1$ - $C_2$  de fórmula  $MgCl_2 \cdot nROH$ , en la que R es metilo o etilo y n es de 1 a 6. Se usa preferiblemente etanol como alcohol.

El aducto, que se funde en primer lugar y luego se solidifica en emulsión o se cristaliza por pulverización, se usa como soporte de catalizador.

20 En la siguiente etapa, el aducto solidificado en emulsión o cristalizado por pulverización de fórmula  $MgCl_2 \cdot nROH$ , en la que R es metilo o etilo, preferiblemente etilo, y n es de 1 a 6, se pone en contacto con  $TiCl_4$  para formar un soporte titanizado, seguido por las etapas de

• añadir a dicho soporte titanizado

(i) un ftalato de dialquilo de fórmula (I) siendo  $R^{1'}$  y  $R^{2'}$  independientemente al menos un alquilo  $C_5$ , como al menos un alquilo  $C_8$ , o preferiblemente

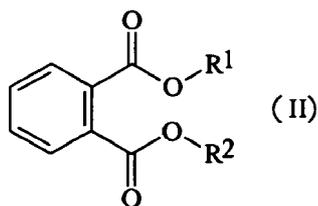
25 (ii) un ftalato de dialquilo de fórmula (I) siendo  $R^{1'}$  y  $R^{2'}$  iguales y siendo al menos un alquilo  $C_5$ , como al menos un alquilo  $C_8$ ,

o más preferiblemente

30 (iii) un ftalato de dialquilo de fórmula (I) seleccionado del grupo que consiste en ftalato de propilhexilo (PrHP), ftalato de dioctilo (DOP), ftalato de di-iso-decilo (DIDP) y ftalato de ditridecilo (DTDP), aún más preferiblemente el ftalato de dialquilo de fórmula (I) es un ftalato de dioctilo (DOP), como ftalato de di-iso-octilo o ftalato de dietilhexilo, en particular ftalato de dietilhexilo,

para formar un primer producto,

35 • someter dicho primer producto a condiciones de transesterificación adecuadas, es decir, a una temperatura superior a  $100^\circ C$ , preferiblemente entre  $100$  y  $150^\circ C$ , más preferiblemente entre  $130$  y  $150^\circ C$ , de manera que dicho metanol o etanol se transesterifica con dichos grupos éster de dicho ftalato de dialquilo de fórmula (I) para formar preferiblemente al menos el 80% en moles, más preferiblemente el 90% en moles, lo más preferiblemente el 95% en moles, de un ftalato de dialquilo de fórmula (II)



siendo con R<sup>1</sup> y R<sup>2</sup> metilo o etilo, preferiblemente etilo,

siendo el ftalato de dialquilo de fórmula (II) el donador interno y

• recuperar dicho producto de transesterificación como composición de procatalizador (componente (i)).

5 El aducto de fórmula MgCl<sub>2</sub>\*nROH, en la que R es metilo o etilo y n es de 1 a 6, se funde en una realización preferida y entonces se inyecta preferiblemente la masa fundida mediante un gas en un disolvente enfriado o un gas enfriado, mediante lo cual el aducto se cristaliza para dar una forma morfológicamente ventajosa, tal como se describe por ejemplo en el documento WO 87/07620.

10 Este aducto cristalizado se usa preferiblemente como soporte de catalizador y se hace reaccionar con el procatalizador útil en la presente invención tal como se describe en los documentos WO 92/19658 y WO 92/19653.

A medida que se retira el residuo de catalizador mediante extracción, se obtiene un aducto del soporte titanizado y el donador interno, en el que el grupo que se deriva del éster de alcohol ha cambiado.

En el caso de que quede suficiente titanio sobre el soporte, actuará como elemento activo del procatalizador.

15 De lo contrario, se repite la titanización tras el tratamiento anterior con el fin de garantizar una concentración de titanio suficiente y por tanto su actividad.

Preferiblemente el procatalizador usado según la invención contiene el 2,5% en peso de titanio como máximo, preferiblemente el 2,2% en peso como máximo y más preferiblemente el 2,0% en peso como máximo. Su contenido donador es preferiblemente de entre el 4 y el 12% en peso y más preferiblemente entre el 6 y el 10% en peso.

20 Más preferiblemente, el procatalizador usado según la invención se ha producido usando etanol como alcohol y ftalato de dioctilo (DOP) como ftalato de dialquilo de fórmula (I), produciendo ftalato de dietilo (DEP) como compuesto donador interno.

Todavía más preferiblemente, el catalizador usado según la invención es el catalizador tal como se describe en la sección de ejemplos; especialmente con el uso de ftalato de dioctilo como ftalato de dialquilo de fórmula (I).

25 Para la producción del copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), según la invención, el sistema de catalizador usado preferiblemente comprende además del procatalizador de Ziegler-Natta especial un cocatalizador organometálico como componente (ii).

Por consiguiente, se prefiere seleccionar el cocatalizador del grupo que consiste en trialquilaluminio, como trietilaluminio (TEA), cloruro de dialquilaluminio y sesquicloruro de alquilaluminio.

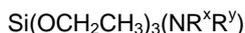
30 El componente (iii) del sistema de catalizadores usado es un donador externo representado por la fórmula (IIIa) o (IIIb). La fórmula (IIIa) se define por



en la que R<sup>5</sup> representa un grupo alquilo ramificado que tiene de 3 a 12 átomos de carbono, preferiblemente un grupo alquilo ramificado que tiene de 3 a 6 átomos de carbono, o un cicloalquilo que tiene de 4 a 12 átomos de carbono, preferiblemente un cicloalquilo que tiene de 5 a 8 átomos de carbono.

35 Se prefiere en particular que R<sup>5</sup> se seleccione del grupo que consiste en iso-propilo, iso-butilo, iso-pentilo, terc-butilo, terc-amilo, neopentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloheptilo.

La fórmula (IIIb) se define por



(IIIb)

en la que  $\text{R}^x$  y  $\text{R}^y$  pueden ser iguales o diferentes y representan un grupo hidrocarbonado que tiene de 1 a 12 átomos de carbono.

5  $\text{R}^x$  y  $\text{R}^y$  se seleccionan independientemente del grupo que consiste en grupo hidrocarbonado alifático lineal que tiene de 1 a 12 átomos de carbono, grupo hidrocarbonado alifático ramificado que tiene de 1 a 12 átomos de carbono y grupo hidrocarbonado alifático cíclico que tiene de 1 a 12 átomos de carbono. Se prefiere en particular que  $\text{R}^x$  y  $\text{R}^y$  se seleccionen independientemente del grupo que consiste en metilo, etilo, n-propilo, n-butilo, octilo, decanilo, iso-propilo, iso-butilo, iso-pentilo, terc-butilo, terc-amilo, neopentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloheptilo.

10 Más preferiblemente,  $\text{R}^x$  y  $\text{R}^y$  son ambos iguales, aún más preferiblemente  $\text{R}^x$  y  $\text{R}^y$  son ambos un grupo etilo.

Más preferiblemente, el donador externo de fórmula (IIIb) es dietilaminotrietoxisilano.

Más preferiblemente, el donador externo se selecciona del grupo que consiste en dietilaminotrietoxisilano  $[\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3(\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2)]$ , dicitolopentildimetoxisilano  $[\text{Si}(\text{OCH}_3)_2(\text{ciclopentil})_2]$ , diisopropildimetoxisilano  $[\text{Si}(\text{OCH}_3)_2(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_2]$  y mezclas de los mismos. Lo más preferiblemente, el donador externo es dicitolopentildimetoxisilano  $[\text{Si}(\text{OCH}_3)_2(\text{ciclopentil})_2]$ .

Si se desea, el procatalizador de Ziegler-Natta se modifica polimerizando un compuesto de vinilo en presencia del sistema de catalizador, que comprende el procatalizador de Ziegler-Natta especial (componente (i)), el donador externo (componente (iii)) y opcionalmente el cocatalizador (componente (ii)), en el que el compuesto de vinilo tiene la fórmula:



en la que  $\text{R}^3$  y  $\text{R}^4$  juntos forman un anillo saturado, insaturado o aromático de 5 ó 6 miembros o representan independientemente un grupo alquilo que comprende de 1 a 4 átomos de carbono. El catalizador así modificado se usa para la preparación del copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) para llevar a cabo la  $\alpha$ -nucleación del copolímero de propileno (A) es decir, del copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) (tecnología BNT).

Pueden añadirse aditivos al copolímero de propileno (A), es decir, al copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), antes de mezclarlo con el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B). En un caso de este tipo, los aditivos se añaden antes o después de reducir la viscosidad al copolímero de propileno (A), es decir, al copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Aditivos típicos son agentes de nucleación, antioxidantes, así como agentes de deslizamiento y agentes antibloqueantes. Preferiblemente, el contenido en aditivo es inferior al 5,0% en peso, preferiblemente inferior al 3,0% en peso, como inferior al 1,0% en peso.

El/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B)

El componente requerido adicional en la presente invención es un elastómero termoplástico estirénico. Este componente adicional puede dispersarse en el copolímero de propileno (A), es decir, en el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO). Se ha descubierto que no es adecuado cualquier elastómero termoplástico estirénico para la presente invención sino sólo una clase específica de tales elastómeros. Por consiguiente, para la presente invención debe(n) usarse (un) elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) con un contenido en estireno bastante bajo, es decir, que está en el intervalo del 5 a igual o inferior al 15% en peso.

Preferiblemente el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) puede(n) ser un copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o un caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2).

Por consiguiente, se aprecia que el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), tiene(n) un contenido en estireno de igual o inferior al 15% en peso, más preferiblemente de igual o inferior al 14% en peso, aún más preferiblemente de igual o inferior al 13% en peso. Por otro lado, el contenido en estireno en el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente en el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o en el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), no será inferior al 5% en peso. Por tanto, un intervalo preferido es del 5 al 15% en peso, más preferido del 10 al 15% en peso y aún más preferido del 11 al 14% en peso.

Además, se aprecia que el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), tiene(n) una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) moderada, es decir, no más de 20,0 g/10 min, más preferiblemente no más de 10,0 g/10 min, todavía más preferiblemente no más de 6,0 g/10 min.

5 Por otro lado, la velocidad de flujo del fundido del/de los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), no será inferior a 1,0 g/10 min. Por consiguiente, un intervalo preferido es de 1,0 a 20,0 g/10 min, más preferido de 2,0 a 10,0 g/10 min.

Además, el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), puede(n) definirse por su densidad. Por tanto, se aprecia que el elastómero basado en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), tiene(n) una densidad de igual o inferior a 0,905 g/cm<sup>3</sup>, más preferido en el intervalo de 0,850 a 0,905 g/cm<sup>3</sup>.

Adicional o alternativamente, el elastómero basado en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), puede(n) definirse por la dureza Shore A. Por tanto, se aprecia que el elastómero basado en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), tiene(s) una dureza Shore A medida según la norma ASTM D 2240 de desde 25 hasta 70, preferiblemente desde 30 hasta 60.

#### Composición de polímero

Se logran resultados especialmente buenos en el caso de que el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) estén presentes en una cantidad específica. Por consiguiente, se aprecia que la razón en peso entre el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) [(A)/(B)] está en el intervalo de 9/1 a 3/2, preferiblemente en el intervalo de 22/3 a 13/7, más preferiblemente en el intervalo de 4/1 a 14/6.

Por tanto, se prefiere que la presente composición de polímero comprenda desde el 10 hasta el 40% en peso, más preferiblemente desde el 12 hasta el 35% en peso, todavía más preferiblemente desde el 20 hasta el 30% en peso, del/de los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B). Los porcentajes en peso facilitados en este párrafo se basan en la cantidad total de la composición de polímero, preferiblemente se basan en la cantidad total de polímeros presentes en la invención, más preferiblemente se basan en la cantidad del copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico, y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) juntos. Por consiguiente, en una realización específica, la composición de polímero comprende

(a) del 60 al 90% en peso, preferiblemente del 65 al 88% en peso, más preferiblemente del 70 al 80% en peso, del copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), y

(b) del 10 al 40% en peso, preferiblemente desde el 12 hasta el 35% en peso, más preferiblemente desde el 20 hasta el 30% en peso, del/de los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), basándose en la cantidad total de polímeros presentes en la invención, más preferiblemente basándose en la cantidad del copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico, y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) juntos.

Por tanto, en una realización específica, la composición de polímero comprende como componentes de polímero sólo el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1). En otras palabras, la composición de polímero puede comprender aditivos pero no polímeros adicionales aparte del copolímero de propileno (A) y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B).

Los aditivos típicos son los mencionados anteriormente en la sección copolímero de propileno (A). La cantidad total de aditivos será de no más del 10,0% en peso, preferiblemente no más del 8,0% en peso, más preferiblemente no más del 5,0% en peso, aún más preferiblemente no más del 4,0% en peso, todavía más preferiblemente no más del 3,0% en peso, en la composición de polímero total.

Por tanto, se aprecia que el copolímero de propileno (A), es decir, el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno

(SIS) (B-2), constituyen juntos al menos el 60,0% en peso, más preferiblemente al menos el 70,0% en peso, aún más preferiblemente al menos el 80,0% en peso, todavía más preferiblemente el 90,0% en peso, por ejemplo el 92,0% en peso, aún todavía más preferiblemente el 95,0% en peso, como el 97,0% en peso, de la composición de polímero inventiva.

5 Se ha descubierto además que las propiedades pueden mejorarse adicionalmente en caso de que ambos componente principales, es decir, el copolímero de propileno (A), preferiblemente el copolímero de propileno heterofásico (RAHECO), y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), tengan velocidades de flujo del fundido coordinadas. Por consiguiente, se aprecia que la razón de MFR<sub>2</sub> (230°C) del copolímero de propileno heterofásico (A) y el elastómero basado en compuesto estirénico (B), preferiblemente el copolímero de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o el caucho de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2), (MFR<sub>(A)</sub> / MFR<sub>(B)</sub>) es igual o superior a 1,0. Por otro lado, las diferencias en la viscosidad no deben ser demasiado altas. Por tanto, una razón MFR<sub>(A)</sub> / MFR<sub>(B)</sub> preferida es de 1,0 a 3,0.

15 Se aprecia además que la presente composición de polímero tiene una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 2,5 a 15,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 12,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 8,5 g/10 min, todavía más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 5,0 g/10 min. En caso de que la composición de polímero se use como material de película soplada, tiene preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) en el intervalo de 2,5 a 5,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 3,0 a 4,5 g/10 min. A su vez, en caso de que la composición de polímero se use para moldeo por inyección o de película colada se prefiere que la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) esté en el intervalo de 3,0 a 15,0 g/10 min, como en el intervalo de 3,5 a 10,0 g/10 min.

25 Preferiblemente, la composición de polímero tiene un módulo de flexión medido según la norma ISO 178 de no más de 200 MPa, más preferiblemente en el intervalo de 70 a 200 MPa, todavía más preferiblemente en el intervalo de 80 a 150 MPa.

Adicional y/o alternativamente, la composición de polímero tiene preferiblemente

(a) una turbidez antes de la esterilización determinada según la norma ASTM D 1003-07 (placas moldeadas por inyección de 60x60x1 mm<sup>3</sup>) inferior al 25%, más preferiblemente del 5 al 25%, aún más preferiblemente del 7 a inferior al 20%, y/o

30 (b) una turbidez después de la esterilización determinada según la norma ASTM D 1003-07 (placas moldeadas por inyección de 60x60x1 mm<sup>3</sup>) inferior al 55%, más preferiblemente del 10 a inferior al 50%, aún más preferiblemente del 15 al 45%, y/o

(c) una turbidez antes de la esterilización determinada según la norma ASTM D1003-00 (película colada de 50 μm) inferior al 15%, más preferiblemente del 1 a inferior al 15%, aún más preferiblemente del 2 al 12%, y/o

35 (d) una turbidez después de la esterilización determinada según la norma ASTM D 1003-00 (película colada de 50 μm) inferior al 40%, más preferiblemente del 8 a inferior al 40%, aún más preferiblemente del 10 al 35%.

#### Aplicaciones

La presente invención también se refiere al uso de la composición de polímero tal como se define en la presente invención para la preparación de películas, en particular de películas esterilizadas o que pueden esterilizarse, y/o de artículos moldeados por inyección, como recipientes, es decir, bolsas, especialmente artículos moldeados por inyección esterilizados o que pueden esterilizarse, como recipientes, es decir, bolsas.

Además, la presente invención se refiere a una película, en particular a una película esterilizada o que puede esterilizarse, que comprende la composición de polímero tal como se define en la presente invención. Más preferiblemente, la composición de polímero es el único componente de polímero en la película. Además, la presente invención se refiere a un artículo moldeado por inyección, como un recipiente, es decir, una bolsa, especialmente a un artículo moldeado por inyección esterilizado o que puede esterilizarse, como un recipiente, es decir, una bolsa, que comprende la composición de polímero tal como se define en el presente documento. El recipiente es en particular una bolsa. Además, dicho recipiente, es decir, bolsa, se ha sometido preferiblemente a un tratamiento de esterilización.

50 A continuación la presente invención se ilustra adicionalmente por medio de ejemplos.

**Ejemplos**

1. Métodos de medición

Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la descripción general anterior de la invención así como a los ejemplos a continuación a menos que se defina otra cosa. Calculo del contenido en comonomero de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2):

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

en la que

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

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

10 C(PP1) es el contenido en comonomero [en % en peso] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1),

C(PP) es el contenido en comonomero [en % en peso] del copolímero de propileno al azar (R-PP),

C(PP2) es el contenido en comonomero calculado [en % en peso] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2).

15 Cálculo del contenido en componentes solubles en xileno (XCS) de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2):

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

en la que

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

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

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

XS(PP) es el contenido en componentes solubles en xileno (XCS) [en % en peso] del copolímero de propileno al azar (R-PP),

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

Cálculo de la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2):

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

en la que

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

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

MFR(PP1) es la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) [en g/10 min] de la primera fracción de copolímero de propileno (R-PP1),

MFR(PP) es la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) [en g/10 min] del copolímero de propileno al azar (R-PP),

MFR(PP2) es la velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> calculada (230°C) [en g/10 min] de la segunda fracción de copolímero de propileno (R-PP2).

Cálculo del contenido en comonomero del copolímero de propileno elastomérico (E), respectivamente:

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

5

en la que

w(PP) es la fracción en peso [en % en peso] del copolímero de propileno al azar (R-PP), es decir, polímero producido en los reactores primero y segundo (R1 + R2),

10 w(E) es la fracción en peso [en % en peso] del copolímero de propileno elastomérico (E), es decir, polímero producido en los reactores tercero y cuarto (R3 + R4),

C(PP) es el contenido en comonomero [en % en peso] del copolímero de propileno al azar (R-PP), es decir, contenido en comonomero [en % en peso] del polímero producido en los reactores primero y segundo (R1 + R2),

C(RAHECO) es el contenido en comonomero [en % en peso] del copolímero de propileno, es decir, es el contenido en comonomero [en % en peso] del polímero obtenido tras la polimerización en el cuarto reactor (R4),

15 C(E) es el contenido en comonomero calculado [en % en peso] del copolímero de propileno elastomérico (E), es decir, del polímero producido en los reactores tercero y cuarto (R3 + R4).

20 MFR<sub>2</sub> (230°C) se mide según la norma ISO 1133 (230°C, carga de 2,16 kg). El contenido en comonomero, especialmente el contenido en etileno, se mide con espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) calibrada con <sup>13</sup>C-RMN. Cuando se midió el contenido de etileno en polipropileno, se preparó una película delgada de la muestra (grosor de aproximadamente 250 μm) mediante prensado en caliente. Se midió el área de los picos de absorción a 720 y 733 cm<sup>-1</sup> para copolímeros de propileno-etileno con un espectrómetro FTIR 1600 de Perkin Elmer. Se evaluaron copolímeros de propileno-1-buteno a 767 cm<sup>-1</sup>. Se calibró el método mediante datos de contenido en etileno medidos mediante <sup>13</sup>C-RMN. Véase también "IR-Spektroskopie für Anwender"; WILEY-VCH, 1997 y "Validierung in der Analytik", WILEY-VCH, 1997.

25 Contenido en estireno

30 El contenido en estireno se mide mediante espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR). Se prepara una película delgada 300 μm de grosor a partir de material granulado mediante prensado en caliente (190°C, 100 bar, 1 minuto). Por muestra, se preparan dos películas. Se miden las muestras de película así preparadas mediante un espectrofotómetro IR de Perkin Elmer System 2000 FTIR. Se integra el pico a 1602 cm<sup>-1</sup> (absorción de fenilo) y se evalúa usando una curva de calibración establecida internamente. Se da como resultado la media aritmética de dos mediciones.

Calibración: Se preparan diversos compuestos de polipropileno que consisten en PP y un elastómero que contiene estireno (de contenido en estireno conocido) y se miden según el método descrito anteriormente.

La viscosidad intrínseca se mide según la norma DIN ISO 1628/1, octubre de 1999 (en decalina a 135°C).

35 Los componentes solubles en xileno (XCS, % en peso): Se determina el contenido en componentes solubles en xileno (XCS) a 25°C según la norma ISO 16152; primera edición; 01-07-2005. La parte que sigue siendo insoluble es la fracción insoluble en xileno frío (XCI).

40 Temperatura de fusión (T<sub>f</sub>) y calor de fusión (H<sub>f</sub>), temperatura de cristalización (T<sub>c</sub>) y calor de cristalización (H<sub>c</sub>): Medidos con un aparato de calorimetría diferencial de barrido (DSC) Mettler TA820 en muestras de 5 a 10 mg. Se realiza la DSC según la norma ISO 11357-3:1999 en un ciclo de calor / frío / calor con una velocidad de barrido de 10°C/min en el intervalo de temperatura de +23 a +210°C. Se determinan la temperatura de cristalización y el calor de cristalización (H<sub>c</sub>) a partir de la etapa de enfriamiento, mientras que la temperatura de fusión y el calor de fusión (H<sub>f</sub>) se determinan a partir de la segunda etapa de calentamiento.

Módulo de flexión: Se determinó el módulo de flexión con flexión en 3 puntos a 23°C según la norma ISO 178 en

barras de ensayo de 80x10x4 mm<sup>3</sup> moldeadas por inyección según la norma EN ISO 1873-2.

Se determinó el módulo de tracción en la dirección de la máquina según la norma ISO 527-3 a 23°C en una película colada de 50 µm producida en una línea de película colada monocapa con una temperatura de fusión de 220°C y una temperatura de cilindro de enfriamiento de 20°C. Los ensayos se realizaron a una velocidad de cruceta de 1 mm/min.

Energía de penetración total:

La resistencia a impactos de las películas se determina mediante el método "Dynatest" según la norma ISO 7725-2 en películas coladas monocapa con un grosor de 50 µm. El valor "Wbreak" [J/mm] representa la energía de penetración total por mm de grosor que puede absorber una película antes de romperse. Cuando más alto es este valor, más resistente es.

La turbidez se determina según la norma ASTM D 1003-07 en placas de 60x60x1 mm<sup>3</sup> moldeadas por inyección según la norma EN ISO 1873-2 usando una temperatura de fusión de 200°C.

La turbidez se determina según la norma ASTM D1003-00 en películas coladas de 50 µm de grosor producidas en una línea de película colada monocapa con una temperatura de fusión de 220°C y una temperatura del cilindro de enfriamiento de 20°C.

La esterilización con vapor se realizó en una máquina Systec serie D (Systec Inc., EE.UU.). Se calentaron las muestras a una velocidad de calentamiento de 5°C/min partiendo de 23°C. Tras haberse mantenido durante 30 min a 121°C, se retiraron inmediatamente del esterilizador por vapor y se almacenaron a temperatura ambiente hasta procesarse adicionalmente.

## 2. Ejemplos

El catalizador usado en el procedimiento de polimerización para los ejemplos RAHECOS 1 a 4 se produjeron de la siguiente manera: en primer lugar, se suspendieron 0,1 mol de MgCl<sub>2</sub> x 3 EtOH en condiciones inertes en 250 ml de decano en un reactor a presión atmosférica. Se enfrió la disolución hasta la temperatura de -15°C y se añadieron 300 ml de TiCl<sub>4</sub> frío mientras se mantenía la temperatura a dicho nivel. Luego, se aumentó la temperatura de la suspensión lentamente hasta 20°C. A esta temperatura, se añadieron 0,02 mol de ftalato de dioctilo (DOP) a la suspensión. Después de la adición del ftalato, se elevó la temperatura hasta 135°C durante 90 minutos y se permitió que la suspensión estuviera en reposo durante 60 minutos. Luego, se añadieron otros 300 ml de TiCl<sub>4</sub> y se mantuvo la temperatura a 135°C durante 120 minutos. Después de esto, se filtró el catalizador del líquido y se lavó seis veces con 300 ml de heptano a 80°C. Después, se filtró el componente de catalizador sólido y se secó. El catalizador y su concepto de preparación se describen en general, por ejemplo, en las publicaciones de patente EP491566, EP591224 y EP586390. Se usaron trietil-aluminio (TEAL) como cocatalizador y dicitlopentildimetoxisilano (donador D) como donador. La razón de aluminio con respecto a donador se indica en la tabla 1.

Para RAHECO 4, el catalizador se sometió a prepolimerización con ciclohexano de vinilo en una cantidad para lograr una concentración de 200 ppm de poli(ciclohexano de vinilo) (PVCH) en el polímero final. El procedimiento respectivo se describe en los documentos EP 1 028 984 y EP 1 183 307.

Se sometieron los polímeros resultantes a reducción de la viscosidad en una extrusora de doble husillo corrotatorios (tipo: Coperion ZSK 57) con cantidades adecuadas de 2,5-dimetil-2,5-di-(terc-butilperoxi)hexano (Trigonox® 101 suministrado por AKZO Nobel, Países Bajos) añadidas a la extrusora como un concentrado del 1% en peso en polvo de polipropileno. Como aditivos, se añadieron a los polímeros en la misma etapa hidrotalcita sintética al 0,04% en peso (DHT-4A suministrada por Kisuma Chemicals, Países Bajos) e Irganox B 215 al 0,15% en peso (combinación 1:2 de Irganox 1010 (tetrakis(3-(3',5'-di-terc-butil-4-hidroxitoluil)propionato de pentaeritritilo) y tris(2,4-di-t-butilfenilfosfato)fosfito) de BASF AG, Alemania.

Tabla 1: Condiciones y propiedades de polimerización para RAHECO 1 a 4

		RAHECO 1	RAHECO 2	RAHECO 3	RAHECO 4
TEAL/D	[mol/mol]	10	11	15	15
Bucle					
MFR <sub>2</sub>	[g/10 min]	1,4	1,3	2,6	2,5
Contenido en C2	[% en peso]	2,0	1,9	3,9	4,2
XCS	[% en peso]	4,0	4,2	4,4	3,6
Razón C2/C3	[mol/kmol]	4,8	4,8	4,5	5,1
1 GPR					

		RAHECO 1	RAHECO 2	RAHECO 3	RAHECO 4
MFR <sub>2</sub>	[g/10 min]	1,0	1,1	0,7	0,7
Contenido en C2	[% en peso]	7,3	7,2	10,6	11,2
XCS	[% en peso]	29,5	30,0	37,9	38,9
Razón C2/C3	[mol/kmol]	117	111	159	200
2 GPR					
MFR <sub>2</sub>	[g/10 min]	1,2	1,2	1,5	1,5
Contenido en C2	[% en peso]	10,1	7,1		
XCS	[% en peso]	33,7	28,6	48,3	48,7
C2 de XCS	[% en peso]	20,2	16,5	20,2	19,3
Razón C2/C3	[mol/kmol]	304	146	148	154
3 GPR					
MFR <sub>2</sub>	[g/10 min]	1,1	1,2	1,5	1,8
Contenido en C2	[% en peso]	11,8	9,3	11,3	12,1
XCS	[% en peso]	42,7	41,9	49,1	50,9
C2 de XCS	[% en peso]	22,5	16,8	19,4	19,2
VI de XCS	[dl/g]	1,9	1,9	2,5	2,2
Razón C2/C3	[mol/kmol]	304	152	150	159
División					
Bucle	[% en peso]	41,4	41,1	37,3	36,1
1 GPR	[% en peso]	39,9	41,9	44,6	44,3
(2 GPR +3 GPR)	[% en peso]	18,7	17,0	18,9	19,6
Reducción de la viscosidad					
POX	[% en peso]	0,01	0,011	0,013	0,015
MFR <sub>2</sub>	[g/10 min]	3,4	3,6	3,1	3,5
T <sub>f</sub>	[°C]	147	147	149	151
XCS	[% en peso]	41	37	47	48
IV de XCS	[dl/g]	1,9	2,0	2,0	2,1

C2	etileno
VI	viscosidad intrínseca
Razón H <sub>2</sub> /C3	razón hidrógeno / propileno
Razón C2/C3	razón etileno / propileno
POX	2,5-dimetil-2,5-di-(terc-butilperoxi)hexano
1/2/3 GPR	reactor de fase gaseosa 1/2/3
Bucle	reactor de bucle

5

Tabla 2: Propiedades de los copolímeros de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS)

Tipo		SEBS-1	SEBS-2
		Kraton G 1645M	Kraton G 1652M
Estireno	[% en peso]	12,5	30
Shore A	[-]	35	69
MFR <sub>2</sub> (230°C)	[g/10 min]	2,0	5,0 (230°C/5 kg)
densidad	[g/cm <sup>3</sup> ]	0,900	0,910

Kraton G 1645M y Kraton G 1652M se suministran por Kraton Polymers LLC

10

Tabla 3: Propiedades de PP1 y PP2

		PP1	PP2
MFR total	[g/10 min]	1,9	3,9
Matriz de MFR	[g/10 min]	1,9	3,9
XCS	[% en peso]	8,5	23
C2 de XCS	[% en peso]	n.d.	25
IV de XCS	[dl/g]	n.d.	1,3
C2 total	[% en peso]	4,2	8,0
T <sub>f</sub>	[°C]	140	141

PP1 es el producto comercial BorPure RB501BF y PP2 Bormed SC820CF. Ambos productos están disponibles de Borealis AG.

Tabla 4 (a): Propiedades de ejemplos comparativos

		CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5	CE 6
PP1	[% en peso]	-	-	-	100	63	-
PP2	[% en peso]	100	75	75	-	-	-
RAHECO 1	[% en peso]	-	-	-	-	-	100
RAHECO 2	[% en peso]	-	-	-	-	-	-
RAHECO 3	[% en peso]	-	-	-	-	-	-
RAHECO 4	[% en peso]	-	-	-	-	-	-
SEBS-1	[% en peso]	-	25	-	-	37	-
SEBS-2	[% en peso]	-	-	25	-	-	-
MFR	[g/10 min]	3,8	4,5	3,5	4,5	3,1	3,4
Placa moldeada por inyección							
Módulo de flexión	[MPa]	555	189	400	696	152	284
Turbidez, antes de la esterilización	[%]	47	41	24	41	17	33
Turbidez, después de la esterilización	[%]	63	58	32	55	20	49
Delta de turbidez	[%]	16	18	8	14	4	17
Película de 50 µm							
Reducción de la viscosidad 0°C, antes de la esterilización	[J/mm]	17	18	18	2,8	18	-
Reducción de la viscosidad 0°C, después de la esterilización	[J/mm]	10	15	14	4,0	16	-
Turbidez, antes de la esterilización	[%]	4,6	2,6	17,8	1,9	0,4	6
Turbidez, después de la esterilización	[%]	12	10	23	17	6,4	12
Delta de turbidez	[%]	7,6	7,0	5,5	14,6	6,0	5,3
Módulo de tracción MD, antes de la esterilización	[MPa]	337	119	264	393	88	207
Módulo de tracción MD, después de la esterilización	[MPa]	599	207	428	660	115	200
Delta de módulo de tracción	[MPa]	262	88	164	267	27	7

Tabla 4 (b): Propiedades de ejemplos inventivos y comparativos

		IE 1	CE 7	IE 2	CE 8	CE 9
PP1	% en peso]	-	-	-	-	-
PP2	% en peso]	-	-	-	-	-
RAHECO 1	% en peso]	75	-	-	-	-
RAHECO 2	% en peso]	-	100	75	-	-
RAHECO 3	% en peso]	-	-	-	100	93
RAHECO 4	% en peso]	-	-	-	-	-
SEBS-1	% en peso]	25	-	25	-	7
SEBS-2	% en peso]	-	-	-	-	-
MFR	[g/10 min]	4,5	3,6	4,5	3,1	4,0
Placa moldeada por inyección						
Módulo de flexión	[MPa]	90	319	115	254	177
Turbidez, antes de la esterilización	[%]	19	30	13	30	24
Turbidez, después de la esterilización	[%]	37	41	25	47	45
Delta de turbidez	[%]	18	10	12	18	22
Película de 50 µm						
Reducción de la viscosidad 0°C, antes de la esterilización	[J/mm]	26		19		17
Reducción de la viscosidad 0°C, después de la esterilización	[J/mm]	15		15		12
Turbidez, antes de la esterilización	[%]	1,6	6	4,8	13	17
Turbidez, después de la esterilización	[%]	12	22	29	25	37
Delta de turbidez	[%]	10,5	16,1	23,7	11,6	20,0
Módulo de tracción MD, antes de la esterilización	[MPa]	57	240	72	198	110
Módulo de tracción MD, después de la esterilización	[MPa]	62	215	73	171	131
Delta de módulo de tracción	[MPa]	5	-25	1	-27	21

Tabla 4 (c): propiedades de ejemplos inventivos y comparativos

		IE 3	IE 4	CE 10	CE 11	CE 12	IE 5
PP1	% en peso]	-	-	-	-	-	
PP2	% en peso]	-	-	-	-	-	
RAHECO 1	% en peso]	-	-	-	-	-	
RAHECO 2	% en peso]	-	-	-	-	-	
RAHECO 3	% en peso]	85	75	75	-	-	
RAHECO 4	% en peso]	-	-	-	100	93	75
SEBS-1	% en peso]	15	25	-	-	7	25
SEBS-2	% en peso]	-	-	25	-	-	
MFR	[g/10 min]	4,6	4,0	3,7	3,5	4,2	4,7
Placa moldeada por inyección							
Módulo de flexión	[MPa]	135	85	201	290	212	102
Turbidez, antes de la esterilización	[%]	19	14	25	25	23	18
Turbidez, después de la esterilización	[%]	39	34	37	39	40	34
Delta de turbidez	[%]	20	20	12	14	17	15
Película de 50 µm							
Reducción de la viscosidad, 0°C, antes de la esterilización	[J/mm]	23	25	21		17	22
Reducción de la viscosidad, 0°C, después de la esterilización	[J/mm]	14	16	15		13	16
Turbidez, antes de la esterilización	[%]	11	5	10	9	15	7,5
Turbidez, después de la esterilización	[%]	35	30	18	21	41	26
Delta de turbidez	[%]	23,4	25,4	7,6	12,3	25,6	18,0
Módulo de tracción MD, antes de la esterilización	[MPa]	82	52	132	190	108	54
Módulo de tracción MD, después de la esterilización	[MPa]	86	46	161	164	150	53
Delta de módulo de tracción	[MPa]	4	-6	31	-26	42	-1

**REIVINDICACIONES**

1. Composición de polímero que comprende

(a) un copolímero de propileno (A) que tiene

5 (a1) una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de más de 2,0 a 15,0 g/10 min,

(a2) un contenido en comonomero en el intervalo de más del 7,5 al 16,5% en peso, y

(a3) un contenido en componentes solubles en xileno frío (XCS) determinado según la norma ISO 16152 (25°C) en el intervalo del 20,0 al 55,0% en peso,

en el que

10 (a4) el contenido en comonomero de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) está en el intervalo del 14,0 al 30,0% en peso, y

(a5) la viscosidad intrínseca (VI) de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A) está en el intervalo de igual o más de 1,5 a igual o inferior a 3,0 dl/g, en la que la viscosidad intrínseca (VI) se determina según la norma DIN ISO 1628/1 (en decalina a 135°C), y

15 (b) elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) que tiene(n) un contenido en estireno en el intervalo del 5 a igual o inferior al 15% en peso,

en la que además la razón en peso de copolímero de propileno (A) y el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) [(A)/(B)] está en el intervalo de 9/1 a 3/2.

2. Composición de polímero según la reivindicación 1, en la que el copolímero de propileno (A)

20 (a) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR<sub>2</sub> (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de más de 2,5 a inferior a 5,0 g/10 min, y/o

(b) satisface la inecuación (I)

$$0,3 \leq \frac{Co \text{ (total)}}{Co \text{ (XCS)}} \leq 0,7$$

en la que Co (total) es el contenido en comonomero [% en peso] del copolímero de propileno (A),

25 Co (XCS) es el contenido en comonomero [% en peso] de la fracción soluble en xileno frío (XCS) del copolímero de propileno (A),

y/o

(c) satisface la inecuación (II)

$$\frac{Co \text{ (total)}}{Co \text{ (XCS)}} \leq 0,30$$

30 en la que

Co (total) es el contenido en comonomero [% en peso] del copolímero de propileno (A),

XCS es el contenido de la fracción soluble en xileno frío (XCS) [% en peso] del copolímero de propileno (A).

3. Composición de polímero según la reivindicación 1 ó 2, en la que la fracción insoluble en xileno frío (XCI) del

copolímero de propileno (A) tiene un contenido en comonomero en el intervalo del 1,5 al 6,0% en peso.

4. Composición de polímero según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero de propileno (A) es un copolímero de propileno heterofásico (RAHECO) que comprende una matriz (M) y copolímero elastomérico de propileno (E) disperso en dicha matriz (M), en el que dicha matriz (M) es un copolímero de propileno al azar (R-PP).

5 5. Composición de polímero según la reivindicación 4, en la que

(a) la razón en peso entre la matriz (M) y el copolímero elastomérico de propileno (E) es de 50/50 a 90/10, y/o

(b) el contenido en comonomero del copolímero de propileno al azar (R-PP) está en el intervalo del 3,0 al 12,0% en peso, y/o

10 (c) el copolímero de propileno al azar (R-PP) tiene una fracción soluble en xileno frío (XCS) en el intervalo del 5,0 al 50,0% en peso.

6. Composición de polímero según la reivindicación 4 ó 5, en la que el copolímero elastomérico de propileno (E) tiene un contenido en comonomero en el intervalo del 14,0 al 35,0% en peso.

15 7. Composición de polímero según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) es(son) (un) copolímero(s) de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o (un) caucho(s) de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2).

8. Composición de polímero según una de las reivindicaciones anteriores, en la que la composición de polímero comprende como elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) solo (un) copolímero(s) de bloque de estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS) (B-1) y/o (un) caucho(s) de bloque de estireno hidrogenado-vinilisopreno (SIS) (B-2).

20 9. Composición de polímero según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el elastómero basado en compuesto estirénico (B) tiene una velocidad de flujo del fundido  $MFR_2$  (230°C) inferior a 10,0 g/10 min.

10. Composición de polímero según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el/los elastómero(s) basado(s) en compuesto estirénico (B) tiene(n) una densidad inferior a 0,905 g/m<sup>3</sup>.

11. Película, que comprende la composición de polímero según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

25 12. Recipiente, que comprende la película según la reivindicación 11 y/o la composición de polímero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

13. Recipiente según la reivindicación 12 o película según la reivindicación 11, en el que el recipiente o la película se ha sometido a un tratamiento de esterilización.