

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 437**

51 Int. Cl.:

C08F 8/06 (2006.01)

C08L 23/10 (2006.01)

C08L 23/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2013 E 13170587 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2810961**

54 Título: **Producción en una etapa de una composición de polipropileno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PROCKSCHI, HERMANN;
KLIMKE, KATJA y
BRAUN, HERMANN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 574 437 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

Producción en una etapa de una composición de polipropileno

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), a una composición de polipropileno así como a una película que comprende la composición de polipropileno.

10 Se conocen en general en la técnica composiciones de polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP). El documento EP 0 879 830, presentado por Borealis en 1997, describe los principios básicos del procedimiento tras reactor de alta resistencia del fundido (HMS) de Borealis en el que se usan peróxido y butadieno para realizar materiales de polipropileno ramificado de cadena larga (LCB-PP). Esta patente cubre un amplio intervalo de tamaños de partícula y velocidades de flujo del fundido (MFR) de polvo.

15 Uno de los mayores retos dentro de las calidades de recubrimiento por extrusión de HMS basadas en composiciones de polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) disponibles comercialmente, tales como la calidad WF420HMS, es su producción con coste y tiempo bastante altos junto con la calidad de película variable. Esto se debe a que las calidades de recubrimiento disponibles comercialmente, normalmente se producen en un procedimiento de dos etapas. En una primera etapa, se prepara una composición de polipropileno en una línea de HMS y en una segunda etapa, entonces se reduce la viscosidad del producto obtenido para aumentar la velocidad de flujo del fundido (MFR). El aumento de velocidad de flujo del fundido (MFR) se requiere para disminuir el índice de gelificación OCS y para obtener una MFR adecuada para el recubrimiento por extrusión.

20 Sigue habiendo una necesidad en la técnica de un procedimiento que lleve menos tiempo y de menor coste para producir composiciones de polipropileno, como polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), de propiedades fiables y/o mejoradas.

25 Por consiguiente, el objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento que permita que un experto produzca una composición de polipropileno y una película realizada de dicha composición de polipropileno que tengan mejor calidad de película de una manera rentable en cuanto a coste y tiempo en comparación con la calidad de recubrimiento respectiva comercialmente disponible.

30 Los presentes inventores han encontrado ahora sorprendentemente que puede producirse una composición de polipropileno que tiene propiedades específicas tales como una velocidad de flujo del fundido MFR_2 deseada ($230^{\circ}C$) a resistencia del fundido F_{30} y extensibilidad del fundido v_{30} altas, en un procedimiento de una sola etapa sin implementar una etapa de reducción de viscosidad posterior. Además, se encontró que la composición de polipropileno obtenida y las películas realizadas a partir de la misma proporcionan calidades de película mejores expresadas por un bajo índice de gelificación OCS en comparación con la calidad de recubrimiento respectiva disponible comercialmente.

Por tanto, la presente invención se refiere a un procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), comprendiendo el procedimiento las etapas de:

35 a) proporcionar un polipropileno (PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 ($230^{\circ}C$) de más de 1,0 g/10 min;

b) proporcionar un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente,

c) proporcionar monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente,

40 d) proporcionar un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 ($230^{\circ}C$) de 10,0 a 50,0 g/10 min,

45 e) hacer reaccionar el polipropileno (PP) de la etapa a) con el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) obteniendo así el polipropileno ramificado (b-PP), y

f) hacer reaccionar el polipropileno ramificado (b-PP) obtenido en la etapa e) con el polipropileno lineal (l-PP) de la etapa d),

en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n)

- i) una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min,
- ii) una resistencia del fundido F₃₀ de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de más de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.

La presente invención proporciona además una composición de polipropileno que comprende

- 5 (a) de 95,0 a 99,0 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y
- (b) de 1,0 a 5,0 partes en peso de un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 10,0 a 50,0 g/10 min, preferiblemente de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min;

en la que la composición de polipropileno tiene

- 10 - una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 18,0 hasta 35,0 g/10 min y
- un índice de gelificación OCS de menos de 2.500; y

- 15 en la que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n) una resistencia del fundido F₃₀ de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de más de 200 mm/s, en la que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.

Se prefiere que la composición de polipropileno comprenda

- (a) de 95,0 a 99,0 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y
- (b) de 1,0 a 5,0 partes en peso de un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min;

- 20 en la que la composición de polipropileno tiene

- una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min y
- un índice de gelificación OCS de menos de 2.000;

- 25 y en la que además la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n) una resistencia del fundido F₃₀ de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de desde 240 hasta 300 mm/s, en la que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.

- 30 Se prefiere además que la composición de polipropileno comprenda al menos un aditivo (A) seleccionado del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores de metal, estabilizadores frente a UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, eliminadores de ácido, agentes de expansión, agentes de adherencia, lubricantes, agentes de nucleación, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

La presente invención todavía proporciona además una película que comprende la composición de polipropileno.

Según una realización de la presente invención, el polipropileno (PP) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 1,0 hasta 18,0 g/10 min y preferiblemente en el intervalo de desde 1,0 hasta 15,0 g/10 min.

- 35 Según otra realización de la presente invención, el polipropileno (PP) (a) es un polipropileno lineal (l-PP'); y/o (b) es un polipropileno lineal (l-PP') que tiene una resistencia del fundido F₃₀ de más de 1,0 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ por debajo de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.

- 40 Según aún otra realización de la presente invención, (a) el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) es un peróxido y/o (b) el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) se selecciona(n) del grupo que consiste en compuestos de divinilo, compuestos de alilo y dienos.

Según una realización de la presente invención, (a) el polipropileno lineal (I-PP) de la etapa d) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min y preferiblemente de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min, y/o (b) el polipropileno lineal (I-PP) de la etapa d) comprende al menos un aditivo (A), preferiblemente dos aditivos (A), seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores de metal, estabilizadores frente a UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, eliminadores de ácido, agentes de expansión, agentes de adherencia, lubricantes, agentes de nucleación, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos, y/o (c) el polipropileno ramificado (b-PP) obtenido en la etapa e) está libre de aditivos (A).

Según otra realización de la presente invención, las etapas e) y f) se llevan a cabo en una prensa extrusora, comprendiendo dicha prensa extrusora en el sentido de funcionamiento una primera zona de mezclado (MZ1) y una segunda zona de mezclado (MZ2), en las que además la etapa e) tiene lugar en la primera zona de mezclado (MZ1) mientras que la etapa f) tiene lugar en la segunda zona de mezclado (MZ2).

Según aún otra realización de la presente invención, la prensa extrusora comprende en el sentido de funcionamiento un cuello de alimentación (FT), la primera zona de mezclado (MZ1), la segunda zona de mezclado (MZ2) y una boquilla (D), en la que entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2) se ubica un cuello de alimentación lateral (SFT), en la que además el polipropileno (PP) de la etapa a), el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) se alimentan a través del cuello de alimentación (FT) y el polipropileno lineal (I-PP) de la etapa d) se alimenta a través del cuello de alimentación lateral (SFT).

Según una realización de la presente invención, no más del 10,0% en peso de la cantidad total del polipropileno ramificado (b-PP) de la composición de polipropileno se produce en la segunda zona de mezclado (MZ2).

Según otra realización de la presente invención, de 1,0 a 6,0 partes en peso del polipropileno lineal (I-PP) se añaden a de 94,0 a 99,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente en las que de 1,0 a 3,0 partes en peso del polipropileno lineal (I-PP) se añaden a de 97,0 a 99,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), más preferiblemente en las que 2,0 partes en peso del polipropileno lineal (I-PP) se añaden a 98,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP).

Según aún otra realización de la presente invención, la composición de polipropileno resultante y/o el polipropileno ramificado (b-PP) (a) tiene(n) una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 30,0 g/10 min y/o (b) tiene(n) una resistencia del fundido F₃₀ de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de desde 240 hasta 300 mm/s, en la que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005; y/o (c) tiene(n) un índice de gelificación OCS de menos de 2.500 y preferiblemente de menos de 2.000.

Según una realización de la presente invención, la composición de polipropileno resultante se prepara en un procedimiento de una sola etapa.

En lo que sigue, se describe la invención en más detalle.

En primer lugar se describen los componentes individuales proporcionados en la presente invención, es decir el polipropileno ramificado (b-PP), el polipropileno (PP), el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente, el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente, el polipropileno lineal (I-PP) y los aditivos (A) opcionales, así como la composición de polipropileno. Posteriormente se describen en más detalle las etapas de procedimiento e) y f) así como la película inventiva. Sin embargo, cualquier información o cualquier realización preferida proporcionada para los componentes individuales o la composición de polipropileno también es aplicable para el procedimiento y la película inventivos, si se hace referencia a los componentes individuales y a la composición de polipropileno, respectivamente.

El principal componente para la composición de polipropileno que va a proporcionarse según la invención es un polipropileno ramificado (b-PP). Un polipropileno ramificado difiere de un polipropileno lineal en que la estructura principal de polipropileno cubre las cadenas laterales mientras que un polipropileno no ramificado, es decir un polipropileno lineal, no cubre las cadenas laterales. Las cadenas laterales tienen un impacto significativo sobre la reología del polipropileno. Por consiguiente, los polipropilenos lineales y los polipropilenos ramificados pueden distinguirse claramente por su comportamiento de flujo bajo tensión.

La ramificación puede lograrse usando catalizadores específicos, es decir catalizadores de sitio único específicos, o mediante modificación química. En cuanto a la preparación de un polipropileno ramificado obtenido mediante el uso de un catalizador específico, se hace referencia al documento EP 1 892 264. Con respecto a un polipropileno ramificado obtenido mediante modificación química se hace referencia al documento EP 0 879 830 A1. En tal caso,

el polipropileno ramificado también se denomina polipropileno de alta resistencia del fundido. Preferiblemente, el polipropileno ramificado (b-PP) de la presente invención se obtiene mediante modificación química tal como se describe en más detalle a continuación y por tanto es un polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

5 Por tanto, un requisito de la presente invención es que el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tenga una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

10 Por ejemplo, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tiene una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s. Preferiblemente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tiene una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s. La resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

15 Normalmente la presente composición de polipropileno tiene también una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, preferiblemente tiene una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s. Por ejemplo, la presente composición de polipropileno tiene una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s. La resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

20 Con el fin de proporcionar una MFR suficiente para recubrimiento por extrusión, un requisito adicional de la presente invención es que el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tenga una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min. Por ejemplo, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 30,0 g/10 min. Preferiblemente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 25,0 g/10 min.

25 Por tanto, también se prefiere que la presente composición de polipropileno también tenga una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min. Por ejemplo, la presente composición de polipropileno tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 30,0 g/10 min. Alternativamente, la presente composición de polipropileno tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 25,0 g/10 min.

30 Por tanto, se requiere que el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tenga

a) una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005, y

40 b) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min.

Se prefiere que el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tenga

45 a) una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005,

y

b) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 30,0 g/10 min.

Alternativamente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), como componente principal de la composición de polipropileno tiene

50 a) una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240

hasta 300 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005,

y

b) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 25,0 g/10 min.

- 5 Además, se prefiere que dicho polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), tenga un índice de gelificación OCS de menos de 2.500. Preferiblemente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), tiene un índice de gelificación OCS de menos de 2.000. Por ejemplo, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), tiene un índice de gelificación OCS de desde 500 hasta 2.000.

Por tanto, se prefiere que la presente composición de polipropileno también tenga un índice de gelificación OCS de menos de 2.500. Por ejemplo, la presente composición de polipropileno tiene un índice de gelificación OCS de menos de 2.000. Alternativamente, la presente composición de polipropileno tiene un índice de gelificación OCS de desde 500 hasta 2.000.

- 15 Por tanto, en una realización específica, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), tiene

- a) una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s y lo más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005,

y

b) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min preferiblemente de desde 19,0 hasta 30,0 g/10 min y lo más preferiblemente de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min,

- 25 y

c) un índice de gelificación OCS de menos de 2.500, preferiblemente de menos de 2.000 y lo más preferiblemente de desde 500 hasta 2.000.

Por consiguiente, la presente composición de polipropileno tiene también preferiblemente

- 30 a) una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s y lo más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en la que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005,

y

- 35 b) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min, preferiblemente de desde 19,0 hasta 30,0 g/10 min y lo más preferiblemente de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min,

y

c) un índice de gelificación OCS de menos de 2.500, preferiblemente de menos de 2.000 y lo más preferiblemente de desde 500 hasta 2.000.

- 40 Preferiblemente, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), tiene un punto de fusión de al menos 130°C, más preferiblemente de al menos 135°C y lo más preferiblemente de al menos 140°C. La temperatura de cristalización es preferiblemente de al menos 120°C.

- 45 Además, el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), puede ser un copolímero de propileno al azar ramificado (b-R-PP), preferiblemente un copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (RHMS-PP) o un homopolímero de propileno ramificado (b-H-PP),

preferiblemente un homopolímero de propileno de alta resistencia del fundido (H-HMS-PP), prefiriéndose este último.

Para el fin de la presente invención, la expresión "homopolímero de propileno" se refiere a un polipropileno que consiste sustancialmente, es decir en al menos el 97% en moles, preferiblemente en al menos el 98% en moles, más preferiblemente en al menos el 99% en moles, lo más preferiblemente en al menos el 99,8% en moles de unidades de propileno. En una realización preferida, sólo pueden detectarse unidades de propileno en el homopolímero de propileno.

En el caso del polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), es un copolímero de propileno al azar ramificado (b-R-PP), preferiblemente un copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP), comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas de C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas de C_4 a C_{10} , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente el copolímero de propileno al azar ramificado (b-R-PP), preferiblemente el copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP), 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 al azar ramificado (b-R-PP), preferiblemente el copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP), comprende (además de propileno) unidades que pueden derivarse de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida, el copolímero de propileno al azar ramificado (b-R-PP), preferiblemente el copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP), comprende unidades que pueden derivarse de etileno y propileno únicamente. El contenido en comonómeros en el copolímero de propileno al azar ramificado (b-R-PP), preferiblemente en el copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP), está preferiblemente en el intervalo de más del 0,2 al 10,0% en moles, todavía más preferiblemente en el intervalo de más del 0,5 al 7,0% en moles.

A este respecto, ha de mencionarse que el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) que es o bien un homopolímero de propileno de alta resistencia del fundido (H-HMS-PP) o bien un copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP) puede comprender monómeros insaturados adicionalmente diferentes de los comonómeros definidos para el copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP). En otras palabras, el homopolímero de propileno de alta resistencia del fundido (H-HMS-PP) o el copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP) puede comprender monómeros insaturados introducidos mediante modificación química, como monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente tal como se define en detalle a continuación, que son diferentes de propileno, etileno y otras α -olefinas de C_4 a C_{12} . Por consiguiente, la definición de homopolímero y copolímero en vista del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) se refiere realmente al polipropileno no modificado usado para obtener el polipropileno de resistencia del fundido (HMS-PP) mediante modificación química tal como se define en detalle a continuación.

Tal como se ha mencionado, el polipropileno ramificado (b-PP), cuando se usa en forma de un polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) es un polipropileno modificado químicamente. Por consiguiente, el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) puede definirse adicionalmente por la manera en que se obtiene. El polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) es preferiblemente el resultado de tratar un polipropileno no modificado con agentes de formación de radicales que se descomponen térmicamente y/o con radiación ionizante. Sin embargo, en tal caso, existe un alto riesgo de que el polipropileno no modificado se degrade, lo que es perjudicial. Por tanto, se prefiere que la modificación se lleve a cabo mediante el uso de monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente como unidad(es) en puente unida(s) químicamente. Un método adecuado para obtener un polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) se da a conocer por ejemplo en los documentos EP 0 787 750, EP 0 879 830 A1 y EP 0 890 612 A2. Todos los documentos se incluyen en el presente documento como referencia. De ese modo, la cantidad de peróxido está preferiblemente en el intervalo del 0,05 al 3,00% en peso basándose en el polipropileno no modificado.

Por consiguiente, en una realización preferida, el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) comprende

(a) si es un homopolímero de propileno de alta resistencia del fundido (H-HMS-PP) unidades derivadas de

(i) propileno y

(ii) monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente,

o

(b) si es un copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP) unidades derivadas de

(i) propileno (ii)

etileno y/o α -olefinas de C₄ a C₁₀, por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno, preferiblemente etileno, y

(iii) monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s),

5 El polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), puede contener más de un monómero insaturado bifuncionalmente y/o polímero de bajo peso molecular insaturado multifuncionalmente. Incluso de manera más preferida, la cantidad de monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente juntos en el polipropileno ramificado (b-PP), es decir en el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), es del 0,01 al 10,0% en peso basado en dicho polipropileno ramificado (b-PP), es decir basado en dicho polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

10 En una realización preferida, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), está libre de aditivos (A). Por consiguiente, en caso de que la presente composición de polipropileno comprenda aditivos (A), estos aditivos (A) no se incorporan en la composición de polipropileno durante la fabricación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

15 Según la etapa a) del presente procedimiento, se proporciona un polipropileno (PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) de más de 1,0 g/10 min.

20 Tal como se ha mencionado anteriormente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), es un polipropileno modificado, que se obtiene haciendo reaccionar el polipropileno (PP) con un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente y con monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o con polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) así como un polipropileno lineal (l-PP).

25 El aspecto esencial de la invención es que debe usarse un polipropileno no modificado específico (PP) en la presente invención para la fabricación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), y por tanto para la fabricación de la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP), es decir que comprende el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).
 30 Un hallazgo particular es que el polipropileno (PP), preferiblemente un polipropileno lineal (l-PP'), debe tener un peso molecular bastante bajo y por tanto una velocidad de flujo del fundido bastante alta. Por consiguiente, se requiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), tenga una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de más de 1,0 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de desde 1,0 hasta 18,0 g/10 min, como en el intervalo de desde 1,0 hasta 15,0 g/10 min. Por ejemplo, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 1,5 hasta 15,0 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de desde 2,0 hasta 15,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de desde 3,0 hasta 13,0 g/10 min y lo más preferiblemente en el intervalo de desde 3,0 hasta 10,0 g/10 min.

35 El polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), difiere del polipropileno (PP) que se usa para su fabricación en que la estructura principal del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), cubre las cadenas laterales mientras que el producto de partida, es decir el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), no cubre o casi no cubre las cadenas laterales. Las cadenas laterales tienen un impacto significativo sobre la reología del polipropileno. Por consiguiente, el producto de partida, es decir el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'),
 40 y el polipropileno ramificado (b-PP) obtenido, es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), pueden distinguirse claramente por su comportamiento de flujo bajo tensión.

45 Además, tal como ya se ha mencionado anteriormente el polipropileno (PP) es preferiblemente un polipropileno lineal (l-PP'). Se aplican las mismas consideraciones al polipropileno lineal (l-PP) tal como se comenta en detalle a continuación. Por consiguiente, a lo largo de la presente invención, el término "polipropileno lineal" indica que el polipropileno lineal, no muestra o casi no muestra estructura de ramificación. Debido a la ausencia de ramificaciones, los polipropilenos lineales, es decir el polipropileno lineal (l-PP) y el polipropileno lineal (l-PP'), se caracterizan preferiblemente por una baja extensibilidad del fundido v_{30} y/o una baja resistencia del fundido F₃₀.

Por tanto, se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), tenga

50 (a) una resistencia del fundido F₃₀ de más de 1,0 cN, preferiblemente de más de 2,0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 65,0 cN, todavía más preferiblemente en el intervalo de 1,5 a 50,0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 2,0 a 50,0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 50,0 cN como en el intervalo de 2,5 a 30 cN;

y

(b) una extensibilidad del fundido v_{30} de menos de 200 mm/s, preferiblemente de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, todavía más preferiblemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, aún más preferiblemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

5 En otras palabras, se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), tenga una resistencia del fundido F_{30} de más de 1,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de menos de 200 mm/s, preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de más de 2,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 1,0 a 65,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, aún más preferiblemente una
10 resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 2,0 a 50,0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 2,5 a 50,0 cN y en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 2,5 a 30,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 125 a 170 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

15 Por consiguiente, en una realización específica, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), tiene

(a) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de más de 1,0 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de desde 1,0 hasta 18,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de desde 1,0 hasta 15,0 g/10 min, todavía más preferiblemente en el intervalo de desde 1,5 hasta 15,0 g/10 min, aún más
20 preferiblemente en el intervalo de desde 2,0 hasta 15,0 g/10 min, incluso más preferiblemente en el intervalo de desde 3,0 hasta 13,0 g/10 min y lo más preferiblemente en el intervalo de desde 3,0 hasta 10,0 g/10 min; y

(b) una resistencia del fundido F_{30} de más de 1,0 cN, preferiblemente de más de 2,0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 65,0 cN, todavía más preferiblemente en el intervalo de 1,5 a 50,0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 2,0 a 50,0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 50,0 cN como en el intervalo
25 de 2,5 a 30 cN; y

(c) una extensibilidad del fundido v_{30} de menos de 200 mm/s, preferiblemente de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, todavía más preferiblemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, aún más preferiblemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

30 Por tanto, en una realización específica el polipropileno (PP) es un polipropileno lineal (I-PP') que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) de más de 1,0 g/10 min, una resistencia del fundido F_{30} de más de 1,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de menos de 200 mm/s, preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 1,0 hasta 18,0 g/10 min, una resistencia del fundido F_{30} de más de 2,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente una velocidad de flujo del
35 del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 1,0 hasta 15,0 g/10 min, una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 1,0 a 65 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, aún más preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 1,5 hasta 15,0 g/10 min una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 1,5 a 50 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 2,0 hasta 15,0 g/10
40 min, una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 2,0 a 50 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 3,0 hasta 13,0 g/10 min, una resistencia del fundido F_{30} en el intervalo de 2,5 a 50 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 120 a 175 mm/s. Por ejemplo, el polipropileno (PP) es un polipropileno lineal (I-PP') que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 3,0 hasta 10,0 g/10 min una resistencia del
45 fundido F_{30} en el intervalo de 2,5 a 30 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 125 a 170 mm/s.

Preferiblemente, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), tiene un punto de fusión de al menos 140°C, más preferiblemente de al menos 150°C y todavía más preferiblemente de al menos 158°C. Por ejemplo, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), tiene un punto de fusión en el intervalo de desde 140°C hasta 180°C, más preferiblemente en el intervalo de desde 150°C hasta 170°C y lo más
50 preferiblemente en el intervalo de desde 158°C hasta 165°C.

Adicional o alternativamente, se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), se use en forma de partículas de tamaño específico. Por consiguiente, se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), tenga

(a) una distribución de tamaño de partícula d_{90} de menos de 1.500 μm ; más preferiblemente de por debajo de
55 1.000 μm , todavía más preferiblemente en el intervalo de 50 a por debajo de 1.000 μm , aún más preferiblemente en

el intervalo de 100 a 800 μm , como en el intervalo de 150 a 600 μm ; y/o

(b) una distribución de tamaño de partícula d_{50} de por debajo de 1.000 μm ; más preferiblemente de por debajo de 800 μm , todavía más preferiblemente en el intervalo de 30 a por debajo de 1.000 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 50 a 600 μm , como en el intervalo de 100 a 500 μm ; y/o

- 5 (c) una razón d_{90}/d_{50} de por debajo de 1,80, más preferiblemente de por debajo de 1,75, todavía más preferiblemente de por debajo de 1,50, aún más preferiblemente en el intervalo de 1,00 a 1,75, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 1,10 a 1,50.

10 El polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), puede producirse de manera conocida por ejemplo empleado un catalizador de sitio único o de Ziegler Natta. El polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), es un homopolímero de propileno (H-PP'), preferiblemente un homopolímero de propileno lineal (l-H-PP'), o un copolímero de propileno (R-PP'), preferiblemente un copolímero de propileno lineal (l-R-PP'). Por ejemplo, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), es un homopolímero de propileno (H-PP'). En cuanto al contenido en comonómeros y el tipo de comonómero se hace referencia a la información proporcionada anteriormente para el polipropileno ramificado (b-PP), especialmente se hace referencia al copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP). Preferiblemente, el polipropileno (PP) es un polipropileno lineal (l-PP'). Todavía más preferiblemente, el polipropileno (PP) es un homopolímero de propileno lineal (l-H-PP'). Por consiguiente toda la información proporcionada con respecto a velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C), punto de fusión, resistencia del fundido F₃₀, extensibilidad del fundido v₃₀, y tamaño de partícula y distribución de tamaño de partícula, respectivamente, se aplica especialmente para el polipropileno lineal (l-PP') y el homopolímero de propileno lineal (l-H-PP').

20 En una realización preferida, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), está libre de aditivos (A). Por consiguiente, en caso de que la presente composición de polipropileno comprenda aditivos (A), estos aditivos (A) no se incorporan en la composición de polipropileno durante la fabricación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

- 25 Según la etapa b) del presente procedimiento, se proporciona un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente.

30 La reacción del/de los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente con el polipropileno no modificado (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), se realiza en presencia de un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente, como un peróxido que puede descomponerse térmicamente y/o radiación ionizante o radiación de microondas.

Los peróxidos son agentes de formación de radicales libres que se descomponen térmicamente preferidos. Más preferiblemente, el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente se selecciona del grupo que consiste en peróxido de acilo, peróxido de alquilo, hidroperóxido, peréster y peroxicarbonato.

En particular se prefieren los siguientes peróxidos enumerados:

- 35 Peróxidos de acilo: peróxido de benzoílo, peróxido de 4-clorobenzoílo, peróxido de 3-metoxibenzoílo y/o peróxido de metilbenzoílo.

40 Peróxidos de alquilo: peróxido de alil-t-butilo, 2,2-bis(t-butilperoxibutano), 1,1-bis(t-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, 4,4-bis(t-butilperoxi)valerato de n-butilo, peróxido de diisopropilaminometil-t-amilo, peróxido de dimetilaminometil-t-amilo, peróxido de dietilaminometil-t-butilo, peróxido de dimetilaminometil-t-butilo, 1,1-di-(t-amilperoxi)ciclohexano, peróxido de t-amilo, peróxido de t-butilcumilo, peróxido de t-butilo y/o peróxido de 1-hidroxibutil-n-butilo.

45 Perésteres y peroxicarbonatos: peracetato de butilo, peracetato de cumilo, perpropionato de cumilo, peracetato de ciclohexilo, peradipato de di-t-butilo, peracelato de di-t-butilo, perglutarato de di-t-butilo, perftalato de di-t-butilo, persebacato de di-t-butilo, perpropionato de 4-nitrocumilo, perbenzoato de 1-feniletilo, nitro-perbenzoato de feniletilo, percarboxilato de t-butilbicyclo-(2,2,1)heptano, 4-carbometoxiperbutirato de t-butilo, percarboxilato de t-butilciclobutano, peroxicarboxilato de t-butilciclohexilo, percarboxilato de t-butilciclopentilo, percarboxilato de t-butilciclopropano, percinamato de t-butildimetilo, perbenzoato de t-butil-2-(2,2-difenilvinilo), perbenzoato de t-butil-4-metoxilo, perbenzoato de t-butilo, t-butilcarboxiciclohexano, pernaptoato de t-butilo, peroxiisopropilcarbonato de t-butilo, pertoluato de t-butilo, percarboxilato de t-butil-1-fenilciclopropilo, 2-propilperpenten-2-oato de t-butilo, percarboxilato de t-butil-1-metilciclopropilo, peracetato de t-butil-4-nitrofenilo, peroxicarbamato de t-butilnitrofenilo, percarboxilato de t-butil-N-succinimido, percrotonato de t-butilo, ácido t-butilpermaleico, permetacrilato de t-butilo, peroctoato de t-butilo, peroxiisopropilcarbonato de t-butilo, perosobutirato de t-butilo, peracrilato de t-butilo y/o perpropionato de t-butilo.

También se contemplan mezclas de estos agentes de formación de radicales libres enumerados anteriormente.

Según la etapa c) del presente procedimiento se proporcionan monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente.

5 “Insaturado bifuncionalmente o insaturado multifuncionalmente” tal como se usa en la presente solicitud significa preferiblemente la presencia de dos o más dobles enlaces no aromáticos, como por ejemplo en divinilbenceno o ciclopentadieno o polibutadieno. Sólo se usan tales compuestos insaturados bi o multifuncionalmente que pueden polimerizarse preferiblemente con la ayuda de radicales ácidos. Los sitios insaturados en los compuestos insaturados bi o multifuncionalmente, en su estado unido químicamente, no están realmente “insaturados”, porque los dobles enlaces se usan cada uno para una unión covalente a las cadenas de polímero del polipropileno no modificado.

10 La reacción del/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s), preferiblemente que tiene(n) un peso molecular promedio en número (M_n) ≤ 10000 g/mol, sintetizado(s) a partir de uno y/o más monómeros insaturados con el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), puede realizarse en presencia del agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente.

15 En una realización, el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente de la etapa c) se selecciona(n) del grupo que consiste en compuestos de divinilo, compuestos de alilo y dienos.

Por ejemplo, los monómeros insaturados bifuncionalmente pueden ser

- compuestos de divinilo, tales como divinilnilina, m-divinilbenceno, p-divinilbenceno, divinilpentano y divinilpropano;
- 20 - compuestos de alilo, tales como acrilato de alilo, metacrilato de alilo, maleato de alil-metilo y alil vinil éter;
- dienos, tales como 1,3-butadieno, cloropreno, ciclohexadieno, ciclopentadieno, 2,3-dimetilbutadieno, heptadieno, hexadieno, isopreno y 1,4-pentadieno;
- bis(maleimida)-bis-(citraconimida) aromática y/o alifática y mezclas de estos monómeros insaturados.

25 Monómeros insaturados bifuncionalmente especialmente preferidos son 1,3-butadieno, isopreno, dimetilbutadieno y divinilbenceno.

El polímero insaturado de bajo peso molecular, preferiblemente que tiene un peso molecular promedio en número (M_n) ≤ 10000 g/mol, puede sintetizarse a partir de uno o más monómeros insaturados.

Ejemplos de tales polímeros de bajo peso molecular son

- 30 - polibutadienos, especialmente donde las microestructuras diferentes en la cadena de polímero, es decir 1,4-cis, 1,4-trans y 1,2-(vinilo) están predominantemente en la configuración 1,2-(vinilo)
- copolímeros de butadieno y estireno que tienen 1,2-(vinilo) en la cadena de polímero.

Un polímero de bajo peso molecular preferido es polibutadieno, en particular un polibutadieno que tiene más del 50,0% en peso del butadieno en la configuración 1,2-(vinilo).

35 El polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), puede contener más de un monómero insaturado bifuncionalmente y/o polímero de bajo peso molecular insaturado multifuncionalmente. De manera incluso más preferida, la cantidad de monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) juntos en el polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), es de desde el 0,01 hasta el 10,0% en peso, basado en dicho polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

40 Según la etapa d) del presente procedimiento se proporciona un polipropileno lineal (I-PP).

45 Durante la preparación de la presente composición de polipropileno se añade un polipropileno lineal (I-PP). Un hallazgo específico de la presente invención es que la introducción del polipropileno lineal (I-PP) es decisiva para preparar la composición específica de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP) en un procedimiento de una sola etapa, es decir sin una etapa de procedimiento posterior en la que se reduce adicionalmente la viscosidad del producto obtenido para recibir una composición de polipropileno y/o el polipropileno

5 ramificado (b-PP) que tiene la velocidad de flujo del fundido MFR_2 deseada (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 18,0 hasta 35,0 g/10 min. Este polipropileno lineal (l-PP) se usa además preferiblemente para incorporar aditivos (A) en la presente composición de polipropileno. Un hallazgo adicional de la presente invención es que se logran resultados especialmente buenos en vista de las propiedades ópticas, es decir en términos de bajo índice de gelificación OCS, por la presente composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) si los aditivos (A) se incorporan mediante el uso de un portador de polipropileno específico. Por consiguiente, en una realización preferida, los aditivos (A) se introducen en la presente composición de polipropileno en forma de una mezcla con aditivo (AM), en los que dicha mezcla con aditivo comprende, preferiblemente consiste en el polipropileno lineal (l-PP) y los aditivos (A).

10 Se prefiere que el polipropileno lineal (l-PP) debe tener un peso molecular bastante bajo y por tanto una velocidad de flujo del fundido bastante alta. Por consiguiente, se requiere que el polipropileno lineal (l-PP) tenga una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 10,0 hasta 50,0 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min, como en el intervalo de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min. Por ejemplo, el polipropileno lineal (l-PP) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 28,0 hasta 38,0 g/10 min preferiblemente en el intervalo de desde 30,0 hasta 38,0 g/10 min y lo más preferiblemente en el intervalo de desde 32,0 hasta 38,0 g/10 min.

Preferiblemente, el polipropileno lineal (l-PP) tiene un punto de fusión de al menos 140°C, más preferiblemente de al menos 150°C, todavía más preferiblemente de al menos 160°C y lo más preferiblemente de al menos 170°C.

20 Además, tal como se ha mencionado anteriormente, el polipropileno lineal (l-PP) no muestra o casi no muestra estructura de ramificación. Debido a la ausencia de ramificaciones, el polipropileno lineal (l-PP) se caracteriza preferiblemente por una baja extensibilidad del fundido v_{30} y/o una baja resistencia del fundido F_{30} .

25 Por tanto, se prefiere que el polipropileno lineal (l-PP) tenga una extensibilidad del fundido v_{30} de por debajo de 200 mm/s, preferiblemente de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, todavía más preferiblemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, aún más preferiblemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s.

Por consiguiente, en una realización específica, el polipropileno lineal (l-PP) tiene

30 (a) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 10,0 hasta 50,0 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min, como en el intervalo de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de desde 28,0 hasta 38,0 g/10 min, todavía más preferiblemente en el intervalo de desde 30,0 hasta 38,0 g/10 min, aún más preferiblemente en el intervalo de desde 32,0 hasta 38,0 g/10 min; y

(b) una extensibilidad del fundido v_{30} de por debajo de 200 mm/s, preferiblemente de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, todavía más preferiblemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, aún más preferiblemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s.

35 Por tanto, en una realización específica, el polipropileno lineal (l-PP) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 10,0 hasta 50,0 g/10 min y una extensibilidad del fundido v_{30} de menos de 200 mm/s, preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min y una extensibilidad del fundido v_{30} de por debajo de 190 mm/s, más preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) como en el intervalo de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 100 a por debajo de 200 mm/s, aún más preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 28,0 hasta 38,0 g/10 min y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 30,0 hasta 38,0 g/10 min y en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) en el intervalo de desde 32,0 hasta 38,0 g/10 min y una extensibilidad del fundido v_{30} en el intervalo de 125 a 170 mm/s.

45 En una realización de la presente invención, el polipropileno lineal (l-PP) tiene una resistencia del fundido F_{30} de más de 1,0 cN, preferiblemente de más de 2,0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 65 cN, todavía más preferiblemente en el intervalo de 1,5 a 50 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 2,0 a 50 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2,5 a 50 cN como en el intervalo de 2,5 a 30 cN.

50 El polipropileno lineal (l-PP) puede producirse de manera conocida por ejemplo empleado un catalizador de sitio único o de Ziegler Natta. El polipropileno lineal (l-PP) puede ser un homopolímero de propileno (H-PP), preferiblemente un homopolímero de propileno lineal (l-H-PP), o un copolímero de propileno (R-PP), preferiblemente un copolímero de propileno lineal (l-R-PP). En cuanto al contenido en comonómeros y el tipo de comonómero se hace referencia a la información proporcionada anteriormente para el polipropileno ramificado (b-PP), especialmente se hace referencia al copolímero de propileno al azar de alta resistencia del fundido (R-HMS-PP). Preferiblemente, el

polipropileno lineal (I-PP) es un homopolímero de propileno lineal (I-H-PP). Por consiguiente, toda la información proporcionada con respecto a velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C), punto de fusión, resistencia del fundido F₃₀, extensibilidad del fundido v₃₀ y tamaño de partícula y distribución de tamaño de partícula, respectivamente, se aplica especialmente para el homopolímero de propileno lineal (I-H-PP).

5 En una realización específica, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP) y el polipropileno lineal (I-PP) son homopolímeros de propileno lineales, es decir, un homopolímero de propileno lineal (I-H-PP) y un homopolímero de propileno lineal (I-H-PP'). Se prefiere que los homopolímeros de propileno lineales, es decir el homopolímero de propileno lineal (I-H-PP) y el homopolímero de propileno lineal (I-H-PP'), tengan propiedades diferentes, en particular en vista de la velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C).

10 Tal como se ha mencionado anteriormente, el polipropileno lineal (I-PP) se usa como portador para introducir el al menos un aditivo (A) opcional en la composición de polipropileno. En otras palabras, se usa una mezcla con aditivo (AM) que comprende, preferiblemente que consiste en, el polipropileno lineal (I-PP) y el al menos un aditivo (A) en el presente procedimiento para la fabricación de la composición de polipropileno.

15 Por tanto se prefiere que el polipropileno lineal (I-PP) comprenda al menos un aditivo (A). Por ejemplo, el polipropileno lineal (I-PP) comprende dos o tres aditivos (A), como dos aditivos (A).

El al menos un aditivo (A) puede ser cualquier aditivo útil en el área técnica del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) y sus aplicaciones.

20 Por ejemplo, el al menos un aditivo (A) que va a usarse en el polipropileno lineal (I-PP) y por tanto en forma de la mezcla con aditivo (AM) incluye, pero no se limita a, estabilizadores tales como antioxidantes (por ejemplo fenoles impedidos estéricamente, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, eliminadores de radicales de alquilo, aminas aromáticas, estabilizadores de amina impedidos o combinaciones de los mismos), desactivadores de metal (por ejemplo Irganox MD 1024), o estabilizadores frente a UV (por ejemplo estabilizadores frente a la luz de amina impedidos). Otros aditivos típicos son modificadores tales como agentes antiestáticos o antiempañamiento (por ejemplo amidas y aminas etoxiladas, o ésteres de glicerol), eliminadores de ácido (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de expansión, agentes de adherencia (por ejemplo poliisobuteno), lubricantes y resinas (ceras ionoméricas, ceras de copolímero de etileno y PE, ceras de Fischer-Tropsch, ceras a base de Montana, compuestos a base de flúor o ceras de parafina), agentes de nucleación (por ejemplo talco, benzoatos, compuestos a base de fósforo, sorbitoles, compuestos a base de nonitol o compuestos a base de amida), así como agentes de deslizamiento y antibloqueo (por ejemplo erucamida, oleamida, sílice natural de talco y sílice sintética, o zeolitas).

25 Preferiblemente, el al menos un aditivo (A) se selecciona del grupo que consiste en antioxidantes (por ejemplo fenoles impedidos estéricamente, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, eliminadores de radicales alquilo, aminas aromáticas, estabilizadores de amina impedidos, o combinaciones de los mismos), desactivadores de metal (por ejemplo Irganox MD 1024), o estabilizadores frente a UV (por ejemplo estabilizadores frente a la luz de amina impedidos), agentes antiestáticos o antiempañamiento (por ejemplo amidas y aminas etoxiladas, o ésteres de glicerol), eliminadores de ácido (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de expansión, agentes de adherencia (por ejemplo poliisobuteno), lubricantes y resinas (ceras ionoméricas, ceras de copolímero de etileno y PE, ceras de Fischer-Tropsch, ceras a base de Montana, compuestos a base de flúor o ceras de parafina), agentes de nucleación (por ejemplo talco, benzoatos, compuestos a base de fósforo, sorbitoles, compuestos a base de nonitol o compuestos a base de amida), agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo (por ejemplo erucamida, oleamida, sílice natural de talco y sílice sintética, o zeolitas) y mezclas de los mismos.

30

35

40

Normalmente la cantidad total del al menos un aditivo (A) en la mezcla con aditivo (AM) no es más del 25,0% en peso, más preferiblemente no más del 20,0% en peso, como en el intervalo del 5,0 al 20,0% en peso basado en el peso total de la mezcla con aditivo (AM). Por ejemplo, la cantidad total del al menos un aditivo (A) en la mezcla con aditivo (AM) está en el intervalo del 10,0 al 20,0% en peso basado en el peso total de la mezcla con aditivo (AM).

45 Según la etapas e) y f) del presente procedimiento, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), de la etapa a) se hace reaccionar con el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o con polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) obteniendo así el polipropileno ramificado (b-PP) y, además, dicho polipropileno ramificado (b-PP) se hace reaccionar con el polipropileno lineal (I-PP) de la etapa d).

50 Un aspecto esencial de la presente invención es que la preparación de la presente composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), se lleva a cabo usando un polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) de más de 1,0 g/10 min, un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente, monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o con polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente y un polipropileno lineal (I-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) de 10,0 a 50,0 g/10 min.

55

Por consiguiente, la presente invención se refiere a un procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP), en el que el procedimiento comprende la etapa c) en que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), de la etapa a) se hace reaccionar con el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o con polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) obteniendo así el polipropileno ramificado (b-PP). El procedimiento comprende además la etapa f) en la que el polipropileno ramificado (b-PP) obtenido en la etapa e) se hace reaccionar con el polipropileno lineal (l-PP) de la etapa d) obteniendo así la composición de polipropileno. En cuanto a las definiciones y realizaciones preferidas del polipropileno ramificado (b-PP), el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente, el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente y el polipropileno lineal (l-PP), se hace referencia a la información proporcionada anteriormente.

Preferiblemente, el presente procedimiento es un procedimiento de una sola etapa, es decir no se requieren etapas de procedimiento adicionales posteriores a las etapas de procedimiento e) y f). En otras palabras, el presente procedimiento permite obtener una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 18,0 hasta 35,0 g/10 min sin implementar una etapa de reducción de viscosidad posterior.

Tal como se ha mencionado anteriormente, en la etapa e) el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), se obtiene tratando el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), con agentes de formación de radicales que se descomponen térmicamente. Sin embargo en tal caso, existe un alto riesgo de que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), se degrade, lo que es perjudicial. Por tanto, se prefiere que la modificación química se lleve a cabo mediante el uso adicional de monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente como unidad(es) en puente unida(s) químicamente. Un método adecuado para obtener el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), se da a conocer por ejemplo en los documentos EP 0 787 750, EP 0 879 830 A1 y EP 0 890 612 A2. Todos los documentos se incluyen en el presente documento como referencia. De ese modo, la cantidad de agentes de formación de radicales que se descomponen térmicamente, preferiblemente de peróxido, está preferiblemente en el intervalo del 0,05 al 3,00% en peso basado en la cantidad del polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'). Normalmente, los agentes de formación de radicales que se descomponen térmicamente se añaden junto con el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o con polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (l-PP').

Sin embargo, también es posible pero se prefiere menos, que primero se añada(n) el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (l-PP'), y posteriormente los agentes de formación de radicales que se descomponen térmicamente, o a la inversa, que primero se añadan los agentes de formación de radicales que se descomponen térmicamente al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (l-PP'), y posteriormente el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente.

Preferiblemente, la etapa f) se inicia cuando ha tenido lugar al menos el 70%, preferiblemente al menos el 80%, aún más preferiblemente al menos el 90%, como al menos el 95 o el 99%, de la reacción entre el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), y el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente para obtener el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

En una realización preferida, se usa una prensa extrusora, tal como una prensa extrusora de doble husillo para las etapas e) y f).

El uso de una prensa extrusora es particularmente ventajoso porque puede usarse simultáneamente para la preparación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), y para añadir el polipropileno lineal (l-PP) o para añadir la mezcla con aditivo (AM) a dicho polipropileno ramificado (b-PP). En una realización preferida, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (l-PP'), se añade a una prensa extrusora junto con (tal como se describió en detalle anteriormente) el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente, preferiblemente un peróxido, y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente, preferiblemente con monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente seleccionados de compuestos de divinilo, compuestos de alilo o dienos, para proporcionar el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), en la etapa e). También es posible usar una combinación de una prensa extrusora aguas abajo de un dispositivo de mezclador previo, en la que el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente y el agente de formación de radicales libres que se

descompone térmicamente se añaden al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (I-PP'), en el dispositivo de mezclado previo. Posteriormente, en una etapa f), el polipropileno lineal (I-PP) o la mezcla con aditivo (AM) basada en dicho polipropileno lineal (I-PP) que comprende el al menos un aditivo (A) se añade preferiblemente en el extremo aguas abajo del husillo de la prensa extrusora con el fin de interferir con la reacción de modificación para proporcionar polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), tal como se describió anteriormente. A este respecto, el término "extremo aguas abajo del husillo de la prensa extrusora" se entiende como dentro de al menos el 60% de la longitud del husillo de la prensa extrusora, preferiblemente dentro de al menos el 65% de la longitud del husillo de la prensa extrusora, más preferiblemente al menos el 70% de la longitud del husillo de la prensa extrusora, como al menos el 75% del husillo de la prensa extrusora.

La prensa extrusora (E) usada para el presente procedimiento preferiblemente comprende en el sentido de funcionamiento una primera zona de mezclado (MZ1) y una segunda zona de mezclado (MZ2). Por ejemplo, la prensa extrusora (E) usada para el presente procedimiento preferiblemente comprende un cuello de alimentación (FT), una primera zona de mezclado (MZ1), una segunda zona de mezclado (MZ2) y una boquilla (D), en la que entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2) se ubica un cuello de alimentación lateral (SFT). Se prefiere que la etapa de hacer reaccionar e) tenga lugar en la primera zona de mezclado (MZ1) mientras que la etapa de hacer reaccionar f) tenga lugar en la segunda zona de mezclado (MZ2) de la prensa extrusora.

Se prefiere además que no más del 10,0% en peso de la cantidad total del polipropileno ramificado (b-PP) de la composición de polipropileno se produzca en la segunda zona de mezclado (MZ2).

Preferiblemente, la prensa extrusora es una prensa extrusora de husillo, como una prensa extrusora de doble husillo. Por consiguiente, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente, preferiblemente un peróxido y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente, preferiblemente seleccionados de compuestos de divinilo, compuestos de alilo o dienos, pero no el polipropileno lineal (I-PP), y tampoco los aditivos (A), se alimentan a través del cuello de alimentación (FT), usando así preferiblemente un alimentador, al interior de la prensa extrusora y se hace(n) pasar posteriormente aguas abajo a través de la primera zona de mezclado (MZ1).

Preferiblemente, la tensión de corte en dicha primera zona de mezclado (MZ1) es de un grado tal que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (I-PP'), se funde y se inicia la reacción química con el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente. Tras la primera zona de mezclado (MZ1), es decir entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2), se añade el polipropileno lineal (I-PP) o la mezcla con aditivo (AM), es decir se alimenta al interior de la prensa extrusora. Preferiblemente, el polipropileno lineal (I-PP) o la mezcla con aditivo (AM) se añade a través del cuello de alimentación lateral (SFT), usando así preferiblemente un alimentador lateral. Posteriormente, todos los componentes de la composición de polipropileno, incluyendo el polipropileno lineal (I-PP) o la mezcla con aditivo (AM), se hacen pasar aguas abajo a través de la segunda zona de mezclado (MZ2). Finalmente, la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) se descarga a través de la boquilla (D).

Preferiblemente, la primera zona de mezclado (MD1) es más larga que la segunda zona de mezclado (MZ2). Preferiblemente, la razón de longitudes entre la primera zona de mezclado (MZ1) con respecto a la segunda zona de mezclado (MZ2) [mm (MZ1) / mm (MZ2)] es de al menos 2/1, más preferiblemente de 3/1, aún más preferiblemente en el intervalo de 2/1 a 15/1, todavía más preferiblemente de 3/1 a 10/1.

Se prefiere que se añadan de 1,0 a 6,0 partes en peso del polipropileno lineal (I-PP) a de 94,0 a 99,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), basado en el peso total de la composición de polipropileno. En una realización de la presente invención, se añadan de 1,0 a 3,0 partes en peso del polipropileno lineal (I-PP) a de 97,0 a 99,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), basado en el peso total de la composición de polipropileno. Por ejemplo, se añadan 2,0 partes en peso del polipropileno lineal (I-PP) a 98,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), basado en el peso total de la composición de polipropileno.

Tal como se ha mencionado anteriormente, gracias al presente procedimiento se obtiene una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), es decir un polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP). En una realización preferida, la presente composición de polipropileno comprende, preferiblemente consiste en, un polipropileno ramificado (b-PP), es decir un polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), un polipropileno (PP), preferiblemente un polipropileno lineal (I-PP'), un polipropileno lineal (I-PP) y opcionalmente al menos un aditivo (A).

El componente principal en la presente composición de polipropileno es el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP). Por consiguiente, la composición de polipropileno

comprende al menos el 70% en peso, más preferiblemente al menos el 75% en peso, aún más preferiblemente al menos el 80% en peso, todavía más preferiblemente al menos el 85% en peso, todavía aún más preferiblemente al menos el 90% en peso, como al menos el 95% en peso, del polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), basado en el peso total de la composición de polipropileno.

5 En una realización de la presente invención, la presente composición de polipropileno comprende

(a) de 80,0 a 99,0 partes en peso, preferiblemente de 90,0 a 99,0 partes en peso, más preferiblemente de 95,0 a 99,0 partes en peso, del polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP); y

10 (b) de 1,0 a 20,0 partes en peso, preferiblemente de 1,0 a 10,0 partes en peso, más preferiblemente de 1,0 a 5,0 partes en peso, del polipropileno lineal (l-PP), basado en el peso total de la composición de polipropileno.

15 En una realización preferida, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP) y el polipropileno lineal (l-PP), son los únicos componentes de polímero en la composición de polipropileno. En otras palabras, la composición de polipropileno puede comprender además al menos un aditivo (A) tal como se definió en más detalle anteriormente, pero no otros polímeros en una cantidad que supere el 5,0% en peso, más preferiblemente que supere el 2,0% en peso, todavía más preferiblemente, que supere el 1,0% en peso, basado en el peso total de la composición de polipropileno. En una realización específica de la presente invención, la composición de polipropileno consiste en el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), el polipropileno lineal (l-PP) y al menos un aditivo (A).

20 Preferiblemente, la cantidad total de aditivos (A) en la composición de polipropileno no es más del 5,0% en peso, más preferiblemente no más del 1,0% en peso, como en el intervalo del 0,005 al 0,5% en peso, basado en el peso total de la composición de polipropileno.

Por tanto, el presente procedimiento se refiere a la fabricación de una composición de polipropileno que comprende

25 (a) de 80,0 a 99,0 partes en peso, preferiblemente de 90,0 a 99,0 partes en peso, más preferiblemente de 95,0 a 99,0 partes en peso, del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP);

30 (b) de 1,0 a 20,0 partes en peso, preferiblemente de 1,0 a 10,0 partes en peso, más preferiblemente de 1,0 a 5,0 partes en peso, del polipropileno lineal (l-PP), que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 10,0 hasta 50,0 g/10 min, preferiblemente en el intervalo de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min, aún más preferiblemente en el intervalo de desde 28,0 hasta 38,0 g/10 min, como en el intervalo de desde 30,0 hasta 38,0 g/10 min o en el intervalo de desde 32,0 hasta 38,0 g/10 min; y

35 (c) opcionalmente de 0,005 a 5,0, preferiblemente de 0,005 a 2,0, más preferiblemente de 0,05 a 1,0, como de 0,05 a 0,5, partes en peso de al menos un aditivo (A), de manera preferible dos aditivos (A), en la que dicho al menos un aditivo (A) se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores de metal, estabilizadores frente a UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, eliminadores de ácido, agentes de expansión, agentes de adherencia, lubricantes, agentes de nucleación, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

40 Tal como se ha mencionado anteriormente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir, el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP), es la parte dominante en la presente composición de polipropileno. Por consiguiente se prefiere que la composición final de polipropileno muestre un comportamiento de reología similar al del polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de alta resistencia del fundido (HMS-PP).

45 Por tanto, la presente composición de polipropileno preferiblemente tiene una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s y lo más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en la que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005,

50 De manera adicional o alternativa, la presente composición de polipropileno preferiblemente tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min, más preferiblemente de desde 19,0 hasta 30,0 g/10 min y lo más preferiblemente de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min. De manera adicional o alternativa, la presente composición de polipropileno preferiblemente tiene un índice de gelificación OCS de menos de 2.500, preferiblemente de menos de 2.000 y lo más preferiblemente de desde 500 hasta 2.000.

Por tanto, en una realización específica de la presente invención, la presente composición de polipropileno preferiblemente tiene

5 a) una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s y lo más preferiblemente una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 10,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en la que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005,

y

10 b) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min, preferiblemente de desde 19,0 hasta 30,0 g/10 min y lo más preferiblemente de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min,

y

c) un índice de gelificación OCS de menos de 2.500, preferiblemente de menos de 2.000 y lo más preferiblemente de desde 500 hasta 2.000.

15 Un hallazgo esencial de la presente invención es que la presente composición de polipropileno y por tanto las películas realizadas a partir de dicha composición de polipropileno (especialmente tal como se define a continuación) muestran un índice de gelificación OCS reducido. Por consiguiente, se prefiere que la presente composición de polipropileno tenga un índice de gelificación OCS de menos de 2.500, preferiblemente de menos de 2.000 y lo más preferiblemente de desde 500 hasta 2.000.

20 Teniendo en cuenta la información proporcionada anteriormente, la presente invención cubre una composición de polipropileno que comprende

(a) de 95,0 a 99,0 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

(b) de 1,0 a 5,0 partes en peso de un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 10,0 a 50,0 g/10 min, preferiblemente de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min;

25 en la que la composición de polipropileno tiene

- una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 18,0 hasta 35,0 g/10 min, y

- un índice de gelificación OCS de menos de 2.500; y

30 en la que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n) una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, en la que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

Por ejemplo, la composición de polipropileno comprende

(a) de 95,0 a 99,0 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

35 (b) de 1,0 a 5,0 partes en peso de un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min;

en la que la composición de polipropileno tiene

- una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min, y

- un índice de gelificación OCS de menos de 2.000;

40 y en la que además la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n) una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en la que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

Tal como se ha mencionado anteriormente, la presente invención también presenta una película que comprende la presente composición de polipropileno descrita en el presente documento. Preferiblemente, la película es una película colada o una película soplada. La película también puede ser una película orientada biaxialmente, como una película soplada orientada biaxialmente. Las diferencias entre tales películas las conoce el experto. A este respecto se hace referencia a el "Polypropilene Handbook", páginas 405 a 414, 2ª edición, Nello Pasquini (Ed.), Hanser.

5 Preferiblemente, la película comprende al menos el 70% en peso, más preferiblemente al menos el 80% en peso, más preferiblemente al menos el 90% en peso, aún más preferiblemente al menos el 95% en peso, de la composición de polipropileno según la presente invención. En una realización preferida, la película consiste en la presente composición de polipropileno.

10 La preparación de las películas se lleva a cabo mediante métodos conocidos en la técnica. Por ejemplo, la película puede producirse mediante tecnología de película colada o película soplada. En la tecnología de película colada, se extruye la composición de polipropileno fundida a través de una boquilla de extrusión de ranura sobre un rodillo de enfriamiento para enfriar el polímero hasta obtener una película sólida. Normalmente, la composición de polipropileno se comprime y se licua primero en una prensa extrusora, siendo posible que se añada ya cualquier

15 aditivo al polímero o que se introduzca en esta fase a través de un lote maestro. Entonces se fuerza la masa fundida a través de una boquilla de película plana (boquilla de ranura) y la película extruida se despegue de uno o más rodillos de despegue, durante lo cual se enfría y se solidifica. Esto ha demostrado ser particularmente favorable para mantener el rodillo o los rodillos de despegue, por medio del cual/los cuales se enfría y se solidifica la película extruida, a una temperatura de desde 10 hasta 50°C, preferiblemente desde 10 hasta 40°C, más preferiblemente desde 12 hasta 35°C. El producto obtenido es una película no estirada que si se desea puede estirarse biaxialmente.

En el procedimiento de película soplada, la composición de polipropileno se extruye a través de una boquilla anular y se sopla para dar una película tubular mediante la formación de una burbuja que se colapsa entre rodillos de presión tras la solidificación. La extrusión por soplado puede efectuarse preferiblemente a una temperatura en el intervalo de 160 a 240°C, y puede enfriarse mediante agua o preferiblemente soplando gas (generalmente aire) a una

25 temperatura de 10 a 50°C para proporcionar una altura de línea de congelación de 0,5 a 8 veces el diámetro de la boquilla. La razón de soplado debe estar generalmente en el intervalo de desde 1,5 hasta 4, tal como desde 2 hasta 4, preferiblemente de 2,5 a 3,5.

A continuación, la presente invención se describe en más detalle a modo de ejemplos.

Ejemplos

30 A. 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 definan de otro modo.

Contenido en comonomeros en polipropileno

35 Se determina el contenido en comonomeros mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) cuantitativa tras asignación básica calibrada a través de resonancia magnética nuclear (RMN) ¹³C cuantitativa de una manera bien conocida en la técnica. Se presan películas finas hasta obtener un grosor de 250 μm y se registran los espectros en modo de transmisión.

Específicamente, se determina el contenido en etileno de un copolímero de polipropileno-co-etileno usando el área de pico corregida con respecto a la línea base de las bandas cuantitativas encontradas a 720-722 y 730-733 cm⁻¹.

40 Se evaluaron copolímeros de propileno-1-buteno a 767 cm⁻¹. Se obtienen los resultados cuantitativos basándose en referencia al grosor de la película.

Se midieron la temperatura de fusión (T_m) y calor de fusión (H_f), temperatura de cristalización (T_c) y calor de cristalización (H_c): con calorimetría diferencial de barrido (DSC) con un dispositivo Mettler TA820 en muestras de 5 a 10 mg. Se ejecuta la DSC según la norma ISO 3146 / parte 3 / método C2 en un ciclo de calor / frío / calor con una

45 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_c) a partir de la etapa de enfriamiento, mientras se determinan la temperatura de fusión y el calor de fusión (H_f) a partir de la segunda etapa de calentamiento. Se mide la MFR₂ (230°C) según la norma ISO 1133 (230°C, carga de 2,16 kg).

Resistencia del fundido F₃₀ y extensibilidad del fundido v₃₀

50 La prueba descrita en el presente documento sigue la norma ISO 16790:2005.

Se determina el comportamiento de endurecimiento por deformación mediante el método tal como se describe en el

artículo "Rheotens-Mastercurves and Drawability of Polymer", M. H. Wagner, Polymer Engineering and Science, vol. 36, páginas 925 a 935. Se incluye el contenido del documento como referencia. Se analiza el comportamiento de endurecimiento por deformación de los polímeros mediante un aparato Rheotens (producto de Gottfert, Siemensstr.2, 74711 Buchen, Alemania) en el que se alarga una hebra de masa fundida mediante extracción con una aceleración definida.

El experimento de Rheotens simula procedimientos industriales de hilatura y extrusión. En principio, se prensa o se extruye una masa fundida a través de una boquilla redonda y se tira de la hebra resultante. Se registra la tensión del producto extruido, en función de las propiedades de la masa fundida y los parámetros de medición (especialmente la ratio entre las velocidades de salida y tracción, prácticamente una medida para la velocidad de extensión. Para los resultados presentados a continuación, se extruyeron los materiales con un sistema HAAKE Polilab de prensa extrusora de laboratorio y una bomba de engranajes con boquilla cilíndrica ($L/D = 6,0/2,0$ mm). Se ajustó previamente la bomba de engranajes a una velocidad de extrusión de hebra de 5 mm/s, y se fijó la temperatura de la masa fundida a 200°C. La longitud de la línea de hilado entre la boquilla y las ruedas del aparato Rheotens fue de 80 mm. Al comienzo del experimento, se ajustó la velocidad de captación de las ruedas del aparato Rheotens a la velocidad de la hebra de polímero extruida (fuerza de tracción cero). Entonces se inició el experimento aumentando lentamente la velocidad de captación de las ruedas del aparato Rheotens hasta que se rompió el filamento de polímero. La aceleración de las ruedas fue suficientemente pequeña de modo que se midió la fuerza de tracción en condiciones casi estacionarias. La aceleración de la hebra de masa fundida extraída es de 120 mm/s². Se hizo funcionar el aparato Rheotens en combinación con el programa informático EXTENS. Se trata de un programa de adquisición de datos en tiempo real que muestra y almacena los datos medidos de fuerza de tracción y velocidad de extracción. Se consideran los puntos finales de la curva de Rheotens (fuerza frente a velocidad de giro de la polea) como los valores de resistencia del fundido F_{30} y capacidad de extracción.

Índice de gelificación OCS

1. Aparato

El aparato consiste en una prensa extrusora de laboratorio ME 25/5200 V1 con tres zonas de calentamiento, un adaptador y una boquilla amplia de 150 mm. La unidad de seguimiento engloba un rodillo de enfriamiento CR - 8, de 140 mm de diámetro, que incluye un dispositivo de calentamiento y enfriamiento Haake C40P (de 15 a 90°C), una cámara de barrido lineal FS-5/4096 Pixel (digital dinámica que convierte en imágenes en escala de grises) y una unidad de bobinado con control de tensión automático hasta 10N.

2. Ajustes específicos de material para la fabricación de películas

El ajuste de temperatura para las zonas de calentamiento en el cilindro y la boquilla se clasifica para el polipropileno según intervalos de MFR en tres grupos:

Grupo 1: intervalo de MFR 0,3-2,0 g/10 min (230°C/2,16 kg), temperaturas 220/260/270/280/290°C

Grupo 2: intervalo de MFR 2,0-10 g/10 min (230°C/2,16 kg), temperaturas 220/230/240/250/260°C

Grupo 3: intervalo de MFR 10-33 g/10 min (230°C/2,16 kg), temperaturas 200/220/230/240/240°C

Parámetros ajustados previamente:

Velocidad de rotación (husillo):	30 rpm
Velocidad de tracción:	Velocidad de tracción: 3 m/min;

El grosor de la película es de 50 µm

3. Medición

Tras satisfacerse los siguientes parámetros: en caso de materiales similares, aproximadamente un periodo de prueba de 60 min, en caso de materiales altamente divergentes, aproximadamente 120 min.

Objetivo: Ajuste de una película homogénea a presión de masa fundida y temperatura de masa fundida constantes. El área de medición se normaliza a 5 m². La propia medición se termina automáticamente cuando se logra el área. El informe se imprimirá simultáneamente.

4. Análisis

ES 2 574 437 T3

El número de defectos encontrados, referido como $1/m^2$, se divide por clases según el tamaño y se multiplica por el factor de masa, añadiéndose al índice de gelificación.

Clase de tamaño 1	100-300 μm	factor de masa x 0,1
Clase de tamaño 2	301-600 μm	factor de masa x 1,0
Clase de tamaño 3	601-1000 μm	factor de masa x 5,0
Clase de tamaño 4	> 1000 μm	factor de masa x 10

Ejemplo:

17 defectos	clase de tamaño 1	x 0,1 = 1,7
5 defectos	clase de tamaño 2	x 1,0 = 5,0
2 defectos	clase de tamaño 3	x 5,0 = 10,0
0 defectos	clase de tamaño 4	x 10,0 = 0
Índice de gelificación = 16,7		

B. Ejemplos

5 Polipropilenos lineales (1-PP)

1-PP1 es un homopolímero de propileno lineal que tiene una MFR_2 (230°C) de 3,48 g/10 min, una temperatura de fusión T_m de 160°C, una resistencia del fundido F_{30} de 6,5 cN y extensibilidad del fundido v_{30} de 160 mm/s.

1-PP2 es un homopolímero de propileno lineal que tiene una MFR_2 (230°C) de 35 g/10 min, una temperatura de fusión T_m de 210-250°C y extensibilidad del fundido v_{30} de 160 mm/s.

10 Mezcla con aditivos

Se usó el polipropileno lineal 1-PP2 para proporcionar una mezcla con aditivo que contiene aditivos adicionales como lote maestro para incorporarse en un polímero de base de polipropileno ramificado. La mezcla con aditivo contiene el 87,50% en peso del polipropileno lineal 1-PP2 respectivo, el 10,00% en peso de Irganox B 225 FF (antioxidante) y el 2,50% en peso de Hidrotalcit, basado en el peso total de la mezcla con aditivo.

15 Ejemplos inventivos IE1 a IE 4 y ejemplo comparativo CE1:

Se sometió 1-PP1 a una extrusión reactiva en presencia de butadieno y peróxido tal como se describe a continuación. Tanto el butadieno como el peróxido (las cantidades se indican en la tabla 1), se mezclaron previamente con el polvo de 1-PP1 antes de la etapa de mezclado de la masa fundida en una mezcladora horizontal con agitador de paletas a una temperatura de 65°C, manteniendo un tiempo de residencia promedio de 15 a 20 minutos. Se transfirió la mezcla previa bajo atmósfera inerte a una prensa extrusora de doble usillo co-rotatoria del tipo Theyson TSK60 que tenía un diámetro de cilindro de 60 mm y una razón L/D de 48 equipada con un husillo de mezcla de alta intensidad que tenía 3 zonas de amasado y una configuración de desgaseificación de dos etapas. Se fijó la temperatura en la prensa extrusora a 240°C. La velocidad del husillo y el rendimiento se indican en la tabla 1. En los primeros 3/4 de longitud de la prensa extrusora, se produjo el polipropileno ramificado (b-PP). Posteriormente, a través de un alimentador lateral, es decir, en el último 1/4 de longitud de la prensa extrusora, se alimentó la mezcla con aditivo tal como se definió anteriormente en la prensa extrusora al polipropileno ramificado (b-PP) producido. Se descargó y granuló la composición de polipropileno extruida. A partir de los gránulos, se produjeron películas tal como se describió anteriormente (índice de gelificación OCS). Se indican las propiedades de la composición de polipropileno granulada así como de las películas en la tabla 2.

30

Tabla 1: Condiciones del procedimiento

		IE 1	IE 2	IE 3	IE 4
Peróxido*	[% en peso]	0,45	0,53	0,60	0,68
butadieno*	[l/h]	130	80	65	65
velocidad del husillo	[rpm]	400	400	400	400
rendimiento	[kg/h]	200	200	200	200
mezcla con aditivo*	[% en peso]	2	2	2	2

*basado en el peso total de la composición de polipropileno

Tabla 2: Propiedades de composición de polipropileno y las películas

	MFR ₂	F ₃₀	F ₃₀ STD	v ₃₀	v ₃₀ STD	índice de gelificación OCS
	[g/10 min]	[cN]		[mm/s]		[-]
IE1	21,1	8,10	0,1	282	8	1980
IE2	19,7	8,20	0,1	273	4	744
IE3	22	4,50	0,1	287	11	745
IE4	32,2	3,50	0,1	292	10	590
CE1	21,7	3,40	0,1	255	10	12434

5 Puede prepararse una composición de polipropileno adecuada que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min en un procedimiento de una sola etapa mediante la incorporación de un polipropileno lineal en un polipropileno ramificado, es decir sin implementar una etapa de reducción de viscosidad adicional posterior al presente procedimiento. Al mismo tiempo, puede deducirse que la composición de polipropileno resultante muestra resistencia del fundido F₃₀ superior así como extensibilidad del fundido v₃₀ superior en comparación con el material de referencia CE1 (disponible comercialmente como WF420HMS de Borealis AG, Austria). Además de esto, la composición de polipropileno resultante muestra una calidad de película superior expresada por valores inferiores para el índice de gelificación OCS en comparación con el material de referencia CE1.

10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5 a) proporcionar un polipropileno (PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) de más de 1,0 g/10 min;
- b) proporcionar un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente,
- c) proporcionar monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente,
- 10 d) proporcionar un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) de 10,0 a 50,0 g/10 min,
- e) hacer reaccionar el polipropileno (PP) de la etapa a) con el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) obteniendo así el polipropileno ramificado (b-PP), y
- 15 f) hacer reaccionar el polipropileno ramificado (b-PP) obtenido en la etapa e) con el polipropileno lineal (l-PP) de la etapa d),
- en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n)
- i) una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 18,0 a 35,0 g/10 min,
- ii) una resistencia del fundido F₃₀ de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de más de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el polipropileno (PP) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 en el intervalo de desde 1,0 hasta 18,0 g/10 min y preferiblemente en el intervalo de desde 1,0 hasta 15,0 g/10 min.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el polipropileno (PP)
- 25 (a) es un polipropileno lineal (l-PP);
- y/o
- (b) es un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una resistencia del fundido F₃₀ de más de 1,0 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de por debajo de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.
- 30
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que
- (a) el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) es un peróxido y/o
- (b) el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) se selecciona(n) del grupo que consiste en compuestos de divinilo, compuestos de alilo y dienos.
- 35
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- (a) el polipropileno lineal (l-PP) de la etapa d) tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min y preferiblemente de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min, y/o
- (b) el polipropileno lineal (l-PP) de la etapa d) comprende al menos un aditivo (A), preferiblemente dos aditivos (A), seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores de metal, estabilizadores frente a UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, eliminadores de ácido, agentes de expansión, agentes de adherencia, lubricantes, agentes de nucleación, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los
- 40

mismos, y/o

(c) el polipropileno ramificado (b-PP) obtenido en la etapa e) está libre de aditivos (A).

5 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las etapas e) y f) se llevan a cabo en una prensa extrusora, comprendiendo dicha prensa extrusora en el sentido de funcionamiento una primera zona de mezclado (MZ1) y una segunda zona de mezclado (MZ2), en el que además la etapa e) tiene lugar en la primera zona de mezclado (MZ1) mientras que la etapa f) tiene lugar en la segunda zona de mezclado (MZ2).

10 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la prensa extrusora comprende en el sentido de funcionamiento un cuello de alimentación (FT), la primera zona de mezclado (MZ1), la segunda zona de mezclado (MZ2) y una boquilla (D), en el que entre la primera zona de mezclado (MZ1) y la segunda zona de mezclado (MZ2) se ubica un cuello de alimentación lateral (SFT), en el que además el polipropileno (PP) de la etapa a), el agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente de la etapa b) y el/los monómero(s) insaturado(s) bifuncionalmente y/o el/los polímero(s) de bajo peso molecular insaturado(s) multifuncionalmente de la etapa c) se alimentan a través del cuello de alimentación (FT) y el polipropileno lineal (l-PP) de la etapa d) se alimenta a través del cuello de alimentación lateral (SFT).

15 8. Procedimiento según la reivindicación 6 ó 7, en el que no más del 10,0% en peso de la cantidad total del polipropileno ramificado (b-PP) de la composición de polipropileno se produce en la segunda zona de mezclado (MZ2).

20 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que de 1,0 a 6,0 partes en peso del polipropileno lineal (l-PP) se añaden a de 94,0 a 99,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente en el que de 1,0 a 3,0 partes en peso del polipropileno lineal (l-PP) se añaden a de 97,0 a 99,0 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP).

10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) resultante(s)

25 (a) tiene(n) una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 19,0 a 30,0 g/10 min, y/o

(b) tiene(n) una resistencia del fundido F_{30} de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de desde 240 hasta 300 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005; y/o

(c) tiene(n) un índice de gelificación OCS de menos de 2.500 y preferiblemente de menos de 2.000.

30 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la composición de polipropileno resultante se prepara en un procedimiento de una sola etapa.

12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la composición de polipropileno resultante se define adicionalmente según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15.

13. Composición de polipropileno que comprende

35 (a) de 95,0 a 99,0 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

(b) de 1,0 a 5,0 partes en peso de un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de 10,0 a 50,0 g/10 min, preferiblemente de desde 20,0 hasta 40,0 g/10 min;

en el que la composición de polipropileno tiene

40 - una velocidad de flujo del fundido MFR_2 (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 18,0 hasta 35,0 g/10 min, y

- un índice de gelificación OCS de menos de 2.500; y

45 en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n) una resistencia del fundido F_{30} de más de 3,4 cN y una extensibilidad del fundido v_{30} de más de 200 mm/s, en el que la resistencia del fundido F_{30} y la extensibilidad del fundido v_{30} se miden según la norma ISO 16790:2005.

14. Composición de polipropileno según la reivindicación 13, que comprende

(a) de 95,0 a 99,0 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP); y

(b) de 1,0 a 5,0 partes en peso de un polipropileno lineal (l-PP) que tiene una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 25,0 hasta 38,0 g/10 min;

5 en la que la composición de polipropileno tiene

- una velocidad de flujo del fundido MFR₂ (230°C) medida según la norma ISO 1133 de desde 19,0 hasta 25,0 g/10 min, y

- un índice de gelificación OCS de menos de 2.000;

10 y en el que además la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene(n) una resistencia del fundido F₃₀ de desde 4,0 hasta 20,0 cN y una extensibilidad del fundido v₃₀ de desde 240 hasta 300 mm/s, en el que la resistencia del fundido F₃₀ y la extensibilidad del fundido v₃₀ se miden según la norma ISO 16790:2005.

15 15. Composición de polipropileno según la reivindicación 13 ó 14, en el que la composición de polipropileno comprende al menos un aditivo (A) seleccionado del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores de metal, estabilizadores frente a UV, agentes antiestáticos, agentes antiempañamiento, eliminadores de ácido, agentes de expansión, agentes de adherencia, lubricantes, agentes de nucleación, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

16. Película que comprende la composición de polipropileno según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 13 a 15.