

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 996**

51 Int. Cl.:

C08L 23/10 (2006.01)

C08L 23/12 (2006.01)

C08F 255/02 (2006.01)

C08L 23/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2013 PCT/EP2013/065262**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO14016205**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2013 E 13739222 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2877534**

54 Título: **Espuma producida a partir de polipropileno con bajo contenido de gel**

30 Prioridad:

25.07.2012 EP 12177879

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PROKSCHI, HERMANN y
BRAUN, HERMANN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 634 996 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

Espuma producida a partir de polipropileno con bajo contenido de gel.

La presente invención se relaciona con un método para proporcionar una composición de polipropileno que tiene una alta resistencia a la fusión y un bajo contenido de gel. Adicionalmente, la presente invención se relaciona también con una composición de polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS) correspondiente con bajo contenido de gel, así como a la fabricación de una espuma en base a la composición de polipropileno con alta resistencia a la fusión y bajo contenido de gel.

Las composiciones de polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP) son generalmente conocidas en la técnica. Sin embargo, un desafío dentro de HMS-PP existente es su calidad de espuma variable. La calidad de la espuma se incrementa en el caso de que el contenido de gel del polipropileno de alta resistencia a la fusión usado sea bajo.

Además, como es conocido en la técnica, los aditivos se añaden normalmente a materiales plásticos con el fin de mejorar el rendimiento de los mismos. Ejemplos de aditivos típicos son por ejemplo antioxidantes o pigmentos. Estos aditivos se añaden a menudo al material base de plástico en forma de una mezcla de aditivos que ha incorporado los aditivos en una pequeña cantidad de polímero en polvo. A veces, la mezcla de aditivos también se denomina lote madre. La pequeña cantidad de polvo de polímero usada para la mezcla de aditivos se dosifica normalmente al final del procedimiento HMS. Sin embargo, a menudo se pasa por alto la contribución al contenido final de gel de esta mezcla de aditivos. Hasta ahora no se ha reconocido que el peso molecular del polvo de polímero base en la fabricación del polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP) tenga un impacto significativo sobre las propiedades finales de la espuma.

El documento EP 0 879 830, presentado por Borealis en 1997, describe los principios básicos del procedimiento de postreactor de alta resistencia a la fusión (HMS) de Borealis donde se usan peróxido y butadieno para fabricar materiales de polipropileno ramificado de cadena larga (LCB-PP). Esta patente cubre un amplio intervalo de tasas de flujo de fusión en polvo (MFR) y tamaños de partícula. Sin embargo, no especifica el impacto del tipo de polímero base así como el polvo de polipropileno usado para la preparación de la mezcla de aditivos sobre la calidad HMS en particular sobre la calidad de la espuma en base al contenido de gel en polipropileno de alta resistencia a la fusión.

Existe una necesidad en la técnica de un método para producir polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP) de calidad confiable y/o mejorada.

Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento que permita a una persona experta producir una composición de polipropileno y una espuma hecha de dicha composición de polipropileno con bajo contenido de gel.

Los actuales inventores han descubierto ahora sorprendentemente que el contenido final de gel puede reducirse significativamente aumentando el MFR del polímero base.

Por lo tanto, la presente invención se relaciona con un procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), el procedimiento comprende al menos un paso (a) en el que se hace reaccionar un polipropileno (PP) con un agente de formación de radicales libres que se descompone térmicamente y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo multifuncionalmente insaturados que obtienen de este modo el polipropileno ramificado (b-PP), en el que

(a) el polipropileno (PP) tiene una tasa de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de más de 0.5 g/10 min;

(b) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790: 2005 y el polipropileno se usa en la forma de partículas

que tienen una distribución de tamaño de partícula d_{90} por debajo de 1,500 μm , d_{50} por debajo de 1,000 μm y una proporción d_{90}/d_{50} por debajo de 1.80.

La presente invención proporciona además una composición de polipropileno que comprende

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

(b) opcionalmente 1 a 5 partes en peso de un polipropileno (PP*) que tiene una tasa de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medido de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 a 18.0 g/10 min,

en la que la composición de polipropileno tiene

- una tasa de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medida de acuerdo con ISO 1133 de 1.0 a menos de 7.0 g/10 min, y

- un contenido en gel inferior a 1.00% en peso, preferiblemente por debajo de 0.80% en peso;

y en la que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 cN a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de 210 a 300 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se mide de acuerdo con ISO 16790:2005.

5 La presente invención se relaciona además con un procedimiento para la fabricación de una espuma que comprende

10 (A) el procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), el procedimiento comprende al menos un paso (a) en la que se hace reaccionar un polipropileno (PP) con un agente formador de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo multifuncionalmente insaturados que obtiene de este modo el polipropileno ramificado (b-PP),

en el que

(i) el polipropileno (PP) tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de más de 0.5 g/10 min;

15 (ii) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más 200 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790: 2005,

(B) someter la composición de polipropileno de la etapa (A) a un procedimiento de formación de espuma que obtiene de este modo una espuma.

20 Adicionalmente, la presente invención está dirigida a un procedimiento para la fabricación de una espuma que comprende el paso de someter una composición de polipropileno a un procedimiento de formación de espuma que obtiene de este modo una espuma, en la que la composición de polipropileno comprende

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

(b) opcionalmente 1 a 5 partes en peso de un polipropileno (PP') que tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medido de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 a 18.0 g/10 min,

25 en la que la composición de polipropileno tiene

- una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medido de acuerdo con ISO 1133 de 1.0 a menos de 7.0 g/10 min, y

- un contenido de gel de menos de 1.00% en peso, preferiblemente inferior a 0.80% en peso;

30 y en la que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 cN a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de 210 a 300 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se mide de acuerdo con ISO 16790: 2005.

35 Adicionalmente, la invención se relaciona con el uso de un polipropileno (PP) que tiene un rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de más de 0.5 g/10 min en la fabricación de un polipropileno ramificado (b-PP) y por lo tanto en la fabricación de una composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el contenido de gel del polipropileno ramificado (b-PP) y/o de la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP). Preferiblemente, el contenido de gel se reduce en el caso de que el polipropileno ramificado (b-PP) y/o la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) tenga/tengan un contenido de gel de menos de 1.00% en peso, preferiblemente de menos de 0.80% en peso.

A continuación se describe la invención en mayor detalle.

40 En primer lugar se describen los componentes individuales, es decir el polipropileno (PP), como el polipropileno lineal (1-PP'), el polipropileno (PP'), como el polipropileno lineal (1-PP'), el polipropileno ramificado (b-PP) y los aditivos (A), usados en la presente invención, así como la composición de polipropileno. Posteriormente se describen en mayor detalle los procedimientos reivindicados así como la espuma y el uso del polipropileno (PP). Sin embargo, cualquier información o cualquier realización preferida proporcionada para los componentes individuales o la composición de polipropileno se puede aplicar también a los procedimientos de la invención y para el uso de la

45 invención, si se hace referencia a los componentes individuales y a la composición de polipropileno, respectivamente.

El polipropileno ramificado (b-PP)

50 El componente principal para la composición de polipropileno que se va a proporcionar de acuerdo con la invención es un polipropileno ramificado (b-PP). Un polipropileno ramificado difiere de un polipropileno lineal que el esqueleto de polipropileno que cubre cadenas laterales mientras que un polipropileno no ramificado, es decir, un polipropileno lineal, que no cubre las cadenas laterales. Las cadenas laterales tienen un impacto significativo en 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 mediante el uso de catalizadores específicos, es decir, catalizadores específicos de sitio único, o mediante modificación química. Con respecto 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 por modificación química, se hace referencia al documento EP 0 879 830 A1. En dicho caso, el polipropileno ramificado se denomina también polipropileno de alta resistencia a la fusión. El polipropileno ramificado (b-PP) de acuerdo con la presente invención se obtiene por modificación química como se describió en mayor detalle a continuación y por lo tanto es un polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP). Por lo tanto, los términos "polipropileno ramificado (b-PP)" y "polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP)" se pueden considerar en la presente invención como sinónimos.

Por lo tanto el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), como el mayor componente de la composición de polipropileno tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferiblemente tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 a 300 mm/s, con el fin de proporcionar una composición de polipropileno resultante con buenas propiedades de adelgazamiento por cizallamiento. La resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790:2005.

Típicamente la composición de polipropileno actual también tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 mm/s, preferiblemente tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 a 300 mm/s.

En una realización preferida, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMSPP), tiene

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN, como de más de 20.0 a 50.0 cN, más preferiblemente de más de 21.0 cN, aún más preferiblemente de 21.0 a 50.0 cN, todavía más preferiblemente de 25.0 a 50.0 cN, aún todavía más preferiblemente de 25.0 a 45.0 cN, lo más preferiblemente de 30.0 a 45.0 cN, como de 32.0 a 42.0 cN;

y

(b) una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente de 225 a 300 mm/s, todavía más preferiblemente de 230 a 290 mm/s.

En la realización preferida especialmente el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 21.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 21.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 225 a 300 mm/s, aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, aún todavía más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, lo más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 30.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} de 32.0 a 42.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s.

Además, se prefiere que dicho polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), tenga una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de no más de 7.0 g/10min, más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, como en el intervalo de 1.5 a 5.0 g/10min o como en el intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min.

Por lo tanto, en una realización específica, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), tiene

(a) una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) no más de 7.0 g/10min, preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.5 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, como en el intervalo de 1.5 a 5.0 g/10min o como en el intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min;

(b) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN, como de más de 20.0 a 50.0 cN, más preferiblemente de más de 21.0 cN, aún más preferiblemente de 21.0 a 50.0 cN, todavía más preferiblemente de 25.0 a 50.0 cN, aún todavía más preferiblemente de 25.0 a 45.0 cN, lo más preferiblemente de 30.0 a 45.0 cN, como de 32.0 a 42.0 cN; y

(c) una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente de 225 a 300 mm/s, todavía más preferiblemente de 230 a 290 mm/s.

Por consiguiente en la realización específica el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) de no más de 7.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 21.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, una resistencia a la fusión F_{30} de 21.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 225 a 300 mm/s, aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, todavía aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, lo más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 30.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, como una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 32.0 a 42.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s.

Preferiblemente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (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 al menos 110°C, más preferiblemente al menos 120 °C.

Adicionalmente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), puede ser un copolímero de propileno aleatorio ramificado (b-R-PP), es decir un copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP), o un homopolímero de propileno ramificado (b-H-PP), es decir un homopolímero de propileno de resistencia a la fusión alta (H-HMS-PP), siendo el último preferido.

Para el propósito de la presente invención, la expresión "homopolímero de propileno " se refiere a un propileno que consiste sustancialmente, es decir en al menos 97 % en mol, preferiblemente en al menos 98 % en mol, más preferiblemente en al menos 99 % en mol, lo más preferiblemente en al menos 99.8 % en mol de unidades de propileno. En una realización preferida son detectables únicamente las unidades de propileno en el homopolímero de propileno.

En caso que el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), sea un copolímero de propileno aleatorio ramificado (b-R-PP), es decir un copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP), éste comprende monómeros que se pueden convertir en copolímeros con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{12} , en particular etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{10} , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente el copolímero de propileno aleatorio ramificado (b-R-PP), es decir el copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP), comprende, específicamente consiste en, monómeros que se pueden convertir en copolímeros con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente el copolímero de propileno aleatorio ramificado (b-R-PP), es decir el copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP), comprende -aparte del propileno- unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida el copolímero de propileno aleatorio ramificado (b-R-PP), es decir el copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMSPP), comprende unidades derivables de etileno y propileno únicamente. El contenido de comonómero en el copolímero de propileno aleatorio ramificado (b-R-PP), es decir en el copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP), esta preferiblemente en el intervalo de más de 0.2 a 10.0 % en mol, aún más preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 7.0 % en mol.

En este respecto se debe mencionar que el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP) que es ya sea un homopolímero de propileno de resistencia a la fusión alta (H-HMS-PP) o un copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP) puede comprender adicionalmente monómeros insaturados diferentes a los comonómeros definidos para el copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP). En otras palabras el homopolímero de propileno de resistencia a la fusión alta (H-HMS-PP) o el copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP) puede comprender unidades insaturadas, como monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente como se definió en detalle abajo, siendo diferentes al propileno, etileno y otras α -olefinas C_4 a C_{12} . Por consiguiente la definición de homopolímero y copolímero en vista del polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP) se refiere realmente al polipropileno no modificado, es decir al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (1-PP), usado para obtener el polipropileno de resistencia a la fusión (HMS-PP) mediante modificación química como se definió en detalle abajo.

Por consiguiente en una realización preferida el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), comprende

(a) si son unidades de homopolímero de propileno de resistencia a la fusión alta (H-HMS-PP) derivadas de

(i) propileno y

(ii) monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente, o

(b) si son unidades de copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP) derivadas de (i) propileno

5 (ii) etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{10} , por ejemplo 1-buteno y/o 1-hexeno, preferiblemente etileno, y

(iii) monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente,

10 "Bifuncionalmente insaturado" o "multifuncionalmente insaturado" como se ha usado anteriormente indica preferiblemente la presencia de dos o más enlaces dobles no aromáticos, como en por ejemplo, divinilbenceno o ciclopentadieno o polibutadieno. Únicamente se usan estos compuestos bi- o multifuncionalmente insaturados que se pueden polimerizar preferiblemente con la ayuda de radicales libres (véase más adelante). Los sitios insaturados en los compuestos bi- o multifuncionalmente insaturados están en su estado químicamente unido no realmente "insaturados", porque los enlaces dobles se usan cada uno para un enlace covalente para las cadenas poliméricas del polipropileno no modificado, es decir del polipropileno (PP), preferiblemente del polipropileno lineal (1-PP).

15 Reacción de los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente, preferiblemente que tienen un peso molecular promedio nominal (M_n) ≤ 10000 g/mol, sintetizado a partir de uno y/o más monómeros insaturados con el polipropileno no modificado, es decir con el polipropileno (PP), preferiblemente con el polipropileno lineal (1-PP), se realizan en presencia de un agente formador de radicales térmicamente libres, por ejemplo que descomponen un agente formador de radicales libres, como un peróxido térmicamente que se puede descomponer.

20 Los monómeros bifuncionalmente insaturados pueden ser

- compuestos divinílicos, tales como divinilnilina, m-divinilbenceno, p-divinilbenceno, divinilpentano y divinilpropano;
- compuestos alílicos, tales como acrilato de alilo, metacrilato de alilo, maleato de metilo alilo y éter alil vinílico;
- dienos, tales como 1,3-butadieno, cloropreno, ciclohexadieno, ciclopentadieno, 2,3-dimetilbutadieno, heptadieno, hexadieno, isopreno y 1,4-pentadieno;

25 - bis (maleimida) bis (citraconimida) aromática y/o alifática y mezclas de estos monómeros insaturados.

Los monómeros bifuncionalmente insaturados especialmente preferidos son 1,3-butadieno, isopreno, dimetilbutadieno y divinilbenceno.

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

30 Los ejemplos de dichos polímeros de bajo peso molecular son

- polibutadienos, especialmente cuando las diferentes microestructuras de la cadena polimérica, 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 polimérica.

35 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).

40 El polipropileno ramificado, es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), puede contener más de un monómero bifuncionalmente insaturado y/o polímero de bajo peso molecular multifuncionalmente insaturado. Aún más preferida la cantidad de monómeros insaturados bifuncionalmente y polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente juntos en el polipropileno ramificado, es decir en el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), es 0.01 a 10.0% en peso en base a dicho polipropileno ramificado, es decir en base a dicho polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP).

45 En una realización preferida el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), es libre de aditivos (A). Por consiguiente, en el caso de que la presente composición de polipropileno incluya aditivos (A), estos aditivos (A) no se introducen en la composición de polipropileno durante la fabricación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir of el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP).

El polipropileno (PP)

Como se mencionó anteriormente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (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 opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente.

El aspecto esencial de la invención es que se debe usar un polipropileno específico no modificado en la presente invención para la fabricación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), y de esta forma para la fabricación de la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP), es decir que comprende el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP). Un hallazgo particular es que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), debe tener un peso molecular bastante bajo y por lo tanto una tasa de flujo de fusión bastante alta. Por consiguiente se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), tenga una tasa de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 a abajo de 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min.

En un ejemplo específico el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), tiene una tasa de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 a debajo de 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min, con la condición de que se excluyen los valores de 1.0 g/10min, 10.0 g/10min y 45.0 g/10min.

El polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), difiere del polipropileno (PP) que se usa para su fabricación de la columna vertebral del polipropileno ramificado (b-PP), es decir del polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), cubre cadenas laterales mientras que el producto de inicio, es decir el polipropileno (PP), no cubre o cerca no cubre las cadenas laterales. Las cadenas laterales tienen un impacto significativo en la reología del polipropileno. En consecuencia, el producto de inicio, es decir el polipropileno (PP), y el polipropileno ramificado obtenido (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), se puede distinguir claramente por su comportamiento de flujo bajo tensión.

Además, como se ha mencionado anteriormente el polipropileno (PP) es preferiblemente un polipropileno lineal (1-PP). Las mismas consideraciones se aplican al polipropileno (PP') como se discute en detalle a continuación que también está en una realización preferida un polipropileno lineal (1-PP'). Por consiguiente, a lo largo de la presente invención, el término "polipropileno lineal" indica que el polipropileno lineal, no muestra ninguna estructura cercana o no ramificada. Debido a la ausencia de ramas, los polipropilenos lineales, es decir el polipropileno lineal (1-PP) y el polipropileno lineal (1-PP'), están preferiblemente caracterizados por una baja extensibilidad de fusión v_{30} y/o una baja resistencia a la fusión F_{30} .

Por lo tanto, se prefiere que el polipropileno lineal (1-PP) tenga

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 cN, preferiblemente de más de 2.0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN como en el intervalo de 2.5 a 45.0 cN;

y

(b) una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, preferiblemente inferior a 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún 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 otras palabras se prefiere que el polipropileno lineal (1-PP) tenga una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 2.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 190 mm/s, más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} en el intervalo de 120 a 175 mm/s.

Por consiguiente en una realización específica el polipropileno lineal (1-PP) tiene

(a) una tasa de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min;

(b) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 cN, preferiblemente de más de 2.0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN, aún más

preferiblemente en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN como en el intervalo de 2.5 a 45.0 cN; y

(c) una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, preferiblemente inferior a 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún 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 lo tanto, en una realización específica el polipropileno (PP) es un polipropileno lineal (1-PP) que tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de más de 0.5 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 2.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 190 mm/s, más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en el intervalo de más de 0.6 a 15.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 1.0 a 68.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en el intervalo de más de 0.5 a 10.0 g/10min una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en el intervalo de más de 0.6 a 9.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, como una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en el intervalo de más de 0.8 a 8.0 g/10min una resistencia a la fusión F_{30} en el intervalo de 2.5 a 45.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} en el intervalo de 120 a 175 mm/s.

Preferiblemente, el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), tiene un punto de fusión de al menos 140°C, más preferiblemente de al menos 150°C y aún más preferiblemente de al menos 158°C.

Adicionalmente se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), se use en forma de partículas de tamaño específico. Por consiguiente se prefiere que el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), tenga

(a) una distribución de tamaño de partícula d_{90} inferior a 1,500 μm ; más preferiblemente inferior a 1,200 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 50 inferior a 1,200 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 1,100 μm , como en el intervalo de 150 inferior a 1,100 μm ;

y/o

(b) una distribución de tamaño de partícula d_{50} inferior a 1,000 μm ; más preferiblemente inferior a 800 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 30 inferior a 1,000 μm , aún más preferiblemente en el intervalo of 50 a 850 μm , como en el intervalo de 100 a 750 μm ;

y/o

(c) una proporción d_{90}/d_{50} inferior a 1.80, más preferiblemente inferior a 1.75, aún más preferiblemente inferior a 1.60, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.00 a 1.75, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 1.10 a 1.60.

El polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), se puede producir de una manera conocida, por ejemplo empleando un catalizador de sitio único o un catalizador de Ziegler Natta. El polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), puede ser un homopolímero de propileno (H-PP), preferiblemente un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP) o un copolímero de propileno (R-PP), preferiblemente un copolímero de propileno lineal (1-R-PP). En cuanto al contenido del comonómero y tipo de comonómero se hace referencia a la información proporcionada anteriormente para el polipropileno ramificado (b-PP), especialmente se refiere al copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP). Preferiblemente el polipropileno (PP) es un polipropileno lineal (1-PP). Aún más preferiblemente el polipropileno (PP) es un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP). Por consiguiente, toda la información proporcionada con respecto a la rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C), punto de fusión, resistencia a la fusión F_{30} , extensibilidad de fusión v_{30} y el tamaño de partícula y la distribución del tamaño de partícula respectivamente, se aplican especialmente para el homopolímero de propileno lineal (1-H-PP).

En una realización preferida el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), es libre de aditivos (A). Por consiguiente, si la presente composición de polipropileno comprende aditivos (A), estos aditivos (A) no se introducen en la composición de polipropileno durante la fabricación del polipropileno ramificado (b-PP), es decir of el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP).

El polipropileno (PP')

Durante la preparación de la composición instantánea de polipropileno se puede añadir un polipropileno adicional (PP'). Este polipropileno (PP ') se usa preferiblemente para llevar aditivos (A) en la composición de polipropileno instantánea. En consecuencia, en una realización preferida los aditivos (A) se introducen en la presente composición de polipropileno en la forma de una mezcla de aditivos (AM), en la que dicha mezcla de aditivos comprende, preferiblemente consiste en, el polipropileno (PP ') y los aditivos (A) .

Preferiblemente el polipropileno (PP') es una polipropileno lineal (1-PP').

Más preferiblemente el polipropileno (PP'), es decir el polipropileno lineal (PP'), debe tener un peso molecular bastante bajo y de esta forma una rata de flujo de fusión bastante alta. Por consiguiente se prefiere que el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), tenga una rata de flujo de fusión MFR₂ (230°C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min.

Preferiblemente, el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), tiene un punto de fusión de al menos 140°C, más preferiblemente de al menos 150°C y aún más preferiblemente de al menos 158°C.

Adicionalmente, como se mencionó anteriormente el polipropileno (PP') es preferiblemente a polipropileno lineal (1-PP') y de esta forma muestra ninguna o una estructura ramificada cercana. Debido a la ausencia de ramas el polipropileno lineal (1-PP') está preferiblemente caracterizado por una baja extensibilidad de fusión v₃₀ y/o una baja resistencia a la fusión F₃₀.

De esta forma se prefiere que el polipropileno lineal (1-PP') tenga

(b) una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 1.0 cN, preferiblemente de más de 2.0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN, como en el intervalo de 2.5 a 45.0 cN; y

y

(b) una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 200 mm/s, preferiblemente inferior a 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún 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 otras palabras se prefiere que el polipropileno lineal (1-PP') tenga una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 1.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 200 mm/s, preferiblemente una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 2.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 190 mm/s, más preferiblemente una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, como una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ en el intervalo de 120 a 175 mm/s.

Por consiguiente, en una realización específica el polipropileno lineal (1-PP') tiene

(a) una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min;

(b) una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 1.0 cN, preferiblemente de más de 2.0 cN, más preferiblemente en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN como en el intervalo de 2.5 a 45.0 cN; y

(c) una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 200 mm/s, preferiblemente inferior a 190 mm/s, más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún 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 lo tanto, en una realización específica el polipropileno (PP') es un polipropileno lineal (1-PP') que tiene una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) de más de 0.5 g/10min, una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 1.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 200 mm/s, preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 2.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 190 mm/s, más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) en el intervalo de más de 0.6 a 15.0 g/10min, una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 1.0 a 68.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) en el intervalo de más de 0.5 a 10.0 g/10min una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) en el intervalo de más de 0.6 a 9.0 g/10min, una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN y en el intervalo de 120 a 190 mm/s, como una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) en el intervalo de más de 0.8 a 8.0 g/10min una resistencia a la fusión F₃₀ en el intervalo de 2.5 a 45.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ en el intervalo de 120 a 175 mm/s.

Adicionalmente se prefiere que el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), se use en forma de partículas de tamaño específico. Por consiguiente se prefiere que el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), tenga

- 5 (a) una distribución de tamaño de partícula d_{90} inferior a 1,500 μm ; más preferiblemente inferior a 1,200 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 50 inferior a 1,200 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 1,100 μm , como en el intervalo de 150 inferior a 1,100 μm ;

y/o

- 10 (b) una distribución de tamaño de partícula d_{50} inferior a 1,000 μm ; más preferiblemente inferior a 800 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 30 inferior a 1,000 μm , aún más preferiblemente en el intervalo de 50 a 850 μm , como en el intervalo de 100 a 750 μm ;

y/o

(c) una proporción d_{90}/d_{50} inferior a 1.80, más preferiblemente inferior a 1.75, aún más preferiblemente inferior a 1.60, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.00 a 1.75, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 1.10 a 1.60

- 15 El polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), se puede producir de una forma conocida por ejemplo empleando un catalizador de sitio único o Ziegler Natta. El polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), puede ser un homopolímero de propileno (H-PP'), preferiblemente un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP'), o un copolímero de propileno (R-PP'), preferiblemente un copolímero de propileno lineal (1-R-PP'). En cuanto al contenido del comonómero y tipo de comonómero, se hace referencia a la información proporcionada anteriormente para el polipropileno ramificado (b-PP) especialmente hace referencia al copolímero de propileno aleatorio de resistencia a la fusión alta (R-HMS-PP). Preferiblemente el polipropileno (PP') es un polipropileno lineal (1-PP'). Aún más preferiblemente el polipropileno (PP') es un homopolímero de propileno lineal (1-HPP'). Por consiguiente toda la información suministrada con respecto a la tasa de flujo de fusión MFR₂ (230°C), punto de fusión, resistencia a la fusión F₃₀, extensibilidad de fusión v₃₀, y tamaño de partícula y distribución de tamaño de partícula, respectivamente, aplica especialmente para el homopolímero de propileno lineal (1-H-PP').

- 20 En una realización específica el polipropileno (PP) y el polipropileno (PP') son lo mismo. Por consiguiente en una realización preferida el polipropileno (PP) y el polipropileno (PP') son homopolímeros de propileno lineales, es decir un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP) y un homopolímero de propileno lineal (1-H-PP'), con las mismas propiedades, en particular en vista de la tasa de flujo de fusión MFR₂ (230 °C), resistencia a la fusión F₃₀ y extensibilidad de fusión v₃₀ como se discutió anteriormente.

- 25 Como se mencionó anteriormente se usa el polipropileno (PP') como un vehículo para introducir los aditivos (A) en la composición de polipropileno. En otras palabras, en el presente procedimiento para la fabricación de la composición de polipropileno se usa una mezcla de aditivos (AM) que comprenden, preferiblemente que consisten en, el polipropileno (PP') y los aditivos (A).

- 35 Los aditivos (A) pueden ser cualquier aditivo útil en el área técnica del polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP) y sus aplicaciones. Por consiguiente, los aditivos (A) que se van a usar en la composición de polipropileno de la invención y así en forma de la mezcla de aditivos (AM) incluyen, pero no están limitados a, estabilizadores tales como antioxidantes (por ejemplo fenoles estéricamente impedidos, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, captadores de alquil radículo, aminas aromáticas, estabilizadores de amina impedida, o mezclas de los mismos), desactivadores metálicos (por ejemplo, Irganox MD 1024), o estabilizadores de UV (por ejemplo, estabilizadores de luz de amina impedida). Otros aditivos típicos son modificadores tales como agentes antiestáticos o contra la formación de niebla (por ejemplo, aminas y amidas etoxiladas o ésteres de glicerol), eliminadores de ácido (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de soplado, agentes adhesivos (por ejemplo poliisobuteno), lubricantes y resinas (ceras ionómeras, PE- y las ceras de copolímero de etileno, ceras de Fischer-Tropsch, ceras en base a Montan, compuestos en base a Fluoro o las ceras de parafina), agentes de nucleación (por ejemplo, talco, benzoatos, compuestos en base a fósforo, sorbitoles, compuestos en base a nonitol, o compuestos en base a amida), así como agentes deslizantes y antibloqueo (por ejemplo, erucamida, oleamida, sílice natural de talco y sílice sintética, o zeolitas). Preferiblemente los aditivos

- 50 (A) se seleccionan del grupo que consiste en antioxidantes (por ejemplo, fenoles estéricamente impedidos, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, captadores de alquil radículo, aminas aromáticas, estabilizadores de amina impedida, o mezclas de los mismos), desactivadores metálicos (por ejemplo Irganox MD 1024), o estabilizadores de UV (por ejemplo estabilizadores de luz de amina impedida), agentes antiestáticos o contra la formación de niebla (por ejemplo aminas y amidas etoxiladas, o ésteres de glicerol), eliminadores de ácido (por ejemplo ca-estearato), agentes de soplado, agentes deslizantes (por ejemplo poliisobuteno), lubricantes y resinas (ceras de ionómero, ceras de copolímero de PE y etileno, ceras Fischer-Tropsch, cera en base a Montan, compuestos en base a Fluoro, ceras de parafina), agentes de nucleación (por ejemplo talco, benzoatos, compuestos en base a fósforo, sorbitoles, compuestos en base a nonitol, o compuestos en base a amidas), agentes deslizantes,

agentes antibloqueo (por ejemplo erucamida, oleamida, sílice natural de talco y sílice sintética, o zeolitas) y mezclas de los mismos.

Típicamente la cantidad total de aditivos (A) en la mezcla de aditivos (AM) no es más de 25% en peso, más preferiblemente no más de 20% en peso, como en el intervalo de 5 a 20% en peso sobre el peso total de la mezcla de aditivos (AM).

La composición de polipropileno

Como se mencionó anteriormente debido al presente procedimiento, se obtiene una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), es decir un polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMS-PP). En una realización la presente composición de polipropileno comprende un polipropileno ramificado (b-PP), es decir un polipropileno de alta resistencia a la fusión (HMSPP), un polipropileno (PP'), preferiblemente un polipropileno lineal (1-PP') y opcionalmente al menos un aditivo (A).

El componente principal en la composición de polipropileno actual es el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP). Por consiguiente la composición de polipropileno comprende al menos 70 % en peso, más preferiblemente al menos 75 % en peso, aún más preferiblemente al menos 80 % en peso, aún más preferiblemente al menos 85 % en peso, todavía aún más preferiblemente al menos 90 % en peso, como al menos 95 % en peso, del polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP).

Más preferiblemente la composición de polipropileno actual comprende

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

(b) opcionalmente 1 a 20 partes en peso, preferiblemente 1 a 10 partes en peso, más preferiblemente 1 a 5 partes en peso, de polipropileno (PP'), preferiblemente del polipropileno lineal (1-PP').

En una realización preferida el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMSPP), y el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-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) como se definió en mayor detalle arriba pero sin otros polímeros en una cantidad superior al 5% en peso, más preferiblemente superior al 2% en peso, aún más preferiblemente que exceden el 1% en peso, en base al peso total de la composición de polipropileno. En una realización específica la composición del polipropileno consiste en el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de la resistencia a la fusión alta (HMS-PP), el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), y al menos un aditivo (A).

Preferiblemente la cantidad total de aditivos (A) en la composición de polipropileno no es más de 5.0 % en peso, más preferiblemente no más de 1.0 % en peso, como en el intervalo de 0.005 a 0.5 % en peso, en base al peso total de la composición de polipropileno.

Por lo tanto, el presente procedimiento está dirigido a la fabricación de una composición de polipropileno que comprende

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

(b) opcionalmente 1 a 20 partes en peso, preferiblemente 1 a 10 partes en peso, más preferiblemente 1 a 5 partes en peso, de polipropileno (PP'), preferiblemente del polipropileno lineal (1-PP'), que tiene una tasa de flujo de fusión MFR2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min; y

(c) opcionalmente 0.005 a 5.0, preferiblemente 0.005 a 2.0, más preferiblemente 0.05 a 1.0, como 0.05 a 0.5, partes en peso de aditivos (A), en el que dichos aditivos(A) son preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

Como se mencionó anteriormente, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), es la parte dominante en la composición instantánea de polipropileno. En consecuencia se prefiere que la composición final de polipropileno muestre un comportamiento reológico similar al del polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP).

De esta forma la composición de polipropileno actual tiene

(a) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN, como de más de 20.0 a 50.0 cN, más preferiblemente de más de 21.0 cN, aún más preferiblemente de 21.0 a 50.0 cN, todavía más preferiblemente de 25.0 a 50.0 cN, aún todavía más preferiblemente de 25.0 a 45.0 cN, lo más preferiblemente de 30.0 a 45.0 cN, como de 32.0 a 42.0 cN;

y

- 5 (b) una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente de 225 a 300 mm/s, todavía más preferiblemente de 230 a 290 mm/s.

En la realización preferida especialmente, la composición de polipropileno actual tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 21.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 21.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 225 a 300 mm/s, aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, todavía aún más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, lo más preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de 30.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, como una resistencia a la fusión F_{30} de 32.0 a 42.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s.

Adicionalmente se prefiere que la composición de polipropileno actual tenga una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de no más de 7.0 g/10min, preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.5 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, como en el intervalo de 1.5 a 5.0 g/10min o como en el intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min.

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

- 25 (a) una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) medida de acuerdo con ISO 1133 de no más de 7.0 g/10min, preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, como en el intervalo de 1.5 a 5.0 g/10min o como en el intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min;

- 30 (b) una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN, como de más de 20.0 a 50.0 cN, más preferiblemente de más de 21.0 cN, aún más preferiblemente de 21.0 a 50.0 cN, todavía más preferiblemente de 25.0 a 50.0 cN, aún todavía más preferiblemente de 25.0 a 45.0 cN, lo más preferiblemente of 30.0 a 45.0 cN, como de 32.0 a 42.0 cN; y

(c) una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente de 225 a 300 mm/s, todavía más preferiblemente de 230 a 290 mm/s.

Por consiguiente en una realización más específica la presente composición de polipropileno actual tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) de no más de 7.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 210 a 300 mm/s, como una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, una resistencia a la fusión F_{30} de más de 21.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, una resistencia a la fusión F_{30} de 21.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 225 a 300 mm/s, aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 50.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, todavía aún más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, lo más preferiblemente una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 30.0 a 45.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s, como una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) en un intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min, una resistencia a la fusión F_{30} de 32.0 a 42.0 cN y extensibilidad de fusión v_{30} de 230 a 290 mm/s.

50 El hallazgo esencial de la presente invención es que el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), y/o la composición de polipropileno actual muestra un contenido de gel reducido. Por consiguiente se prefiere que el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), y/o la composición de polipropileno actual tiene/tenga un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso, más preferiblemente menos de 0.50 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 1.00 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 0.80 % en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 0.02 a menos de 0.50 % en peso.

Teniendo presente la información suministrada anteriormente, la presente invención cubre por ejemplo una composición de polipropileno que comprende

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

5 (b) opcionalmente 1 a 20 partes en peso, preferiblemente 1 a 10 partes en peso, más preferiblemente 1 a 5 partes en peso, de polipropileno (PP'), preferiblemente del polipropileno lineal (1-PP), que tiene una tasa de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 to 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más
10 preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min; y

(c) opcionalmente 0.005 a 5.0, preferiblemente 0.005 a 2.0, más preferiblemente 0.05 a 1.0, como 0.05 to 0.5, partes en peso de aditivos (A), en el que dichos aditivos(A) son preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes
15 deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos;

en la que la composición de polipropileno tiene

- una tasa de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) de no más de 7.0 g/10min, preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 7.0 g/10 min, más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.5 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, como en el intervalo de 1.5 a 5.0 g/10min o como en el intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min; y
20

- un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso, más preferiblemente menos de 0.50 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo of 0.01 a menos de 1.00 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 0.80 % en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 0.02 a menos de 0.50 % en peso;

25 y en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), tiene/tenga

- una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 20.0 cN, como de más de 20.0 a 50.0 cN, más preferiblemente de más de 21.0 cN, aún más preferiblemente de 21.0 a 50.0 cN, todavía más preferiblemente de 25.0 a 50.0 cN, aún todavía más preferiblemente de 25.0 a 45.0 cN, lo más preferiblemente de 30.0 a 45.0 cN, como de 32.0 a 42.0 cN; y

30 - una extensibilidad de fusión v₃₀ de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente de 225 a 300 mm/s, todavía más preferiblemente de 230 a 290 mm/s.

La espuma

35 Como se ha mencionado anteriormente, la presente invención también presenta una espuma que comprende la presente composición de polipropileno descrita aquí. Preferiblemente la espuma comprende al menos 70 % en peso, más preferiblemente al menos 80 % en peso, más preferiblemente al menos 90 % en peso, aún más preferiblemente al menos 95 % en peso, de la composición de polipropileno de acuerdo a la presente invención. En una realización preferida la espuma consiste en la composición de polipropileno actual (aparte de los agentes espumantes si todavía están presentes en la espuma después del procedimiento de formación de espuma).

40 El procedimiento

Un aspecto esencial de la presente invención es que la fabricación de la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP), es decir que comprende el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), mediante el uso del polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP). En otras palabras, la presente invención se relaciona con un procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que
45 comprende al polipropileno ramificado (b-PP), en el que el procedimiento comprende al menos un paso (a) en el que se hace reaccionar un polipropileno (PP) con una agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente que obtienen así el polipropileno ramificado (b-PP). Preferiblemente el presente procedimiento comprende después del paso (a) un paso adicional (b), en el que al polipropileno ramificado (b-PP), es decir al polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), se añade el polipropileno (PP'). Aún más preferido, el presente procedimiento comprende después del paso (a) un paso adicional (b), en la que al polipropileno ramificado (b-PP), es decir al polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), se añaden la mezcla de aditivos (AM) que comprende el polipropileno (PP') y los aditivos (A).
50

Posteriormente, la composición de polipropileno así producida se somete a un procedimiento de formación de espuma obteniendo de este modo una espuma que comprende la presente composición de polipropileno.
55

Con respecto a las definiciones y realizaciones preferidas de la espuma, la composición de polipropileno, el polipropileno ramificado (b-PP), el polipropileno (PP), el polipropileno (PP'), los aditivos (A) y la mezcla de aditivos, se hace referencia a la información proporcionada anteriormente.

Como se mencionó anteriormente, en el paso (a) del procedimiento para la fabricación de la composición de polipropileno, el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), se obtiene mediante el tratamiento del polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), con agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica. Sin embargo en tales casos existe un alto riesgo que se degrade el polipropileno (PP), preferiblemente el polipropileno lineal (PP), lo cual es perjudicial. De esta forma se prefiere que se logre la modificación química mediante el uso adicional de monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente como unidades de puente químicamente unidas. Un método simple para obtener el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), es por ejemplo divulgado en los documentos EP 0 787 750, EP 0 879 830 A1 y EP 0 890 612 A2. Por lo tanto, la cantidad de agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica, preferiblemente de peróxido, esta preferiblemente en el intervalo de 0.05 a 3.00 % en peso en base a la cantidad del polipropileno (PP). Típicamente los agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica se añaden junto con los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (1-PP). Sin embargo es posible, pero menos preferible, que primero los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente se/sean añadidos al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (1-PP), y posteriormente los agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica, o de otra forma,

primero se añaden los agentes de formación de radicales libres de descomposición térmica al polipropileno (PP), preferiblemente al polipropileno lineal (1-PP), y posteriormente a los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente.

Con respecto a los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente usados para la manufactura del polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), se hace referencia a la sección "el polipropileno ramificado".

Como se estableció anteriormente se prefiere que los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente se usen en la presencia de un agente de formación de radicales libres de descomposición térmica.

Los peróxidos son agentes de formación de radicales libres de descomposición térmicas preferidos. Más preferiblemente el agente de formación de radicales libres de descomposición térmicas son seleccionados del grupo que consiste en peróxido de acilo, peróxido de alquilo, hidroperóxido, peréster y peroxicarbonato.

En particular se prefieren los siguientes peróxidos listados:

Peróxidos de acilo: peróxido de benzoilo, peróxido de 4-clorobenzoilo, peróxido de 3-metoxibenzoilo y/o peróxido de metilbenzoilo.

Peróxidos de alquilo: peróxido de alil-t-butilo, 2,2-bis(t-butilperoxibutano), 1,1-bis(t-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, n-butil-4,4-bis(t-butilperoxi)valerato, peróxido de diisopropilaminometil-t-amilo, peróxido de dimetilaminometil-t-amilo, peróxido de dietilaminometil-t-butilo, 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-hidroxibutilo n-butilo.

Perésteres y peroxi carbonatos: butil peracetato, cumil peracetato, cumil perpropionato, ciclohexil peracetato, di-t-butil peradipato, di-t-butil perazelato, di-t-butil perglutarato, di-t-butil pertalato, di-t-butil persebacato, 4-nitrocumil perpropionato, 1-feniletil perbenzoato, feniletil nitro-perbenzoato, t-butilbiciclo-(2,2,1)heptano percarboxilato, t-butil-4-carbometoxi perbutirato, t-butilciclobutano percarboxilato, t-butilciclohexil peroxicarboxilato, t-butilciclopentil percarboxilato, t-butilciclopropano percarboxilato, t-butildimetil percinnamato, t-butil-2-(2,2-difenilvinil) perbenzoato, t-butil-4-metoxi perbenzoato, t-butilperbenzoato, t-butilcarboxiciclohexano, t-butil pernaftoato, t-butil peroxiisopropilcarbonato, t-butil pertoluato, t-butil-1-fenilciclopropil percarboxilato, t-butil-2-propilperpenteno-2-oato, t-butil-1-metilciclopropil percarboxilato, t-butil-4-nitrofenil peracetato, t-butilnitrofenil peroxicarbamato, t-butil-N-succinimido percarboxilato, t-butil percrotonato, ácido permaleico t-butil, t-butil permetacrilato, t-butil peroctoato, t-butil peroxiisopropilcarbonato, t-butil perisobutirato, t-butil peracrilato y/o t-butil perpropionato.

También se contemplan mezclas de estos agentes formadores de radicales libres listados anteriormente.

Preferiblemente se inicia el paso (b) cuando al menos 70 %, preferiblemente al menos 80 %, aún más preferiblemente al menos 90 %, como al menos 95 o 99 %, de la reacción entre el polipropileno (PP) y se ha producido el agente formador de radicales libres que se descompone térmicamente y opcionalmente el monómero insaturado bifuncionalmente para obtener el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP).

En una realización preferida, se usa un extrusor, tal como un extrusor de doble tornillo, para el paso (a) y para el paso opcional (b).

El uso de un extrusor es particularmente ventajoso porque puede usarse simultáneamente para la preparación del propileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), y posteriormente para añadir el polipropileno (PP') o para añadir la mezcla de aditivos (AM) a dicho propileno ramificado (b-PP). En una realización preferida, el polipropileno (PP) se añade a un extrusor junto con – como se describió anteriormente en mayor detalle – el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica, preferiblemente un peróxido, y opcionalmente con los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con los polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente, preferiblemente con los monómeros insaturados bifuncionalmente seleccionados de compuestos de divinilo, compuestos de alilo o dienos, para proporcionar el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), en el paso (a). También es posible usar una combinación de un extrusor corriente abajo, un dispositivo de premezcla, en el que los monómeros insaturados bifuncionalmente y/o los polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente y el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica se añaden al polipropileno en el dispositivo de premezcla.

Posteriormente, en un paso (b) el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP), o la mezcla de aditivos (AM) en base a dicho polipropileno (PP'), preferiblemente en base a dicho polipropileno lineal (1-PP'), que comprende el al menos un aditivo (A) se añade preferiblemente al extremo corriente abajo del extrusor de tornillo con el fin de no interferir con la reacción de modificación para proporcionar el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMSPP), como se describió anteriormente. En este respecto, se entiende el término "extremo corriente abajo del extrusor de tornillo" como dentro del último 60% de la longitud del extrusor de tornillo, preferiblemente dentro del último 65% de la longitud del extrusor de tornillo, más preferiblemente al menos el 70% de la longitud del extrusor de tornillo, como al menos el 75% de extrusor de tornillo.

Por consiguiente, el extrusor (E) usado para el presente procedimiento preferiblemente comprende en la dirección de operación una garganta de alimentación (FT), una primera zona de mezcla (MZ1), una segunda zona de mezcla (MZ2) y una matriz (D), en la que entre la primera zona de mezcla (MZ1) y la segunda zona de mezcla (MZ2) se encuentra una garganta de alimentación lateral (SFT). Preferiblemente el extrusor es un extrusor de tornillo, como un extrusor de doble tornillo. Por consiguiente el polipropileno (PP), el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica, preferiblemente un peróxido, y opcionalmente el monómero bifuncionalmente insaturado y/o el monómero polimérico de peso molecular bajo multifuncionalmente insaturado, preferiblemente seleccionado de compuestos de divinilo, compuestos de alilo o dienos, pero no el polipropileno (PP'), es decir no el polipropileno lineal (1-PP'), y no los aditivos (A), se alimentan a través de la garganta de alimentación (FT), de este modo preferiblemente usando un alimentador, en el extrusor y se pasan posteriormente corriente abajo a través de la primera zona de mezcla (MZ1). Preferiblemente, la tensión de cizallamiento en dicha primera zona de mezcla (MZ1) es de tal magnitud que se funde el polipropileno (PP) y se inicia la reacción química con el agente formador de radicales y con el monómero opcionalmente insaturado bifuncionalmente y/o polímero de peso molecular bajo multifuncionalmente insaturado. Después de la primera zona de mezcla (MZ1), es decir entre la primera zona de mezcla (MZ1) y la segunda zona de mezcla (MZ2), se añade el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP') o la mezcla de aditivos (AM), es decir alimentado en el extrusor. Preferiblemente se añade el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), o la mezcla de aditivos (AM) a través de la garganta de alimentación lateral (SFT), de este modo preferiblemente usando un alimentador lateral. Posteriormente todos los componentes de la composición de polipropileno, que incluyen el polipropileno (PP'), preferiblemente el polipropileno lineal (1-PP'), o la mezcla de aditivos (AM) se pasan corriente abajo a través de la segunda zona de mezcla (MZ2). Finalmente se descarga la composición de polipropileno a través de la matriz (D).

Preferiblemente, la primera zona de mezcla (MZ1) es más larga que la segunda zona de mezcla (MZ2). Preferiblemente la proporción de longitud entre la primera zona de mezcla (MZ1) a la segunda zona de mezcla (MZ2) [mm (MZ1) / mm (MZ2)] es al menos 2/1, más preferiblemente 3/1, aún más preferiblemente en el intervalo de 2/1 a 15/1, aún más preferiblemente 3/1 a 10/1.

El procedimiento de formación de espuma está en el conocimiento experto. En tal procedimiento, una masa fundida de la composición de polipropileno real que comprende un agente espumante gaseoso tal como butano, HFC o CO₂ se expande repentinamente a través de la caída de presión. Pueden aplicarse procedimientos continuos de formación de espuma así como procedimientos discontinuos. En un procedimiento de formación de espuma continua, la composición de polipropileno se funde y se carga con gas en un extrusor bajo presiones típicamente por encima de 20 bar antes de ser extrudida a través de una matriz donde la caída de presión causa la formación de una espuma. El mecanismo de formación de espuma de polipropileno en la extrusión de espuma se explica, por ejemplo, en HE Naguib, CB Park, N. Reichelt, Fundamental foaming mechanisms governing the volume expansion of extruded polypropylene foams, Journal of Applied Polymer Science, 91, 2661-2668 (2004). Los procedimientos para la formación de espuma se describen en S. T. Lee, Extrusion Foam, Technomic Publishing (2000). En un procedimiento de formación de espuma discontinua, las micro(pellas) de la composición de polipropileno se cargan con un agente espumante bajo presión y se calientan por debajo de la temperatura de fusión antes de que la presión en el autoclave se relaje repentinamente. El agente espumante disuelto forma burbujas y crea una estructura de espuma. Tal preparación de perlas de espuma de manera discontinua se describe por ejemplo en el documento DE 3 539 352.

El uso

Adicionalmente la invención está dirigida al uso de polipropileno (PP) que tiene una rata de flujo de fusión MFR₂ (230°C) de más de 0.5 g/10min en la fabricación de un polipropileno ramificado (b-PP) y de esta forma en la fabricación de una composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el contenido de gel del polipropileno ramificado (b-PP) y/o de la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP). Preferiblemente se reduce el contenido de gel en caso que el polipropileno ramificado (b-PP) y/o la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso, más preferiblemente menos de 0.50 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 1.00 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 0.80 % en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 0.02 a menos de 0.50 % en peso.

Las realizaciones preferidas de polipropileno (PP) son las definidas en la sección "el polipropileno (PP)". En cuanto al polipropileno ramificado (b-PP) preferido y la composición de polipropileno preferida, se hace referencia a la sección "polipropileno ramificado (b-PP)" y a la sección "la composición de polipropileno", respectivamente. Preferiblemente el polipropileno (PP) se usa en un procedimiento como se describe en la sección "el procedimiento". Por consiguiente, también se prefieren todas las realizaciones preferidas discutidas anteriormente para el polipropileno ramificado (b-PP), la composición de polipropileno, el polipropileno (PP), el polipropileno (PP'), los aditivos (A) y la mezcla de aditivos, para el presente uso. De esta forma, por ejemplo, la presente invención está dirigida al uso de un polipropileno (PP) en el procedimiento para la fabricación de un polipropileno ramificado (b-PP) y por lo tanto para la fabricación de una composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el contenido en gel del polipropileno ramificado (b-PP) y/o de la composición el polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP), en el que el procedimiento comprende al menos un paso (a) en el que el polipropileno se hizo reaccionar con un agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente obteniendo así el polipropileno ramificado (b-PP),

en el que

(a) el polipropileno (PP) tiene

(a1) una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min;

(a2) preferiblemente una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 1.0 cN, más preferiblemente de más de 2.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.0 inferior a 68.0 cN, aún más preferiblemente en el intervalo de 1.5 a 65.0 cN, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 2.0 a 60.0 cN, como preferiblemente en el intervalo de 2.5 a 50.0 cN, sumamente en el intervalo of 2.5 a 45.0 cN; y

(a3) preferiblemente una extensibilidad de fusión v₃₀ inferior a 200 mm/s, más preferiblemente inferior a 190 mm/s, aún más preferiblemente en el intervalo de 100 inferior a 200 mm/s, aún más preferiblemente en el intervalo de 120 a 190 mm/s, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 120 a 175 mm/s, como en el intervalo de 125 a 170 mm/s;

y

(b) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen

(b1) una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) de no más de 7.0 g/10min, preferiblemente en un intervalo de 0.5 de 7.0 g/10 min, más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.5 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 0.5 a 6.0 g/10 min, aún más preferiblemente en un intervalo de 1.0 a 6.0 g/10 min, como en el intervalo de 1.5 a 5.0 g/10min o como en el intervalo de 1.0 a 5.0 g/10min;

(b2) una resistencia a la fusión F₃₀ de más de 20.0 cN, como de más de 20.0 to 50.0 cN, más preferiblemente de más de 21.0 cN, aún más preferiblemente de 21.0 a 50.0 cN, todavía más preferiblemente de 25.0 a 50.0 cN, todavía aún más preferiblemente de 25.0 a 45.0 cN, lo más preferiblemente de 30.0 a 45.0 cN, como de 32.0 a 42.0 cN; y

(b3) una extensibilidad de fusión v₃₀ de más de 210 a 300 mm/s, como de más de 220 a 300 mm/s, más preferiblemente de más de 225 mm/s, aún más preferiblemente de 225 a 300 mm/s, todavía más preferiblemente de 230 a 290 mm/s;

en la que adicionalmente

el contenido de gel se reduce en caso que el polipropileno ramificado (b-PP) y/o la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso,

preferiblemente de menos de 0.80 % en peso, más preferiblemente menos de 0.50 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 1.00 % en peso, aún más preferiblemente en el intervalo de 0.01 a menos de 0.80 % en peso, todavía aún más preferiblemente en el intervalo de 0.02 a menos de 0.50 % en peso.

- 5 En una realización el polipropileno ramificado (b-PP), es decir el polipropileno de resistencia a la fusión alta (HMS-PP), se ha mezclado con un polipropileno (PP') o con una mezcla de aditivos (AM) después del paso (A). Por consiguiente la composición de polipropileno preferiblemente comprende

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

- 10 (b) opcionalmente 1 a 20 partes en peso, preferiblemente 1 a 10 partes en peso, más preferiblemente 1 a 5 partes en peso, de polipropileno (PP'), preferiblemente del polipropileno lineal (1-PP), que tiene una rata de flujo de fusión MFR2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 g/10min, preferiblemente en el intervalo de más de 0.5 a 18.0 g/10min, como de más de 0.5 a 15.0 g/10min o de más de 0.6 a 15.0 g/10min, más preferiblemente de más de 0.5 inferior a 10.0 g/10min, aún más preferiblemente de más de 0.6 a 9.0 g/10min, todavía más preferiblemente de 0.8 a 8.0 g/10min; y

- 15 (c) opcionalmente 0.005 a 5.0, preferiblemente 0.005 a 2.0, más preferiblemente 0.05 a 1.0, como 0.05 a 0.5, partes en peso de aditivos (A), en el que dichos aditivos(A) son preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos.

- 20 A continuación, la presente invención se describe en mayor detalle a manera de ejemplos.

Ejemplos

A. Métodos de medición

Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican a la anterior descripción general de la invención, así como a los siguientes ejemplos, a menos que se defina lo contrario.

- 25 Contenido de comonomero en polipropileno

El contenido de comonomero se determina mediante espectroscopia infrarroja transformada de Fourier cuantitativa (FTIR) después de la asignación básica calibrada mediante espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa¹³C de una manera bien conocida en la técnica. Las películas delgadas se prensan hasta un espesor de 250 µm y los espectros se registran en el modo de transmisión.

- 30 Específicamente, el contenido de etileno de un copolímero de polipropileno-co-etileno se determina usando el área máxima corregida de línea base de las bandas cuantitativas encontradas en 720-722 y 730-733 cm⁻¹. Los copolímeros de propileno-1-buteno se evaluaron a 767 cm⁻¹. Se obtienen resultados cuantitativos en base a la referencia al espesor de la película.

- 35 Temperatura de fusión (T_m) y calor de fusión (H_f), temperatura de cristalización (T_c) y calor de cristalización (H_c): medida con calorimetría diferencial de barrido (DSC) Mettler TA820 en muestras de 5 a 10 mg. DSC se ejecuta de acuerdo con ISO 3146 / parte 3 / método C2 en un ciclo de calor / frío / calor con una rata de barrido de 10°C/min en el intervalo de temperatura de +23 a + 210°C. La temperatura de cristalización y el calor de cristalización (H_c) se determinan a partir del paso de enfriamiento, mientras que la temperatura de fusión y el calor de fusión (H_f) se determina a partir del segundo paso de calentamiento

- 40 MFR₂ (230°C), se mide de acuerdo con ISO 1133 (230 °C, 2,16 kg de carga).

Resistencia a la fusión F₃₀ y extensibilidad de fusión v₃₀

La prueba aquí descrita sigue la ISO 16790: 2005.

- 45 El comportamiento de solidificación por deformación se determina por el método descrito en el artículo "Rheotens-Mastercurves and Drawability of Polymer Melts", M. H. Wagner, Polymer Engineering and Science, Vol. 36, páginas 925 a 935. El comportamiento de solidificación por deformación de los polímeros se analiza mediante el aparato de Rheotens (producto de Göttfert, Siemensstr.2, 74711 Buchen, Alemania) en el que un cordón de fusión es alargado por estiramiento con una aceleración definida.

- 50 El experimento de Rheotens simula procedimientos industriales de hilado y extrusión. En principio, una masa fundida es prensada o extrudida a través de una matriz redonda y se transporta la hebra resultante. La tensión sobre el material extruido se registra, como una función de las propiedades de fusión y los parámetros de medición (especialmente la proporción entre la velocidad de salida y de transporte, prácticamente una medida para la rata de extensión). Para los resultados presentados a continuación, los materiales se extruyeron con un sistema de extrusor de laboratorio HAAKE PolyLab y una bomba de engranajes con matriz cilíndrica (L/D = 6.0/2.0 mm). La bomba de

- engranajes se ajustó previamente a una rata de extrusión de hilos de 5 mm/s, y la temperatura de fusión se ajustó a 200°C. La longitud de la línea de hilado entre la matriz y las ruedas de Rheotens fue de 80 mm. Al comienzo del experimento, la velocidad de recogida de las ruedas de Rheotens se ajustó a la velocidad del filamento de polímero extrudido (fuerza de tensión cero): entonces el experimento se inició aumentando lentamente la velocidad de recogida de las ruedas de Rheotens hasta que el filamento del polímero se rompe. La aceleración de las ruedas era suficientemente pequeña para que la fuerza de tensión se midiera en condiciones casi constantes. La aceleración del filamento fundido estirado es de 120 mm/seg². El Rheotens fue operado en combinación con el programa de PC EXTENS. Se trata de un programa de adquisición de datos en tiempo real, que muestra y almacena los datos medidos de la fuerza de tensión y la velocidad de estiramiento. Los puntos finales de la curva de Rheotens (fuerza versus velocidad de rotación de polea) se toman como valores de resistencia a la fusión F_{30} y capacidad de estiramiento.

Contenido de gel

- Se ponderan aproximadamente 2 g del polímero (m_p) y se ponen en una malla de metal que se pesa (m_{p+m}). El polímero en la malla se extrae en un aparato soxhlet con xileno en ebullición durante 5 horas. El eluyente se reemplaza entonces con xileno fresco y la ebullición se continúa durante otra hora. Posteriormente, la malla se seca y se vuelve a pesar (m_{XHU+m}). La masa de los insolubles en caliente del xileno (m_{XHU}) obtenidos por la fórmula $m_{XHU+m} - m_m = m_{XHU}$ se pone en relación con el peso del polímero (m_p) para obtener la fracción de insolubles en xileno m_{XHU}/m_p .

Tamaño de partícula/distribución del tamaño de partícula

- Se realizó un ensayo de gradación sobre las muestras de polímero. El análisis de tamiz implicó una columna anidada de tamices con malla de alambre con los siguientes tamaños: > 20 μm , > 32 μm , > 63 μm , > 100 μm , > 125 μm , > 160 μm , > 200 μm , > 250 μm , > 315 μm , > 400 μm , > 500 μm , > 710 μm , > 1 mm, > 1.4 mm, > 2 mm, > 2.8 mm. Las muestras se vertieron en el tamiz superior que tiene las aberturas de criba más grandes. Cada uno de los tamices inferiores en la columna tiene aberturas más pequeñas que la anterior (véanse los tamaños indicados anteriormente). En la base está el receptor. La columna se ubicó en un agitador mecánico. El agitador sacudió la columna. Una vez terminada la agitación, se pesó el material en cada tamiz. El peso de la muestra de cada tamiz se dividió entonces por el peso total para dar un porcentaje retenido en cada tamiz.

B. Ejemplos

Polipropileno lineal (1-PP)

- 1-PP1 es un homopolímero de propileno lineal que tiene un MFR_2 (230°C) de 0.37 g/10min, un d_{50} de 1,100 μm , un d_{90} de 1,650 μm , una temperatura de fusión T_m de 164 °C, una resistencia a la fusión F_{30} de 68 cN y extensibilidad de fusión v_{30} 146 mm/s. 1-PP2 es un homopolímero de propileno lineal que tiene un MFR_2 (230°C) de 0.90 g/10min, un d_{50} de 625 μm , un d_{90} de 970 μm , una temperatura de fusión T_m de 162°C, una resistencia a la fusión F_{30} de 39 cN y extensibilidad de fusión v_{30} 155 mm/s.

- 35 Mezcla de aditivos

Se usaron los polipropilenos lineales 1-PP2 para proporcionar la mezcla de aditivos (AM) que contienen aditivos adicionales como un lote madre para incorporar en un polímero base del polipropileno ramificado. La mezcla de aditivos contiene 85% en peso de los polipropilenos lineales 1-PP1, 10.00 % en peso de Irganox B 225 FF (antioxidante), y 2.50 % en peso de Hydrotalcit y 2,50 % en peso de Ca Estearato.

- 40 **Ejemplos de la invención IE1 y IE2 y Ejemplos comparativos CE1 a CE3:**

- Se sometió 1-PP1 para los ejemplos comparativos CE1 a CE3 y 1-PP2 para los ejemplos de la invención IE1 e IE2 a una extrusión reactiva en la presencia de butadieno y peróxido como se describió a continuación. Tanto el butadieno como el peróxido (solución al 75% de carbonato de isopropilo tert-butilperoxi "Trigonox BPIC-C75" de Akzo Nobel) (las cantidades se indican en la Tabla 3) se mezclaron previamente con el polvo de 1-PP1 o el polvo de 1-PP2 para el paso de mezcla en estado fundido en un mezclador horizontal con agitador de paletas a una temperatura de 65°C, manteniendo un tiempo de residencia promedio de 15 a 20 minutos. La premezcla se transfirió bajo atmósfera inerte a un extrusor de doble tornillo co-rotatorio del tipo Theyson TSK60 que tenía un diámetro de barril de 60 mm y una proporción L/D de 48 equipada con un tornillo de mezcla de alta intensidad que tenía 3 zonas de amasado y una configuración de eliminación de gases de dos etapas. El perfil de temperatura de fusión se da en la tabla 1. La velocidad y el rendimiento del tornillo se indican en la tabla 2. En los primeros 3/4 de la longitud del extrusor se produce el polipropileno ramificado (b-PP). Posteriormente, a través de un alimentador lateral, es decir en el último 1/4 de la longitud del extrusor, la mezcla de aditivos se alimenta al extrusor al polipropileno ramificado (b-PP) producido. La composición de polipropileno extruida se descarga y se transforma en pellas. A partir de las pellas se ha medido el contenido de gel. Las propiedades finales se indican en la tabla 3.

Tabla 1: Ajuste del perfil de temperatura en el extrusor

Zona		1 a 6	7	8	9	10	11	12	13	14
Temperatura	[°C]	280	270	260	220	250	270	240	240	230

Tabla 2: Condiciones de procedimiento

		IE 1	IE 2	CE 1	CE 2	CE 3
Peróxido*	[% en peso]	0.675	0.750	0.675	0.825	0.860
butadieno*	[% en peso]	1.6	1.8	1.6	1.5	1.9
Velocidad de tornillo	[rpm]	400	400	400	400	400
Rendimiento	[kg/h]	225	225	225	225	225
Mezcla de aditivos*	[% en peso]	2	2	2	2	2
* en base a la cantidad total de la composición de polipropileno						

Tabla 3: Propiedades de la composición de polipropileno

	MFR ₂	F ₃₀	V ₃₀	Contenido de gel
	[g/10min]	[cN]	[mm/s]	[% en peso]
IE1	2.3	35.6	249	0.04
IE2	2.6	36.9	249	0.10
CE1	2.2	31.0	253	0.76
CE2	1.9	32.3	249	1.31
CE3	1.5	36.6	241	2.03

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), el procedimiento que comprende al menos un paso (a) en el que se hace reaccionar un polipropileno (PP) con un agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente que obtienen de esta forma el polipropileno ramificado (b-PP), en el que
 - (a) el polipropileno (PP) tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de más de 0.5 g/10min;
 - (b) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790:2005, y
 - (c) el polipropileno (PP) se usa en la forma de partículas que tienen una distribución de tamaño de partícula d_{90} inferior a 1,500 μm , d_{50} inferior a 1,000 μm , y una proporción d_{90}/d_{50} inferior a 1.80.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el polipropileno (PP)
 - (a) es un homopolímero de propileno;
 - (b) es un polipropileno lineal (1-PP) que tiene preferiblemente una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790:2005.
3. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, en el que
 - (a) el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica es un peróxido; y/o
 - (b) el monómero insaturado bifuncionalmente es seleccionado del grupo que consiste en compuestos de divinilo, compuestos de alilo y dienos.
4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, en el que el procedimiento comprende posteriormente al paso (a) un paso adicional (b), en el que al polipropileno ramificado (b-PP) se añade un polipropileno (PP') que tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de 0.5 a 18.0 g/10min.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que
 - (a) se inicia el paso (b) cuando al menos 80 % de la reacción entre el polipropileno (PP) y el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente el monómero insaturado bifuncionalmente ha tomado lugar;
 - (b) el polipropileno (PP') es un polipropileno lineal (1-PP'), dicho polipropileno lineal (1-PP') preferiblemente tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, más preferiblemente tiene una resistencia a la fusión F_{30} de más de 1.0 inferior a 68.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} inferior a 200 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790:2005.
6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, en el que se logran el paso (a) y el paso opcional (b) en un extrusor, dicho extrusor preferiblemente comprende en dirección de operación un primera zona de mezcla (MZ1) y una segunda zona de mezcla (MZ2), en el que además el paso (a) toma lugar en una primera zona de mezcla (MZ1) mientras el paso (b) toma lugar en la segunda zona de mezcla (MZ2), preferiblemente el extrusor comprende en dirección de operación un garganta de alimentación (FT), la primera zona de mezcla (MZ1), la segunda zona de mezcla (MZ2) y una matriz (D), en la que entre la primera zona de mezcla (MZ1) y la segunda zona de mezcla (MZ2) está localizada una garganta de alimentación lateral (SFT), en la que además el polipropileno (PP), el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica, y opcionalmente el monómero insaturado bifuncionalmente se alimenta a través de una garganta de alimentación (FT) y el polipropileno (PP') se alimenta a través de la garganta de alimentación lateral (SFT).
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en la que
 - (a) la reacción entre el polipropileno (PP) y el agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente el monómero insaturado bifuncionalmente toma lugar en la primera zona de mezcla (MZ1); y/o
 - (b) no más de 10 % en peso de la cantidad total del polipropileno ramificado (b-PP) de la composición de polipropileno se produce en la segunda zona de mezcla (MZ2).

8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que se añaden 1 a 5 partes en peso del polipropileno (PP') a 95 a 99 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), preferiblemente en el que se añaden 1 a 3 partes en peso del polipropileno (PP') a 97 a 99 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP), más preferiblemente en el que se añaden 2 partes en peso del polipropileno (PP') a 98 partes en peso de polipropileno ramificado (b-PP).
9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, en el que
- (a) el polipropileno (PP') comprende al menos un aditivo (A) seleccionado del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos;
- y/o
- (b) el polipropileno ramificado (b-PP) es libre de aditivos (A).
10. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones, en el que la composición de polipropileno resultante tiene
- (a) una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 cN a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de 210 a 300 mm/s;
- y/o
- (b) un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso.
11. La composición de polipropileno obtenible mediante el procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 que comprende
- (a) 95 a 99 partes en peso de un polipropileno ramificado (b-PP);
- (b) opcionalmente 1 a 5 partes en peso de un polipropileno (PP') que tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 a 18.0 g/10min; y
- (c) opcionalmente 0.005 a 5.0 partes en peso de aditivos (A), en el que dichos aditivos(A) son preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos;
- en el que la composición de polipropileno tiene
- una rata de flujo de fusión MFR_2 (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de 1.0 inferior a 7.0 g/10min, y
- un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso;
- y en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de 25.0 cN a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de 210 a 300 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790:2005.
12. El procedimiento para la fabricación de una espuma que comprende
- (A) el procedimiento para proporcionar una composición de polipropileno que comprende un polipropileno ramificado (b-PP), el procedimiento comprende al menos un paso (a) en el que se hace reaccionar un polipropileno (PP) con un agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente que obtienen por lo tanto el polipropileno ramificado (b-PP),
- en el que
- (i) el polipropileno (PP) tiene una rata de flujo de fusión MFR_2 (230°C) de más de 0.5 g/10min;
- (ii) la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F_{30} de más de 20.0 cN y una extensibilidad de fusión v_{30} de más de 200 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F_{30} y la extensibilidad de fusión v_{30} se miden de acuerdo con ISO 16790:2005, y
- (iii) se usa el polipropileno (PP) en la forma de partículas que tienen una distribución de tamaño de partícula d_{90} inferior a 1,500 μm , d_{50} inferior a 1,000 μm , y una proporción d_{90}/d_{50} inferior a 1.80,
- (B) someter la composición de polipropileno del paso (A) a un procedimiento de formación de espuma que obtiene por lo tanto una espuma.

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la composición de polipropileno comprende

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

(b) opcionalmente 1 a 5 partes en peso de un polipropileno (PP') que tiene una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 a 18.0 g/10min,

5 (c) opcionalmente 0.005 a 5.0 partes en peso de aditivos (A), en el que dichos aditivos(A) son preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos;

en el que la composición de polipropileno tiene

10 - una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de 1.0 inferior a 7.0 g/10min, y

- un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso;

y en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F₃₀ de 25.0 cN a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ de 210 a 300 mm/s, en la que la resistencia a la fusión F₃₀ y la extensibilidad de fusión v₃₀ se miden de acuerdo con ISO 16790:2005.

15 14. Procedimiento para la fabricación de una espuma que comprende el paso de someter una composición de polipropileno a un procedimiento de formación de espuma obteniendo de este modo una espuma, en el que la composición de polipropileno comprende

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

20 (b) opcionalmente 1 a 5 partes en peso de un polipropileno (PP') que tienen una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 de más de 0.5 a 18.0 g/10min,

(c) opcionalmente 0.005 a 5.0 partes en peso de aditivos (A), en el que dichos aditivos(A) son preferiblemente seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, desactivadores metálicos, estabilizadores UV, agentes antiestáticos, agentes contra la formación de niebla, eliminadores de ácido, agentes de soplado, agentes adhesivos, lubricantes, agentes de nucleación, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y mezclas de los mismos;

25 en el que la composición de polipropileno has

- una rata de flujo de fusión MFR₂ (230 °C) medida de acuerdo con ISO 1133 of 1.0 inferior a 7.0 g/10min, y

- un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso;

30 y en el que la composición de polipropileno y/o el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen una resistencia a la fusión F₃₀ de 25.0 cN a 50.0 cN y una extensibilidad de fusión v₃₀ de 210 a 300 mm/s, en el que la resistencia a la fusión F₃₀ y la extensibilidad de fusión v₃₀ se miden de acuerdo con ISO 16790:2005, en el que se obtiene la composición de polipropileno mediante un procedimiento que comprende al menos un paso (a) en el que un polipropileno (PP) se hace reaccionar con un agente de formación de radicales libres de descomposición térmica y opcionalmente con monómeros insaturados bifuncionalmente y/o con polímeros de peso molecular bajo insaturados multifuncionalmente que obtienen de este modo el polipropileno ramificado (b-PP),

35 en el que

(i) el polipropileno (PP) tiene una rata de flujo de fusión MFR₂ (230°C) de más de 0.5 g/10min;

(iii) el polipropileno (PP) se usa en la forma de partículas que tienen una distribución de tamaño de partícula d₉₀ inferior a 1,500 µm, d₅₀ inferior a 1,000 µm, y una proporción d₉₀/d₅₀ inferior a 1.80.

15. Espuma que comprende una composición de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 11.

40 16. Uso de un polipropileno (PP) que tiene una rata de flujo de fusión MFR₂ (230°C) de más de 0.5 g/10min y una distribución de tamaño de partícula de d₉₀ inferior a 1,500 µm, d₅₀ inferior a 1,000 µm, y una proporción d₉₀/d₅₀ inferior a 1.80, en el procedimiento para la fabricación de una polipropileno ramificado (b-PP) y de esta forma en el procedimiento para la fabricación de una composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) para reducir el contenido de gel del polipropileno ramificado (b-PP) y/o de la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP).

45 17. Uso de acuerdo con la reivindicación 16, en el que el procedimiento se definió además de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 11.

18. Uso de acuerdo con la reivindicación 16 o 17, en el que se reduce el contenido en caso que el polipropileno ramificado (b-PP) y/o la composición de polipropileno que comprende el polipropileno ramificado (b-PP) tiene/tienen un contenido de gel de menos de 1.00 % en peso, preferiblemente de menos de 0.80 % en peso.