

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 667**

51 Int. Cl.:

C09J 123/14 (2006.01)

C08L 23/14 (2006.01)

C08F 2/00 (2006.01)

C08L 23/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2016 PCT/EP2016/062268**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17016711**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2016 E 16726096 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3328955**

54 Título: **Composición de polipropileno con fuerza de adhesión en caliente mejorada**

30 Prioridad:

30.07.2015 EP 15179158
21.09.2015 EP 15185996

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WANG, JINGBO;
EK, CARL-GUSTAF;
SÓNMEZ, ANIL;
BERNREITNER, KLAUS y
GAHLEITNER, MARKUS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 790 667 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Composición de polipropileno con fuerza de adhesión en caliente mejorada

5 La presente invención se refiere a una composición de polipropileno útil en la preparación de películas termosellables y adhesivos fundidos en caliente. La invención también se refiere a un proceso para la fabricación de la composición de polipropileno, al uso de la composición en película de adhesión en caliente y adhesivos, a artículos, en particular películas y adhesivos que comprenden la composición de polipropileno y procesos para la fabricación de los mismos.

10 En el campo del empaque, frecuentemente es deseable revestir un artículo, sustrato o película con el fin de proporcionar propiedades de sellado en caliente. Un recubrimiento deseable particular es el de una película termosellable que es capaz de unirse a sí misma, a otra película o a otro sustrato con la aplicación de calor y/o presión. De esta manera, el artículo, el sustrato o película puede ser sellado para formar estructuras, tales como
15 bolsas u otros materiales de empaque. Las aplicaciones particularmente exigentes de películas, como el empaque de formas y cargas requieren, además de otras propiedades como la baja temperatura de iniciación del sellado, buenas propiedades de adhesión en caliente. La adhesión en caliente es la fuerza de unión medible mientras que el polímero en la porción sellada con calor de una película está en un estado semifundido/solidificante. Esta fuerza de unión se expresa aquí y en lo sucesivo en la fuerza de adhesión en caliente (N) necesaria para desgarrar capas
20 selladas que comprenden la composición de la invención y que se mide como se describe en la sección experimental siguiente.

Los laminados y películas de una o varias capas que tienen una capa termosellable se usan frecuentemente en
25 máquinas de empaque de formas y cargas. Estas máquinas crean a partir de la película un flujo continuo de empaques que pueden cerrarse con sellos de película a película. Tales empaques generalmente se producen en un proceso que sella térmicamente al mismo tiempo el fondo del empaque y lo llena mientras está en posición vertical u horizontal. De este modo, el termosellado, aún en estado semifundido/solidificante, debe ser capaz de resistir el peso de un producto introducido en el empaque y generalmente también soporta una presión de aire generalmente
30 utilizada para ayudar en el transporte del producto. La adhesión en caliente es generalmente un factor importante para mejorar la eficiencia de un proceso de producción de empaques.

En el campo de la película de poliolefina, las propiedades de un tipo específico de película provienen generalmente de la composición de poliolefina comprendida en la película. Por lo tanto, existe una necesidad general de una
35 composición de poliolefina que tenga buenas propiedades de adhesión en caliente.

La propiedad de adhesión en caliente también es importante en otras aplicaciones en donde se utilizan adhesivos de fusión en caliente. Los adhesivos de fusión en caliente se utilizan en aplicaciones como, por ejemplo, la producción de pañales desechables y toallas sanitarias, empaque, sellado de cajas y cartones, encuadernación, etiquetado de
40 botellas, carpintería, textiles y aplicaciones sensibles a la presión.

WO2011064119 describe composiciones de poliolefina útiles en la preparación de películas termosellables, que contienen copolímeros de propileno y otros componentes de poliolefina, en particular composiciones de poliolefina que comprenden, todos los porcentajes son en peso:

- 45 a) desde 60 hasta 94 % de uno o más copolímeros de propileno con uno o más comonómeros seleccionados entre etileno, una alfa-olefina C₄-C₈ y combinaciones de los mismos, en donde el contenido de comonómero o comonómeros en (A) es desde 5 hasta 25 %, preferiblemente desde 7 hasta 20 %; esto podría ser:
b) desde 2 hasta 20 % de uno o más homo o copolímeros de buteno-1;
50 c) desde 1 hasta 20 % de una composición de poliolefina o poliolefina elastomérica o plastomérica.

Los comonómeros polimerizados están distribuidos estadísticamente en el copolímero resultante. Se obtiene un equilibrio de sellabilidad térmica (temperatura de iniciación del sello muy baja), adhesión en caliente y propiedades ópticas (en particular, baja turbidez) se obtiene mezclando una cantidad importante de copolímeros de propileno
55 específicos con un polímero de buteno-1 y una poliolefina elastomérica o plastomérica o composición de poliolefina.

Una desventaja de la composición de WO2011064119 es que la adhesión en caliente se consigue con por lo menos 3 componentes en la composición y que se requiere buteno como comonómero en las composiciones de poliolefina, lo que es desventajoso a efectos de reciclado. El objetivo de la invención es resolver uno o más de los problemas mencionados, en particular para proporcionar una composición más simple y una composición que es mejor
60 reciclable con buenas propiedades de adhesión en caliente para uso en una película de adhesión en caliente y con buenas propiedades de adhesión por fusión en caliente para aplicaciones de adhesivo de fusión en caliente.

De acuerdo con la invención, uno o más de los problemas mencionados anteriormente se han resuelto proporcionando una composición de polipropileno que comprende:

- 65 a) 55,0 a 90,0 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) que comprende monómeros

de propileno y 1,0 a 6,5 % en peso de por lo menos un comonomero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, que tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C medida de acuerdo con la ISO 11357-3 y una velocidad de fusión (MFR₂) en el intervalo de 0,1 a 15 g/10 min medida de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg

5 y
b) 10,0 a 45,0 % en peso de un copolímero de propileno amorfo (AM-PP) que comprende monómeros de propileno y 30,0 a 50,0 % en peso de por lo menos un comonomero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂ y que tiene una temperatura de transición vítrea Tg(b) en el intervalo de -60 a -40 °C, el % en peso de los copolímeros de C-PP y AM-PP es relativo al peso total de los copolímeros de C-PP y AM-PP,

10 la composición de polipropileno tiene un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,3 a 90 g/10 min medido de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg y que también tiene un contenido relativo de secuencias de comonomero aisladas con respecto a bloque I(E) en el intervalo de 20 a 50 %, que se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$I(E) = fPEP / (fEEE + fPEE + fPEP) \times 100 \quad (1)$$

en donde

20 I(E) es el contenido relativo de secuencias de comonomero aisladas con respecto a bloque [en %];
fPEP es la fracción molar de las secuencias de propileno/comonomero/propileno (PEP) en la muestra;
fPEE es la fracción molar de las secuencias de propileno/comonomero/comonomero (PEE) y de las secuencias de comonomero/comonomero/propileno (EEP) en la muestra;
25 fEEE es la fracción molar de las secuencias de comonomero/comonomero/comonomero (EEE) en la muestra

en donde todas las concentraciones de secuencia se basan en un análisis estadístico de la triada de datos de RMN-¹³C. La distribución de la secuencia del comonomero en el análisis de la triada de los datos de RMN-¹³C puede determinarse usando el método de análisis de Kakugo et al. (Kakugo, M., Naito, Y., Mizunuma, K., Miyatake, T. Macromolecules 15 (1982) 1150). Este método fue elegido por su naturaleza robusta y las regiones de integración ligeramente ajustadas como se describe en la sección experimental para aumentar la aplicabilidad a un intervalo más amplio de contenidos de comonomeros. Se observa que aquí y en lo sucesivo los valores indicados inferior y superior de cualquier intervalo están incluidos en el intervalo.

35 El etileno es el comonomero preferido, por lo tanto en la composición de polipropileno por lo menos 50, más preferiblemente por lo menos 70, 80, 90 o incluso 95 % en peso de los comonomeros en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y en el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) son comonomeros de etileno. En caso de que se usen comonomeros distintos de etileno, preferiblemente los comonomeros son solamente etileno y butileno. Más preferiblemente, sustancialmente el 100 % en peso de los comonomeros son comonomeros de etileno.

40 La composición de polipropileno de acuerdo con la invención comprende una matriz (M) del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y dispersada en las inclusiones que comprenden el copolímero de propileno amorfo (AM-PP). El término inclusión indica que la matriz (M) y la inclusión forman diferentes fases dentro de la composición de polipropileno.

45 La invención se refiere en particular a una composición de polipropileno que comprende como componentes de polímero solo el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) y preferiblemente consiste sustancialmente de copolímero de C-PP y AM-PP. Este es el producto que se produce y vende para su uso en particular en películas de adhesión en caliente o adhesivos de fusión en caliente, para lo que se prevé el uso de otros componentes que se agregan a la composición de copolímero como se describe a continuación. Se considera que se puede formar una cantidad menor de polietileno como un subproducto de reacción durante la preparación del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP). La cantidad menor de polietileno formado durante esta reacción se considera parte de la composición de polipropileno que consiste de C-PP y AM-PP.

55 Los procesos para la producción de copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y de copolímero de propileno amorfo (AM-PP) son conocidos en general en la técnica. Las condiciones específicas se eligen a la vista de las características especificadas de la composición de polipropileno de acuerdo con la invención como se describe a continuación. Generalmente, está presente un catalizador de polimerización en el proceso de polimerización. El catalizador de polimerización es generalmente un catalizador de Ziegler-Natta. Preferiblemente, el catalizador de tipo Ziegler-Natta es un componente catalizador estereoespecífico, sólido, de alto rendimiento que comprende como componentes principales Mg, Ti y Cl. Se prefiere que, además del componente de catalizador sólido, se use por lo menos un cocatalizador así como por lo menos un donador externo en el proceso de polimerización.

65 Los componentes del catalizador pueden estar soportados sobre un soporte particulado, tal como, por ejemplo, un óxido inorgánico, como, por ejemplo, sílice o alúmina. Alternativamente, un haluro de magnesio puede formar el soporte sólido. También es posible que los componentes del catalizador no estén soportados en un soporte externo,

pero el catalizador se prepara mediante un método de solidificación en emulsión o mediante un método de precipitación, como es bien sabido por las personas experimentadas en la técnica de la preparación del catalizador.

5 El catalizador sólido generalmente también comprende por lo menos un donador de electrones (donador de electrones interno) y opcionalmente aluminio. Los donadores de electrones externos adecuados utilizados en el proceso de polimerización son bien conocidos en la técnica e incluyen éteres, cetonas, aminas, alcoholes, fenoles, fosfinas y silanos.

10 Ejemplos de catalizadores y componentes de Ziegler-Natta adecuados en los catalizadores se describen, entre otros, en WO87/07620, WO92/21705, WO93/11165, WO93/11166, WO93/19100, WO97/36939, WO98/12234, WO99/33842, WO03/000756, WO03/000757, WO03/000754, WO03/000755, WO2004/029112, EP2610271, WO2012/007430, WO92/19659, WO92/19653, WO92/19658, US4382019, US4435550, US4465782, US4473660, US4560671, US5539067, US5618771, EP45975, EP45976, EP45977, WO95/32994, US4107414, US4186107, US4226963, US4347160, US4472524, US4522930, US4530912, US4532313, US4657882, US4581342, 15 US4657882. Los catalizadores y componentes de Ziegler-Natta preferidos en los catalizadores se describen en WO2010009827.

20 El copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprendidos en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención se pueden producir en procesos de polimerización separados y después mezclarlos, por ejemplo, en un dispositivo de mezclado, preferiblemente un dispositivo de mezclado por fusión como un extrusor. Más preferiblemente, se producen en un proceso de polimerización continuo o semicontinuo en pasos posteriores como en serie o en reactores conectados en cascada. Adecuadamente y preferiblemente el proceso de polimerización continuo comprende por lo menos tres etapas de reactor, como, por ejemplo, una etapa de reactor en bloque (por ejemplo, un reactor de bucle), una primera etapa de fase gaseosa y 25 una segunda etapa de reactor de fase gaseosa y opcionalmente una etapa previa al reactor. La ventaja de este proceso es que resulta en una mejor compatibilidad de los componentes y un producto más homogéneo.

30 La polimerización generalmente comprende por lo menos una etapa de polimerización y en cada etapa se puede llevar a cabo en solución, suspensión, lecho fluidizado, en fase en masa o gaseosa. En una modalidad particular, el proceso de polimerización contiene por lo menos una etapa de reactor en bloque y por lo menos una etapa de reactor de fase gaseosa, cada etapa comprende por lo menos un reactor y todos los reactores están dispuestos en cascada. En una modalidad particularmente preferida, el proceso de polimerización comprende por lo menos un reactor en bloque y por lo menos un reactor de fase gaseosa dispuestos en ese orden. En algunas modalidades 35 preferidas adicionales, los procesos de polimerización comprenden un reactor en bloque y por lo menos dos reactores en fase gaseosa, por ejemplo, dos o tres reactores de fase gaseosa. El proceso de polimerización puede comprender etapas previas y posteriores al reactor. Las etapas previas al reactor comprenden normalmente reactores de prepolimerización. En este tipo de procesos de polimerización, generalmente se usan altas temperaturas de polimerización para lograr propiedades específicas de los copolímeros de propileno resultantes. Las temperaturas típicas en los procesos son 60 °C o más, preferiblemente 80 °C o más, más preferiblemente 85 °C o 40 más. Las altas temperaturas de polimerización que se mencionaron anteriormente se pueden aplicar en algunos o en todos los reactores de la cascada del reactor.

45 Un proceso de polimerización preferido es un proceso de "fase gaseosa en bucle", tal como el desarrollado por Borealis y conocido como tecnología BORSTAR™. Ejemplos de este proceso de polimerización se describen en EP0887379, WO92/12182, WO2004/000899, WO2004/111095, WO99/24478, WO99/24479 y WO00/68315. Otro proceso de polimerización preferido es el proceso en suspensión-en fase gaseosa denominado proceso Spheripol™.

50 Por lo tanto, la invención también se refiere a un proceso más preferido para la fabricación de la composición de polipropileno de acuerdo con la invención y a la composición de polipropileno que puede obtenerse mediante el proceso de acuerdo con la invención, el proceso comprende los pasos:

- a) en un reactor de prepolimerización, el propileno se prepolimeriza en presencia de un catalizador Ziegler-Natta, un cocatalizador y un donador externo, obteniendo una mezcla de reacción (RM-1) que comprende un polipropileno (Pre-PP),
- 55 b) transferir la mezcla de reacción (RM-1) a un reactor de bucle,
- c) en el reactor de bucle propileno y por lo menos un comonomero seleccionado del etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, preferiblemente propileno y etileno se polimerizan en presencia de la mezcla de reacción (RM-1), obteniéndose una mezcla de reacción (RM-2),
- d) transferir la mezcla de reacción (RM-2) a un reactor de fase gaseosa-1,
- 60 e) en el reactor en fase gaseosa-1, el propileno y por lo menos un comonomero seleccionado del etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, preferiblemente propileno y etileno, son polimerizados, obteniéndose una mezcla de reacción (RM-3) que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) de acuerdo con la invención,
- f) transferir la mezcla de reacción (RM-3) a un reactor de fase gaseosa-2,
- g) en el reactor de fase gaseosa-2 propileno y por lo menos un comonomero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, preferiblemente propileno y etileno son polimerizados, obteniéndose una mezcla de reacción (RM- 4) que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo 65

(AM-PP) de acuerdo con la invención,
h) recuperar la composición de polipropileno de acuerdo con la invención.

Con el fin de lograr la característica de contenido el aislado con respecto a bloque I(E), el proceso preferiblemente usa:

- a) un catalizador basado en Ziegler Natta que comprende un metal del grupo 2 y un metal del grupo 6 que contiene catalizador que comprende un donador de electrones interno, trietilaluminio (TEAL) como cocatalizador y di-ciclopentildimetoxi silano como donador externo (donador D),
- b) una proporción de hidrógeno/propileno (H_2/C_3) en el reactor de bucle en el intervalo de 0,1 a 0,4 mol/kmol,
- c) una proporción de hidrógeno/propileno (H_2/C_3) en el reactor de fase gaseosa-1 en el intervalo de 2,5 a 27,0 mol/kmol,
- d) una proporción de hidrógeno/propileno (H_2/C_3) en el reactor de fase gaseosa-2 en el intervalo de 60 a 270 mol/kmol
- y
- e) una proporción de etileno/propileno (C_2/C_3) en el reactor de bucle en el intervalo de 0,0 a 25 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 1-10 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 2 - 8 mol/kmol,
- f) una proporción de etileno/propileno (C_2/C_3) en el reactor de fase gaseosa-1 en el intervalo de 25,0 a 50,0 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 27,0 a 45,0 mol/kmol
- g) una proporción de etileno/propileno (C_2/C_3) en el reactor de fase gaseosa-2 en el intervalo de 500 a 600 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 510 a 580 mol/kmol.

En el proceso, las condiciones y las cantidades relativas de monómeros y cantidades relativas de productos intermedios formados se eligen para que lleguen a la composición de polipropileno que comprende:

- a) 55,0 hasta 90,0 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) que comprende monómeros de propileno y 1,0 a 6,5 % en peso de por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C_4-C_{12} , que tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C medido de acuerdo con la ISO 11357-3 y un índice de fluidez (MFR_2) en el intervalo de 0,1 a 15 g/10 min medido de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg
- y
- b) 10,0 a 45,0 % en peso de un copolímero de propileno amorfo (AM-PP) que comprende monómeros de propileno y 30,0 a 50,0 % en peso de por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C_4-C_{12} y que tiene una temperatura de transición vítrea $T_g(b)$ en el intervalo de -60 a -40 °C, la cantidad de copolímero aleatorio de propileno cristalino y de copolímero de propileno amorfo comprendido en la composición de polipropileno calculada con base en la cantidad total de la composición de polipropileno,

la composición de polipropileno tiene un índice de fluidez (MFR_2) en el intervalo de 0,3 a 90 g/10 min como medido de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C.

El sistema de catalizador Ziegler-Natta, que se usa en la producción preferida de la composición de polipropileno de acuerdo con la invención, es un catalizador basado en Ziegler-Natta que comprende un catalizador que contiene un metal del grupo 2 y un metal del grupo 6 que comprende un donador de electrones interno. El sistema de catalizador comprende además un cocatalizador que incluye un compuesto de alquilaluminio; y un donador de electrones externo que incluye un compuesto de silano. Se describen ejemplos específicos de sistemas de catalizador utilizables de acuerdo con la presente invención, por ejemplo, en WO03000754 y EP1484345, que se incorporan aquí como referencia. En una modalidad más preferida, el catalizador es un catalizador basado en Ziegler-Natta que comprende trietilaluminio (TEAL) como cocatalizador y di-ciclopentildimetoxi silano como donador externo (donador D).

El proceso de polimerización secuencial preferido que comprende por lo menos tres etapas de reactor, como, por ejemplo, una etapa de reactor en bloque (reactor de bucle), una primera etapa de fase gaseosa y una segunda etapa de reactor de fase gaseosa y opcionalmente una etapa de reactor previa se describe en detalle en los ejemplos y las abreviaturas que aquí se describen son las abreviaturas usadas en los ejemplos de la Tabla 2. El término "proceso de polimerización secuencial" indica que la composición de polipropileno se produce en por lo menos tres reactores conectados en serie. En consecuencia, el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) se produce preferiblemente en la etapa del reactor en bloque y en la 1ª etapa del reactor de fase gaseosa (GPR1) y posteriormente se transfiere a la segunda etapa del reactor de fase gaseosa (GPR2). En la segunda etapa del reactor de fase gaseosa, el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) se produce en presencia del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP). En bloque significa una polimerización en un medio de reacción que comprende por lo menos 60 % en peso de monómero. Por lo tanto, la etapa del reactor en bloque se lleva a cabo en un reactor de bucle (Bucle).

Si se desea, antes de la etapa del reactor en bloque se coloca una etapa previa al reactor opcional. La etapa previa al reactor tiene lugar en un reactor de prepolimerización (PRE-POL) en el que se lleva a cabo una prepolimerización de propileno. En la etapa previa al reactor opcional (RM-1) se produce una mezcla de reacción que comprende un

polipropileno (Pre-PP). La prepolimerización se realiza en presencia del catalizador de Ziegler-Natta. El catalizador de Ziegler-Natta, el cocatalizador y el donador externo se introducen todos en el reactor de prepolimerización. Sin embargo, esto no excluirá la opción de que en una etapa posterior, por ejemplo, se añada más cocatalizador y/o donador externo en el proceso de polimerización, por ejemplo, en el reactor de bucle. La temperatura de operación en el reactor de prepolimerización está en el intervalo de 0,0 a 60 °C, preferiblemente en el intervalo de 15 a 50 °C, más preferiblemente en el intervalo de 20 a 45 °C. La presión en el reactor de prepolimerización no es crítica, pero debe ser suficientemente alta para mantener la mezcla de reacción en fase líquida. Por lo tanto, la presión en el reactor de prepolimerización puede estar en el intervalo de 2.000 a 10.000 kPa (de 20 a 100 bares), preferiblemente en el intervalo de 3.000 a 7.000 kPa (de 30 a 70 bares). Se puede agregar hidrógeno en el reactor de prepolimerización para controlar el peso molecular del polipropileno (Pre-PP).

En el reactor de bucle (Bucle) se alimenta una alimentación de monómero compuesta de propileno y por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂ y en el caso de que la etapa previa al reactor opcional esté presente, junto con la mezcla de reacción opcional (RM-1) que comprende el polipropileno (Pre-PP) producido en la etapa previa al reactor. En caso de que la etapa previa al reactor opcional no esté comprendida en el proceso de polimerización secuencial, el catalizador de Ziegler-Natta, el cocatalizador y el donador externo se introducen todos en el reactor de bucle junto con una alimentación de monómero compuesta de propileno y por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂. En el reactor de bucle del proceso de polimerización secuencial se produce una mezcla de reacción (RM-2) que comprende un copolímero de propileno (PP-COP). La temperatura de operación en el reactor de bucle está en el intervalo de 62 a 85 °C, preferiblemente en el intervalo de 65 a 82 °C, más preferiblemente en el intervalo de 67 a 80 °C. Normalmente, la presión en el reactor de bucle está en el intervalo de 2.000 a 8.000 kPa (de 20 a 80 bares), preferiblemente en el intervalo de 3.000 a 7.000 kPa (de 30 a 70 bares), más preferiblemente en el intervalo de 3.500 a 6.500 kPa (de 35 a 65 bares). Se puede agregar hidrógeno en el reactor de bucle para controlar el peso molecular, es decir, el índice de fluidez MFR₂ del copolímero de propileno (PP-COP) comprendido en la mezcla de reacción (RM-2). Generalmente, la proporción de hidrógeno/propileno (H₂/C₃) en el reactor de bucle está en el intervalo de 0,1 hasta 0,4 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 0,15 hasta 0,38 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 0,17 hasta 0,36 mol/kmol. Generalmente, la proporción de etileno/propileno (C₂/C₃) en el reactor de bucle está en el intervalo de 0,0 hasta 25 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 1 - 10 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 2 - 8 mol/kmol.

La mezcla de reacción (RM-2) en el reactor de bucle se alimenta directamente al reactor de fase gaseosa-1. Por "alimentación directa" se entiende un proceso en donde el contenido del reactor de bucle se conduce directamente a la siguiente etapa del reactor de fase gaseosa. El propileno y por lo menos un comonómero seleccionado del etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂ se alimentan al reactor en fase gaseosa-1. En el reactor de fase gaseosa-1 del proceso de polimerización secuencial se produce una mezcla de reacción (RM-3) que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP). La temperatura de operación en el reactor de fase gaseosa-1 está en el intervalo de 75 a 95 °C, preferiblemente en el intervalo de 78 a 92 °C, más preferiblemente en el intervalo de 78 a 88 °C. Normalmente, la presión en el reactor de fase gaseosa-1 está en el intervalo de 500 a 5.000 kPa (de 5 a 50 bares), preferiblemente en el intervalo de 1.500 a 4.000 kPa (de 15 a 40 bares). Se puede añadir hidrógeno en el reactor de fase gaseosa-1 para controlar el peso molecular, es decir, el índice de fluidez MFR₂ del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP). Generalmente, la proporción de hidrógeno/propileno (H₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-1 está en el intervalo de 2,5 a 27,0 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 3,0 a 26,0 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 3,2 a 25,0 mol/kmol. Generalmente, la proporción de etileno/propileno (C₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-1 está en el intervalo de 25,0 hasta 50,0 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 27,0 a 45,0 mol/kmol.

La mezcla de reacción (RM-3) en el reactor de fase gaseosa-1 se alimenta luego directamente al reactor de fase gaseosa-2. Se añade propileno y por lo menos un comonómero seleccionado del etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂ en el reactor en fase gaseosa-2. En el reactor de fase gaseosa-2 del proceso de polimerización secuencial, se produce una mezcla de reacción (RM-4) que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP), es decir que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la invención. La temperatura de operación en el reactor 2 en fase gaseosa está en el intervalo de 75 a 95 °C, preferiblemente en el intervalo de 78 a 92 °C, más preferiblemente en el intervalo de 85 a 92 °C. Normalmente, la presión en el reactor de fase gaseosa-2 está en el intervalo de 500 a 5.000 kPa (de 5 a 50 bares), preferiblemente en el intervalo de 1.500 a 4.000 kPa (de 15 a 40 bares). Se puede añadir hidrógeno en el reactor de fase gaseosa-2 para controlar el peso molecular, es decir, el índice de fluidez MFR₂ del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP). Generalmente, la proporción de hidrógeno/propileno (H₂/C₃) en el reactor 2 en fase gaseosa está en el intervalo de 60,0 hasta 270,0 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 65,0 hasta 265,0 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 68,0 hasta 261,0 mol/kmol. Generalmente, la proporción de etileno/propileno (C₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-2 está en el intervalo de 500 a 600 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 510 a 580 mol/kmol. El control preciso de las condiciones de polimerización y los parámetros de reacción está dentro del estado de la técnica.

Después de finalizar la polimerización en el reactor en fase gaseosa-2, la composición de polipropileno de acuerdo con la invención se recupera por procedimientos convencionales. La composición de polipropileno recuperada de

acuerdo con la invención está generalmente en la forma de partículas. La composición de polipropileno resultante en forma de partículas se puede granular en un extrusor de composición convencional con diversos aditivos, tales como estabilizantes, antioxidantes, absorbentes de ultravioleta, agentes antiestáticos y agentes de deslizamiento.

- 5 La invención también se refiere a la composición de polipropileno que puede obtenerse mediante el proceso preferido descrito anteriormente de acuerdo con la invención.

10 Se pueden mezclar otros compuestos con la composición de polipropileno que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP). Cuando la mezcla se lleva a cabo en un extrusor, los otros compuestos se pueden introducir en el extrusor a través de un alimentador lateral, por ejemplo. Ejemplos de otros compuestos que pueden mezclarse con el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) para producir la composición de polipropileno de acuerdo con la invención son, por ejemplo, aditivos, tales como estabilizantes, antioxidantes, absorbentes de ultravioleta, agentes antiestáticos y agentes de deslizamiento.

15 El copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP), comprendido en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención, generalmente comprende monómeros de propileno y por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y alfa-olefina C₄-C₁₂, en particular seleccionados de etileno y alfa-olefina C₄-C₈, por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferiblemente, el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprenden más preferiblemente consisten de, por lo menos, un comonómero seleccionado del grupo que consiste de etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más preferiblemente, el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprenden aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. El comonómero preferido es etileno y en el caso de que estén presentes otros comonómeros como se describió anteriormente, el comonómero de etileno es preferiblemente la mayoría de los comonómeros. Por lo tanto, los comonómeros en la composición de polipropileno comprenden entonces por lo menos 50,0 % en peso, más preferiblemente por lo menos 60, 70, 80, 90 o incluso 95 % en peso de comonómeros de etileno, la cantidad de comonómero de etileno se calcula con base en la cantidad total de comonómeros comprendidos en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprendido en la composición de polipropileno. En una modalidad más preferida, el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprenden unidades derivables solamente de etileno y propileno y preferiblemente el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) contiene los mismos comonómeros, preferiblemente etileno. Por lo tanto, el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) es preferiblemente un caucho de etileno propileno (EPR), mientras que el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) es un copolímero de etileno propileno aleatorio.

20 La composición de polipropileno tiene generalmente un contenido total de comonómero, preferiblemente etileno, en el intervalo de 7,0 hasta 25,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 7,5 a 22,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 8,0 a 20,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 7,0 % en peso, preferiblemente 7,5 % en peso, más preferiblemente 8,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 25,0 % en peso, preferiblemente del 22,0 % en peso, más preferiblemente del 20,0 % en peso. El contenido total de comonómero en la composición de polipropileno se calcula con base en la cantidad total de monómeros comprendidos en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprendido en la composición de polipropileno.

45 El copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) tiene un contenido de comonómero en el intervalo de 1,0 hasta 6,5 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 2,0 hasta 6,2 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 2,5 hasta 6,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 1,0 % en peso, preferiblemente 2,0 % en peso, más preferiblemente 2,5 % en peso. Un límite superior adecuado es del 6,5 % en peso, preferiblemente del 6,2 % en peso, más preferiblemente del 6,0 % en peso. El contenido total de comonómero en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) se calcula con base en la cantidad total de monómeros en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP). El copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) tiene un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,1 a 15 g/10 min. El MFR₂ para el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) se determina de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg. Se prefiere que el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) tenga un MFR₂ en el intervalo de 0,3 hasta 10,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 0,4 hasta 9,0 g/10 min. Un límite inferior adecuado es 0,1 g/10 min, preferiblemente 0,3 g/10 min, más preferiblemente 0,4 g/10 min. Un límite superior adecuado es 15,0 g/10 min, preferiblemente 10,0 g/10 min, más preferiblemente 9,0 g/10 min. El copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C medida de acuerdo con la ISO 11357-3, preferiblemente en el intervalo de 138 a 152 °C, más preferiblemente en el intervalo de 140 a 150 °C. Un límite inferior adecuado es 135 °C, preferiblemente 138 °C, más preferiblemente 140 °C. Un límite superior adecuado es 155 °C, preferiblemente 152 °C, más preferiblemente 150 °C.

60 El copolímero de propileno amorfo (AM-PP) tiene un contenido de comonómero en el intervalo de 30,0 hasta 50,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 35,0 hasta 49,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 37,0 hasta 49,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 30,0 % en peso, preferiblemente 35,0 % en peso, más

preferiblemente 37,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferiblemente del 49,0 % en peso. El contenido total de comonomero en el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) se calcula con base en la cantidad total de monómeros en el copolímero de propileno amorfo (AM-PP).

- 5 La composición de polipropileno de acuerdo con la invención comprende del 55,0 al 90,0 % en peso del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y del 10,0 al 45,0 % en peso del copolímero de propileno amorfo (AM-PP). Preferiblemente, la composición de polipropileno de acuerdo con la invención comprende del 60,0 al 89,0 % en peso del copolímero aleatorio de propileno cristalino y del 1-0,0 al 40,0 % en peso del copolímero de propileno amorfo, más preferiblemente la composición de polipropileno de acuerdo con la invención comprende del 65,0 al 88,0 % en peso del copolímero aleatorio de propileno cristalino y del 12,0 al 35,0 % en peso del copolímero de propileno amorfo. Los porcentajes en peso son relativos al peso total de los copolímeros C-PP y AM-PP.

15 Generalmente, la composición de polipropileno tiene un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,3 hasta 90,0 g/10 min. El MFR₂ de la composición de polipropileno se determina de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg. Se prefiere que la composición de polipropileno tenga un MFR₂ en el intervalo de 0,4 hasta 50,0 g/10 min, más preferiblemente en el intervalo de 0,5 hasta 25,0 g/10 min, incluso más preferiblemente en el intervalo de 0,5 hasta 10,0 g/10 min, incluso lo más preferiblemente de menos de 4,0 g/10 min. Un límite inferior adecuado es 0,3 g/10 min, preferiblemente 0,4 g/10 min, más preferiblemente 0,5 g/10 min. Un límite superior adecuado es 90,0 g/10 min, preferiblemente 50,0 g/10 min, más preferiblemente 25,0 g/10 min, incluso más preferiblemente 10,0 g/10 min, incluso más preferiblemente menos de 4,0 g/10 min. Generalmente, la composición de polipropileno tiene un contenido relativo de secuencias de comonomero aisladas con respecto a bloque I(E) en el intervalo de 20,0 hasta 50,0 %, que se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$I(E) = \frac{fPEP}{(fEEE + fPEE + fPEP)} \times 100 \quad (1)$$

25 en donde

- I(E) es el contenido relativo de secuencias de comonomero aisladas con respecto a bloque [en %];
 fPEP es la fracción molar de las secuencias de propileno/comonomero/propileno (PEP) en la muestra;
 30 fPEE es la fracción molar de secuencias de propileno/comonomero/comonomero (PEE) y de secuencias de comonomero/comonomero/propileno (EEP) en la muestra;
 fEEE es la fracción molar de las secuencias de comonomero/comonomero/comonomero (EEE) en la muestra

35 en donde todas las concentraciones de la secuencia se basan en un análisis estadístico de la triada de datos de RMN-¹³C. Preferiblemente, I(E) está en el intervalo de 22,0 hasta 47,0 %, más preferiblemente en el intervalo de 23,0 hasta 45,0 %. Lo más preferiblemente, el comonomero es solamente etileno y el I(E) se refiere al contenido relativo de secuencias de etileno aisladas con respecto a bloque.

40 La fracción de xileno soluble en frío (XCS) de la composición de polipropileno, medida de acuerdo con la ISO 16152 a 25°C, está normalmente en el intervalo de 15,0 hasta 50,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 15,0 hasta 45 o 17,0 hasta 45,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 18,0 hasta 42,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 15,0 % en peso, preferiblemente 17,0 % en peso, más preferiblemente 18,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferiblemente del 45,0 % en peso, más preferiblemente del 42,0 % en peso. La fracción de xileno soluble en frío (XCS) de la composición de polipropileno tiene preferiblemente una viscosidad intrínseca (IV) en el intervalo de 1,0 hasta 4,5 dl/g, preferiblemente en el intervalo de 1,2 hasta 4,0 o 1,2 hasta 3,7 dl/g, más preferiblemente en el intervalo de 1,3 hasta 3,5 dl/g. Un límite inferior adecuado es 1,0 dl/g, preferiblemente 1, 2 dl/g, más preferiblemente 1,3 dl/g. Un límite superior adecuado es 4,5 dl/g, preferiblemente 3,7 dl/g, más preferiblemente 3,5 dl/g. Generalmente, la fracción de xileno soluble en frío (XCS) de la composición de polipropileno tiene un contenido de comonomero en el intervalo de 25,0 hasta 50,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 27,0 hasta 47,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 28,0 hasta 45,0 o 30 - 45 % en peso. Un límite inferior adecuado es 25,0 % en peso, preferiblemente 27,0 % en peso, más preferiblemente 28,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferiblemente del 47,0 % en peso, más preferiblemente del 45,0 % en peso. Generalmente, la fracción de xileno soluble en frío (XCS) de la composición de polipropileno tiene un contenido relativo de comonomero aislado con respecto a bloque, preferiblemente etileno, las secuencias I(E) calculadas mediante la ecuación (1) anterior en el intervalo de 15,0 hasta 45,0 %, preferiblemente en el intervalo de 17 o 18,0 hasta 40,0 %, más preferiblemente en el intervalo de 19,0 o 20 hasta 35,0 %. Un límite inferior adecuado es 15,0 %, preferiblemente 18,0 %, más preferiblemente 19,0 %. Un límite superior adecuado es 45,0 %, preferiblemente 40,0 %, más preferiblemente 35,0 %.

60 La composición de polipropileno generalmente tiene por lo menos dos temperaturas de transición vítrea Tg (a) y Tg (b). La composición de polipropileno tiene generalmente una temperatura de transición vítrea Tg (a) relacionada con el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) en el intervalo de -10,0 a 1 °C, preferiblemente en el intervalo de -8,0 hasta 0,0 °C, más preferiblemente en el intervalo de -7,0 hasta -1,0 °C. Un límite inferior adecuado es -10,0 °C, preferiblemente -8,0 °C, más preferiblemente -7,0 °C. Un límite superior adecuado es 1,0 °C, preferiblemente 0,0 °C, más preferiblemente -1,0 °C. La composición de polipropileno tiene una temperatura de transición vítrea Tg (b) relacionada con el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) en el intervalo de -60,0 hasta -

40,0 °C, preferiblemente en el intervalo de -58,0 hasta -45,0 °C, más preferiblemente en el intervalo de -57,0 hasta -48,0 °C. Un límite inferior adecuado es -60,0 °C, preferiblemente -58,0 °C, más preferiblemente -57,0 °C. Un límite superior adecuado es -40,0 °C, preferiblemente -45,0 °C, más preferiblemente -48,0 °C. La temperatura de transición vítrea da una indicación del rendimiento global de la composición de polipropileno a esa temperatura de transición vítrea (en ambos casos Tg (a) y Tg (b)) y en un intervalo de temperatura considerablemente grande alrededor de la temperatura de transición vítrea. En particular, la temperatura de transición vítrea proporciona una indicación del rendimiento de la composición de polipropileno a temperaturas más altas (más altas que la Tg). Por ejemplo, cuando la composición de polipropileno, cuando se aplica sobre un sustrato o se aplica entre sustratos, en un componente particular, se somete a una deformación rápida o a un evento de impacto, la tenacidad a bajas temperaturas reflejada por el valor de temperatura de transición vítrea también contribuye a la tenacidad a temperaturas más altas, específicamente a alta velocidad de deformación. Cuando la composición de polipropileno tiene más de una temperatura de transición vítrea, cada una de ellas proporciona una indicación del rendimiento global de la composición de polipropileno en y alrededor de cada temperatura de transición vítrea. Por lo tanto, las temperaturas de transición vítrea de la composición de polipropileno juegan un papel importante en sus propiedades, como, por ejemplo, propiedades cohesivas, elasticidad, dureza y flexibilidad. La temperatura de transición vítrea indicada en el intervalo de Tg(b) es muy ventajosa porque proporciona una indicación del rendimiento global de la composición de polipropileno en ambos intervalos de temperatura más bajos y para las temperaturas más altas que se indican anteriormente, por ejemplo, a temperatura ambiente. La ventaja cuando la composición de polipropileno se aplica sobre, por ejemplo, un sustrato sometido a temperaturas bajo cero es que la composición de polipropileno presenta buenas propiedades de temperatura en frío. Ejemplos de la aplicación de la composición de polipropileno son empaques sellados, cajas selladas, cajones sellados o bandejas selladas, así como elementos de construcción, marcos de ventanas, piezas de automóviles, partes de ensamblaje y artículos no tejidos almacenados o en uso a temperaturas bajo cero.

La composición de polipropileno tiene preferiblemente una temperatura de Vicat-A de más de 80 °C, preferiblemente en el intervalo de 85 hasta 130 °C, más preferiblemente en el intervalo de 87 hasta 128 °C, incluso más preferiblemente en el intervalo de 88 hasta 125 °C. La temperatura de Vicat-A de la composición de polipropileno se determina de acuerdo con la ISO 306.

Preferiblemente, la composición de polipropileno tiene un módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 150 a 450 MPa, preferiblemente en el intervalo de 170 a 420 MPa, más preferiblemente en el intervalo de 180 a 400 MPa. El módulo de almacenamiento (G'23) de la composición de polipropileno se determina de acuerdo con la ISO 6721-07 a 23 °C. Un límite inferior adecuado es 150 MPa, preferiblemente 170 MPa, más preferiblemente 180 MPa. Un límite superior adecuado es 450 MPa, preferiblemente 420 MPa, más preferiblemente 400 MPa.

La composición de polipropileno tiene preferiblemente un módulo de tracción (E) en el intervalo de 300 a 700 MPa, medido a 23 °C de acuerdo con la ISO 527 en muestras moldeadas por inyección. Se prefiere que la composición de polipropileno tenga un módulo de tracción en el intervalo de 330 a 670 MPa, más preferiblemente en el intervalo de 350 a 650 MPa. Un límite inferior adecuado es de 300 MPa, preferiblemente de 330 MPa, más preferiblemente de 350 MPa. Un límite superior adecuado es 700 MPa, preferiblemente 670 MPa, más preferiblemente 650 MPa.

La composición de polipropileno preferiblemente tiene una Flexibilidad de más de 0,8 que se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Flexibilidad} = \text{EAY} * 100000 / (\text{TSY} * \text{E}) \quad (2)$$

en donde:

- EAY es la elongación en el valor de rendimiento,
- TSY es la resistencia a la tracción en el valor de rendimiento, en MPa y
- E es el valor del módulo de tracción, en MPa,
- EAY, TSY y E se determinan a 23 °C de acuerdo con la ISO 527.

La composición de polipropileno tiene preferiblemente una flexibilidad de más de 0,9, más preferiblemente una flexibilidad de más de 1,1.

Generalmente, la composición de polipropileno tiene una fuerza de adhesión en caliente en el intervalo de 1,8 a 6,0 N. La fuerza de adhesión en caliente de la composición de polipropileno se mide en películas de acuerdo con la descripción del método explicada en la sección de Ejemplos de este documento. Se prefiere que la composición de polipropileno tenga una fuerza de adhesión en caliente en el intervalo de 1,9 a 5,5 N, más preferiblemente en el intervalo de 2,0 a 5,0 N. Un límite inferior adecuado es 1,8 N, preferiblemente 1,9 N, más preferiblemente 2,0 N. Un límite superior adecuado es 6,0 N, preferiblemente 5,5 N, más preferiblemente 5,0 N.

La composición de polipropileno generalmente tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 135 hasta 155 °C medida de acuerdo con la ISO 11357-3, preferiblemente en el intervalo de 138 hasta 152 °C, más preferiblemente en el intervalo de 140 hasta 150 °C. Un límite inferior adecuado es 135 °C, preferiblemente 138 °C, más preferiblemente

140 °C. Un límite superior adecuado es 155 °C, preferiblemente 152 °C, más preferiblemente 150 °C.

La presente invención también se refiere a la composición de polipropileno de acuerdo con la invención que comprende además por lo menos un componente adicional seleccionado de: un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP), una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga. Ejemplos de polímeros distintos del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) son: polietileno de alta presión y copolímeros de los mismos, como polietileno de baja densidad (LDPE), etileno-acetato de vinilo (EVA) y copolímeros de etileno-acrilato, polietileno de baja presión, como polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), polietileno de muy baja densidad (VLDPE), copolímero de estireno-butadieno (SBC), estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS), plastómero basado en poliolefina (POP) y elastómeros (POE), poli-alfa-olefina amorfa (APAO) y cera. El término "cera" se refiere a una sustancia orgánica que tiene un peso molecular promedio de <10000 g/mol, que es sólido a temperatura normal y se vuelve líquido cuando se calienta, y comúnmente se considera una "cera". No hay una limitación particular sobre el tipo de cera siempre que pueda obtenerse la composición de acuerdo con la invención. Ejemplos de ceras conocidas son: cera microcristalina, cera sintética y cera de parafina.

Los copolímeros de etileno-acrilato adecuados de acuerdo con la presente invención pueden ser, por ejemplo, un copolímero de etileno y acrilato de metilo que está disponible en el comercio, por ejemplo, de Dupont bajo el nombre Elvaloy™.

El plastómero (POP) y elastómeros (POE) a base de poliolefina adecuados de acuerdo con la presente invención pueden ser cualquier copolímero de etileno y propileno o etileno y alfa olefina C₄-C₁₀ que están disponibles en el mercado, por ejemplo, de Borealis Plastomers (NL) con el nombre comercial Queo™, de DOW Chemical Corp. (USA) bajo el nombre comercial Engage™ o Affinity™, o de Mitsui bajo el nombre comercial Tafmer™.

Las poli-alfa-olefinas amorfas adecuadas (APAO) de acuerdo con la presente invención pueden ser cualquier poli-alfa-olefina amorfa disponible comercialmente, por ejemplo, de Rextac bajo el nombre de Rextac™ o de Evonik bajo el nombre de Vestoplast™.

La resina adherente puede ser una molécula o una macromolécula. En general, es un compuesto químico o un polímero de peso molecular bastante bajo, en comparación con los polímeros comunes. El polímero puede ser de una fuente natural o de un proceso químico o combinación de los mismos. La resina adherente generalmente mejora la adhesión de una composición de polipropileno final cuando la composición de polipropileno inventiva se usa en, por ejemplo, una aplicación de adhesivo.

El plastificante comprendido en la composición de polipropileno de acuerdo con la presente invención se puede seleccionar de: aceite a base de mineral, aceite a base de petróleo, resina líquida, elastómero líquido, polibuteno, poliisobuteno, plastificante de ftalato, plastificante de benzoato, aceite de soja epoxidado, aceite vegetal, oligómero de olefina, polímero de bajo peso molecular, plastificante sólido y mezclas de cualquiera de ellos.

Los ejemplos de aditivos que pueden usarse en la composición de polipropileno de acuerdo con la presente invención incluyen, pero no se limitan a, estabilizantes, tales como antioxidantes (por ejemplo, fenoles estéricamente impedidos, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, secuestrantes de radicales alquilo, aminas aromáticas, estabilizadores de aminas impedidas, o mezclas de los mismos), desactivadores de metales (por ejemplo, Irganox™ MD 1024) o estabilizadores UV (por ejemplo, estabilizadores de luz de aminas impedidas). Otros aditivos típicos son modificadores, tales como agentes antiestáticos o antiempañantes (por ejemplo, aminas y amidas etoxiladas o ésteres de glicerol), depuradores de ácidos (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de expansión, agentes adherentes (por ejemplo, poliisobuteno), lubricantes y resinas (por ejemplo, ceras de ionómero, ceras de copolímero de polietileno y etileno, ceras de Fischer-Tropsch, ceras a base de montana, compuestos a base de flúor o ceras de parafina), agentes de nucleación (por ejemplo, benzoatos, compuestos a base de fósforo, sorbitoles, compuestos a base de nonitol o compuestos a base de amida), así como agentes de deslizamiento y antibloqueo (por ejemplo, erucamida, oleamida, sílice natural y sílice o zeolitas sintéticas) y mezclas de los mismos.

Ejemplos de cargas adecuados están comprendidos en la composición de polipropileno de acuerdo con la presente invención incluyen, pero no se limitan a talco, carbonato de calcio, sulfato de calcio, arcilla, caolín, sílice, vidrio, sílice pirógena, mica, wollastonita, feldespato, silicato de aluminio, silicato de calcio, alúmina, alúmina hidratada, tal como trihidrato de alúmina, microesfera de vidrio, microesfera de cerámica, harina de madera, polvo de mármol, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, óxido de antimonio, óxido de zinc, sulfato de bario y/o dióxido de titanio. Aquí y en lo sucesivo los modificadores minerales están comprendidos en el término relleno. La persona experimentada en la técnica puede determinar fácilmente, sin excesiva carga, la cantidad más apropiada de componentes en la composición de polipropileno para una determinada aplicación.

La cantidad de componentes adicionales en la composición depende del uso final previsto. Para la aplicación de adhesivo de fusión en caliente, la composición de polipropileno normalmente comprende:

ES 2 790 667 T3

- a) por lo menos 10,0 % en peso de la composición de polipropileno de acuerdo con la invención,
- b) un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) en el intervalo de 0,0 a 50,0 % en peso,
- c) una resina adherente en un intervalo de 0,0 a 70,0 % en peso,
- 5 d) un plastificante en un intervalo de 0,0 a 60,0 % en peso,
- e) un aditivo en un intervalo de 0,1 a 4,0 % en peso
- y/o
- f) una carga en un intervalo de 0,0 a 50,0 % en peso

10 los porcentajes se calculan con base en la cantidad total del componente de composición de polipropileno (a) a (f).

La cantidad de polímero diferente del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) está generalmente en el intervalo de 0,0 a 50,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 3,0 a 40,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 5,0 a 35,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 0,0 % en peso, preferiblemente 3,0 % en peso, más preferiblemente 5,0 % en peso. Un límite superior adecuado es 50,0 % en peso, preferiblemente 40,0 % en peso, más preferiblemente 35,0 % en peso. La cantidad de resina adherente presente en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo de 0,0 a 70,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 10,0 a 60,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 15,0 a 55,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 0,0 % en peso, preferiblemente 10,0 % en peso, más preferiblemente 15,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 70,0 % en peso, preferiblemente del 60,0 % en peso, más preferiblemente del 55,0 % en peso. La cantidad de plastificante presente en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo de 0,0 a 60,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 3,0 a 55,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 5,0 a 45,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 0,0 % en peso, preferiblemente 3,0 % en peso, más preferiblemente 5,0 % en peso. Un límite superior adecuado es 60,0 % en peso, preferiblemente 55,0 % en peso, más preferiblemente 45,0 % en peso. La cantidad de aditivo presente en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo de 0,1 a 4,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo 0,15 a 3,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 0,20 a 2,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 0,1 % en peso, preferiblemente 0,15 % en peso, más preferiblemente 0,20 % en peso. Un límite superior adecuado es 4,0 % en peso, preferiblemente 3,0 % en peso, más preferiblemente 2,0 % en peso. La cantidad de relleno en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo de 0,0 a 50,0 % en peso, preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 40,0 % en peso, más preferiblemente en el intervalo de 1,0 a 30,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es 0,0 % en peso, preferiblemente 0,5 % en peso, más preferiblemente 1,0 % en peso. Un límite superior adecuado es 50,0 % en peso, preferiblemente 40,0 % en peso, más preferiblemente 30,0 % en peso. La persona experimentada en la técnica puede elegir el tipo y la cantidad más apropiados de componentes adicionales en la composición de polipropileno de acuerdo con la invención para una determinada aplicación.

En vista de un uso previsto en aplicaciones de adhesivo de fusión en caliente, la composición de polipropileno preferiblemente comprende:

- a) por lo menos 10,0 % en peso de la composición de polipropileno de acuerdo con la invención,
- b) un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) en el intervalo de 3,0 a 40,0 % en peso,
- c) una resina adherente en un intervalo de 10,0 a 60,0 % en peso,
- 45 d) un plastificante en un intervalo de 3,0 a 55,0 % en peso,
- e) un aditivo en un intervalo de 15,0 a 3,0 % en peso
- y/o
- f) una carga en un intervalo de 0,5 a 40,0 % en peso

50 los porcentajes se calculan con base en la cantidad total de componentes de composición de polipropileno (a) a (f). La invención también se refiere al uso de las composiciones de polipropileno de la invención, preferiblemente la composición descrita anteriormente, como una composición adhesiva o para la preparación de una composición adhesiva.

55 En vista de un uso previsto en aplicaciones de película adherente en caliente, la composición de polipropileno se usa preferiblemente pura, es decir con algunos aditivos pero sustancialmente ningún otro polímero; preferiblemente que comprende:

- a) por lo menos 90, preferiblemente 92, 95 o incluso 97 % en peso de una composición de polipropileno que consiste de copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y de copolímero de propileno amorfo (AM-PP)
- y
- b) por lo menos 0,1 % en peso, 1,0 o 3,5 % en peso de aditivos, tales como antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y/o agentes nucleantes

65 los porcentajes se calculan con base en la cantidad total de componentes de la composición de polipropileno que incluyen los componentes (a) a (b). Con el fin de preparar películas de adhesivo en caliente, se prefiere tener una

alta fuerza de adhesión en caliente para la cual se prefiere que el MFR₂ de la composición de polipropileno sea inferior a 4,0 g/10 min, medida de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C. La invención también se refiere en general al uso de las composiciones de polipropileno de la invención, preferiblemente al uso de la composición descrita anteriormente, para la fabricación de películas de adhesión en caliente.

5 La invención se refiere, además, a un artículo que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la invención. Tal artículo que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la invención se puede elegir entre una película, preferiblemente una película fundida o una película soplada; un pañal desechable, una toalla sanitaria, una almohadilla para la cama, un vendaje, un paño quirúrgico, una cinta, una etiqueta, una lámina (por ejemplo, un plástico, un papel o una lámina no tejida), una botella (por ejemplo, una botella de plástico o vidrio), una lata, una tabla (por ejemplo, un cartón o una tabla de madera), una caja, una parte de madera, un libro, una bolsa, un paño quirúrgico, un dispositivo quirúrgico, un dispositivo médico, un filtro o un empaque (por ejemplo, una caja o un contenedor). El artículo que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la invención también puede ser un artículo de empaque que comprende elementos de una película de múltiples capas solas o en combinación con películas basadas en poliolefinas, láminas extruidas y/o termoformadas o artículos moldeados por inyección o moldeados por soplado. Ejemplos típicos incluyen bolsas que consisten esencialmente de una película de múltiples capas, como bolsas de almohada o bolsas de fondo plano, tazas termoformadas de una lámina de poliolefina con una tapa que consiste de una película de múltiples capas, copas o vasos de precipitados moldeados por inyección con una tapa que consiste de una película de múltiples capas así como las botellas con un cierre de garantía que consiste en una película de múltiples capas. El artículo de empaque puede usarse, por ejemplo, para empaquetar y transportar alimentos y materiales que no son alimentos, preparaciones médicas y farmacéuticas.

La invención también se refiere a una película que comprende por lo menos una capa superficial, la capa superficial comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la invención y que exhibe una fuerza de adhesión en caliente de por lo menos 1,8 N cuando se mide en la capa superficial. Por lo menos una capa superficial comprendida en la película de acuerdo con la invención comprende preferiblemente la composición de polipropileno que comprende:

30 a) por lo menos 90, preferiblemente 92, o 95,0 % en peso de una composición de polipropileno que consiste de copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y de copolímero de propileno amorfo (AM-PP)
y
b) por lo menos 0,1 % en peso de aditivos, tales como antioxidantes, agentes deslizantes, agentes antibloqueo y/o agentes nucleantes

35 los porcentajes que son calculados con base en la cantidad total de componentes de la composición de polipropileno que incluyen los componentes (a) a (b). La fuerza de adhesión en caliente medida en por lo menos una capa superficial comprendida en la película de acuerdo con la invención generalmente es por lo menos 1,8 N, preferiblemente en el intervalo de 1,8 a 6,0 N, más preferiblemente en el intervalo de 1,9 a 5,5 N, incluso más preferiblemente en el intervalo de 2,0 a 5,0 N.

40 En una modalidad particular, la película es una película de múltiples capas que tiene un espesor total en el intervalo de 30 a 500 µm y en donde la capa superficial tiene un espesor en el intervalo de 3 a 50 µm. Preferiblemente, la película de múltiples capas tiene un espesor total en el intervalo de 50 a 400 µm, más preferiblemente en el intervalo de 60 a 300. La capa superficial en la película de múltiples capas preferiblemente tiene un espesor en el intervalo de 5 a 30 µm, más preferiblemente en el intervalo de 8 a 25 µm. Preferiblemente, la película de múltiples capas de acuerdo con la invención exhibe una fuerza de adhesión en caliente en el intervalo de 1,9 a 5,5 N, más preferiblemente en el intervalo de 2,0 a 5,0 N.

La invención también se refiere a un artículo que comprende una composición adhesiva que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la invención y por lo menos un sustrato. Las aplicaciones ilustrativas del artículo incluyen, pero no se limitan a, aplicación médica, aplicación de construcción, aplicación de material no tejido, aplicación de empaque de alimentos o general, aplicación de encuadernación, aplicación de etiquetado de botellas y aplicación sensible a la presión. El artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con la invención y por lo menos un sustrato puede seleccionarse de un pañal desechable, una toalla sanitaria, una almohada para la cama, un vendaje, una sábana quirúrgica, una cinta, una película, una etiqueta, una lámina (por ejemplo, una lámina de plástico, un papel o una lámina no tejida), una botella (por ejemplo, una botella de plástico o vidrio), una lata, un tablero (por ejemplo, un cartón o una tabla de madera), una caja, una parte de madera, un libro, una bolsa, un paño quirúrgico, un dispositivo quirúrgico, un dispositivo médico, un filtro o un empaque (por ejemplo, una caja o un contenedor). Los artículos preferidos que comprenden la composición adhesiva de acuerdo con la invención y por lo menos un sustrato son cintas, películas, libros y dispositivos médicos.

El sustrato puede estar hecho de uno o más materiales de sustrato diferentes, por ejemplo, material no tejido, material polimérico, material elastomérico, madera, vidrio, papel, cartón, concreto y material cerámico. El sustrato puede estar en forma de, por ejemplo, una fibra, una película, un hilo, una tira, un revestimiento, una lámina, una hoja, un tablero, una placa y una banda. Se puede usar cualquier material de sustrato y cualquier forma de sustrato en cualquier combinación posible con la composición adhesiva que sirve para unir dos o más sustratos juntos.

La presente invención también se refiere a un proceso para producir un artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con la invención y por lo menos un sustrato que comprende por lo menos un paso de aplicar por lo menos una composición adhesiva de acuerdo con la invención sobre por lo menos una superficie de por lo menos un sustrato a una temperatura superior a la temperatura de fusión.

Finalmente, la presente invención también se dirige a un proceso para preparar una composición adhesiva de acuerdo con la invención que comprende los pasos de:

- 10 a) mezclar la composición de polipropileno de acuerdo con la invención con por lo menos uno de: un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP), una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga, en un dispositivo de mezclado, b) obtener la composición adhesiva.

- 15 Preferiblemente, el paso de mezclado se lleva a cabo en un dispositivo de mezclado por fusión, más preferiblemente en un extrusor. Cuando el paso de mezclado se lleva a cabo en un extrusor, por lo menos uno de: un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP), una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o se puede introducir una carga en el extrusor a través de un alimentador lateral, por ejemplo.

20 Una composición adhesiva alternativa es:

1- Una composición adhesiva que comprende por lo menos un copolímero de polipropileno, en donde el copolímero de polipropileno tiene:

- 25 a) por lo menos un comonomero seleccionado de etileno y/o alfa-olefina C₄-C₁₂,
 b) un contenido de comonomero total en el intervalo de 4,5 a 20,0 % en peso,
 c) Temperatura de Vicat-A > 80 °C, medida de acuerdo con la ISO 306,
 d) módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 100 a 1000 MPa medida a 23 °C de acuerdo con la ISO 6721-02 e ISO 6721-07,
 30 e) temperatura de fusión en el intervalo de 120 a 160 °C, medida de acuerdo con la ISO 11357-3

y por lo menos uno de: un polímero distinto de por lo menos un copolímero de polipropileno, una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga.

35 2- Una composición adhesiva de acuerdo con la cláusula 1, en donde el copolímero de polipropileno tiene un módulo de tracción (E) en el intervalo de 200 hasta 1000 MPa medido de acuerdo con la ISO 527-1 a 23 °C.

3- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 2, en donde el copolímero de polipropileno es un copolímero de polipropileno-1 (PC-1) que tiene por lo menos un comonomero seleccionado de etileno y/o una alfa-olefina C₄-C₁₂ y en donde el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene una Flexibilidad > 0,8 que se calcula de acuerdo con la ecuación: Flexibilidad = EAY * 100000/(TSY * E) en donde: EAY es la elongación en el valor de rendimiento, TSY es la resistencia a la tracción en valor de rendimiento, en MPa y E es el valor del módulo de tracción, en MPa.

4- Una composición adhesiva de acuerdo con la cláusula 3 en donde el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene: una temperatura de transición vítrea T_{g1} en el intervalo de -12 a -2 °C y una temperatura de transición vítrea T_{g2} en el intervalo de -65 a -20 °C.

5- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 3 a 4, en donde el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene: módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 150 a 450 MPa medido a 23 °C de acuerdo con la ISO 6721-02 e ISO 6721-07 y temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C medida de acuerdo con la ISO 11357-3.

50 6- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 2 en donde el copolímero de polipropileno es un copolímero de polipropileno -2 (PC-2) que comprende unidades derivadas de propileno, etileno y por lo menos un comonomero seleccionado de alfa-olefina C₄-C₁₂ lineal o ramificada y en donde el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene: una temperatura de transición vítrea T_g en el intervalo de -12 a 0 °C y un contenido total de comonomero en el intervalo de 6,0 a 15,0 % en peso.

55 7- Una composición adhesiva de acuerdo con la cláusula 6, en donde el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene: módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 300 a 600 MPa medido a 23 °C de acuerdo con la ISO 6721-02 y ISO 6721-07 y temperatura de fusión en el intervalo de 125 a 135 °C medido de acuerdo con la ISO 11357-3.

60 8- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 6 a 7, en donde el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene un módulo de tracción (E) en el intervalo de 500 a 1000 MPa medido de acuerdo con la ISO 527-1 a 23 °C.

9- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 6 a 8, en donde los comonomeros en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) son etileno y alfa-olefina C₄.

65 10- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 9, en donde por lo menos un polímero distinto de por lo menos un copolímero de polipropileno tiene una temperatura de fusión <120 °C medida de acuerdo con la ISO 11357-3, módulo de almacenamiento (G'23) <50 MPa medido a 23 °C de acuerdo

con la ISO 6721-02 e ISO 6721-07, densidad $<0,96 \text{ g/cm}^3$ medida de acuerdo con la ISO 1183D y un MFR₂ en el intervalo de 0,20 a 2000 g/10 min medido de acuerdo con la ISO 1133.

11- Una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 10, en donde la composición adhesiva tiene: por lo menos un polímero distinto de por lo menos un copolímero de polipropileno presente en el intervalo de 0,01 a 50,0 % en peso, el porcentaje de por lo menos un polímero distinto de por lo menos un copolímero de polipropileno se calcula con base en la cantidad total de copolímero de polipropileno y de por lo menos un polímero distinto de por lo menos un copolímero de polipropileno comprendido en la composición adhesiva y Flexibilidad $> 0,5$ y que se calcula de acuerdo con el ecuación: Flexibilidad = $EAY * 100000 / (TSY * E)$ en donde: EAY es la elongación en el valor de rendimiento, TSY es la resistencia a la tracción en el valor de rendimiento, en MPa y E es el valor del módulo de tracción en MPa.

12- Un artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las cláusulas 1 a 11 y por lo menos un sustrato.

13- Un proceso para producir un artículo de acuerdo con la cláusula 12 en donde el proceso comprende por lo menos el paso de aplicar por lo menos una composición adhesiva de acuerdo con la cláusula 1 a 11 en por lo menos una superficie del por lo menos un sustrato.

14- El uso de la composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 11 en la preparación de un artículo de acuerdo con la cláusula 12.

15- Un proceso para preparar una composición adhesiva de acuerdo con cualquiera de las cláusulas 1 a 11 combinando por lo menos un copolímero de polipropileno con por lo menos uno de: un polímero distinto de por lo menos un copolímero de polipropileno, una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga.

Ejemplos

I- Métodos de medición

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

a) Medición de temperatura Vicat-A

La temperatura de Vicat-A se determina de acuerdo con la ISO 306 (A50) usando muestras de prueba moldeadas por inyección que tienen las siguientes dimensiones: 80x10x4 mm. Las muestras de prueba moldeadas por inyección se preparan como se describe en EN ISO 1873-2.

b) Índice de fluidez

El índice de fluidez (MFR₂) se determina de acuerdo con la ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR₂ es una indicación de la fluidez y, por tanto, la procesabilidad del polímero. Cuanto mayor es el índice de fluidez, menor es la viscosidad del polímero. El MFR₂ de polipropileno se determina a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg. El MFR₂ de polietileno, de plastómero a base de poliolefina (POP) y de elastómero (POE) se determina a una temperatura de 190 °C y bajo una carga de 2,16 kg.

c) Análisis DSC

La temperatura de fusión (T_m) y la temperatura de cristalización (T_c) se midieron con un dispositivo de calorimetría diferencial de barrido (DSC) TA Instrument Q2000 de acuerdo con la ISO 11357/3 en muestras de 5 a 10 mg. La cristalización (T_c) y las temperaturas de fusión (T_m) se obtuvieron en un ciclo de calor/frío/calor con una velocidad de exploración de 10 °C/min entre 30 °C y 225 °C. Las temperaturas de fusión (T_m) y de cristalización (T_c) se tomaron como los picos de las endotermias y exotermias en el ciclo de enfriamiento y el segundo ciclo de calentamiento respectivamente.

d) Fracción de xileno soluble en frío (XCS)

El contenido de fracción de xileno soluble en frío (XCS) se determina a 25 °C de acuerdo con la ISO 16152; quinta edición; 2005-07-01. La parte que permanece insoluble es la fracción inde xileno soluble en frío (XCI).

e) Viscosidad intrínseca (IV)

La viscosidad intrínseca (IV) se mide de acuerdo con la ISO 1628/1, en decalina a 135 °C. El valor de viscosidad intrínseca (IV) aumenta con el peso molecular de un polímero.

f) Fuerza de adhesión en caliente

La fuerza de adhesión en caliente se determinó de acuerdo con ASTM F1921 -12 - Método B en un probador Hot-Tack J & B en una película de 50 µm de espesor producida en una línea de película fundida monocapa a una temperatura de fusión de 220 °C y una temperatura del rodillo de enfriamiento 20 °C.

Todas las muestras de prueba de película se prepararon en atmósferas estándar para acondicionamiento y prueba a 23 °C (± 2 °C) y 50 % (± 10 %) de humedad relativa. El tiempo de acondicionamiento mínimo de la muestra de prueba en atmósfera estándar antes de la prueba de inicio es de por lo menos 16 h. El tiempo de almacenamiento mínimo entre la extrusión de la muestra de película y la prueba de inicio es de por lo menos 88 h.

La medición de adhesión en caliente determina la resistencia de los sellos térmicos formados en las películas, inmediatamente después de que se ha realizado el sellado y antes de que se enfríe a temperatura ambiente. La medición de adhesión en caliente se realizó bajo las siguientes condiciones.

10 Ancho de la muestra de película: 25,4 mm
 Longitud de la barra de sellado: 50 mm
 Ancho de la barra de sellado: 5 mm
 Forma de barra de sellado: plana
 Presión de sellado: 0,3 N/mm²
 15 Tiempo de sellado: 0,5 s
 Tiempo de enfriamiento: 99 s
 Velocidad de desprendimiento: 200 mm/s
 Temperatura de inicio: 90 °C
 Temperatura final: 140 °C
 20 Incrementos: 10 °C

La fuerza de adhesión en caliente se midió como una función de la temperatura dentro del intervalo de temperatura y con incrementos de temperatura como se indicó anteriormente. El número de muestras de prueba fue de por lo menos 3 muestras por temperatura. La salida de este método es una curva de adhesión en caliente; una curva fuerza vs. temperatura (Figura 1). La fuerza de adhesión en caliente se evalúa de la curva como la fuerza más alta (valor de pico máximo) con el modo de falla "desprendimiento".

g) Análisis térmico mecánico dinámico (DMTA)

30 El módulo de almacenamiento G' y la temperatura de transición vítrea T_g se midieron mediante análisis de DMTA. La evaluación de DMTA y las mediciones del módulo de almacenamiento G' se llevaron a cabo en modo de torsión en muestras moldeadas por compresión a una temperatura entre -130 °C y +150 °C usando una velocidad de calentamiento de 2 °C/min y una frecuencia de 1 Hz, de acuerdo con la ISO 6721 -07. Las mediciones se llevaron a cabo utilizando un equipo Anton Paar MCR 301. Las muestras moldeadas comprimidas tienen las siguientes dimensiones: 40x10x1 mm y están preparadas de acuerdo con la ISO 1872-2:2007. El módulo de almacenamiento G'_{23} se midió a 23 °C.

h) Propiedades de tracción

40 Las propiedades de tracción, la elongación a la rotura (EAB), la elongación en rendimiento (EAY), la resistencia a la tracción en rotura (TSB) y la resistencia a la tracción en rendimiento (TSY) se midieron a 23 °C de acuerdo con la ISO 527-1: 2012/ISO 527-2:2012 usando un extensómetro (Método B) en especímenes moldeados por inyección, tipo 1 B, producidos de acuerdo con la ISO 1873-2 con un espesor de muestra de 4 mm. La velocidad de prueba fue de 50 mm/min, excepto por la medición del módulo de tracción (E) que se llevó a cabo a una velocidad de prueba de 1 mm/min.

i) Contenido del comonomero

50 La espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa se usó para cuantificar el contenido de comonomero de los polímeros.

j) Cuantificación del contenido de comonomeros de copolímeros de poli(propileno-co-etileno)

55 La espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa se usó para cuantificar el contenido de comonomero y la distribución de la secuencia del comonomero de los polímeros. Se registraron espectros de ¹³C{¹H} RMN cuantitativos en el estado de solución usando un espectrómetro Bruker Advance III 400 RMN que funciona a 400,15 y 100,62 MHz para ¹H y ¹³C, respectivamente. Todos los espectros se registraron usando un cabezal de sonda de temperatura extendida de 10 mm optimizado ¹³C a 125 °C usando gas nitrógeno para todos los sistemas neumáticos. Aproximadamente 200 mg de material se disolvieron en 3 ml de 1,2-tetracloroetano-*d*₂ (TCE-*d*₂) junto con cromo(III)-acetilacetato (Cr(acac)₃) dando como resultado una solución 65 mM de agente de relajación en solvente {8}. Para garantizar una solución homogénea, después de la preparación de la muestra inicial en un bloque de calor, el tubo RMN se calentó adicionalmente en un horno rotatorio durante por lo menos 1 hora. Durante la inserción en el imán, el tubo se centrifugó a 10 Hz. Esta configuración se eligió principalmente para la alta resolución y cuantitativamente necesaria para una cuantificación del contenido de etileno precisa. La excitación estándar de pulso único se empleó sin NOE, utilizando un ángulo de punta optimizado, 1 s de retardo de reciclado y un esquema de desacoplamiento WALTZ16 de dos niveles {3, 4}. Se adquirieron un total de 6144 (6k) transitorios

por espectro.

Se procesaron espectros de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ RMN cuantitativos, propiedades cuantitativas integradas y relevantes determinadas a partir de las integrales utilizando programas informáticos patentados. Todos los desplazamientos químicos se referenciaron indirectamente al grupo de metileno central del bloque de etileno (EEE) a 30,00 ppm utilizando el desplazamiento químico del solvente. Este enfoque permitió una referencia comparable incluso cuando esta unidad estructural no estaba presente. Se observaron señales características correspondientes a la incorporación de etileno {7}.

La fracción de comonomero se cuantificó usando el método de Wang et al. {6} mediante la integración de múltiples señales en toda la región espectral en el espectro $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$. Este método fue elegido por su naturaleza robusta y la capacidad de considerar la presencia de regio-defectos cuando sea necesario. Las regiones integrales se ajustaron ligeramente para aumentar la aplicabilidad en todo el intervalo de contenidos de comonomeros encontrados.

Para los sistemas en los que solo se observó etileno aislado en las secuencias de PPEPP, el método de Wang et al. fue modificado para reducir la influencia de integrales distintas de cero de sitios que se sabe que no están presentes. Este enfoque redujo la sobreestimación del contenido de etileno para tales sistemas y se logró mediante la reducción del número de sitios utilizados para determinar el contenido absoluto de etileno a:

$$E = 0,5(S\beta\beta + S\beta\gamma + S\beta\delta + 0,5(S\alpha\beta + S\alpha\gamma))$$

Mediante el uso de este conjunto de sitios, la ecuación integral correspondiente se convierte en:

$$E = 0,5(I_H + I_g + 0,5(I_c + I_D))$$

usando la misma notación utilizada en el artículo de Wang et al. {6}. Las ecuaciones utilizadas para el contenido absoluto de propileno no se modificaron.

El porcentaje molar de incorporación de comonomero se calculó a partir de la fracción molar:

$$E [\% \text{ en moles}] = 100 * fE$$

El porcentaje en peso de incorporación de comonomero se calculó a partir de la fracción molar:

$$E [\% \text{ en peso}] = 100 * (fE * 28,06) / ((fE * 28,06) + ((1 - fE) * 42,08))$$

Referencias bibliográficas:

- 1- Busico, V., Cipullo, R., Prog. Polym. Sci. 26 (2001) 443.
- 2- Busico, V., Cipullo, R., Monaco, G., Vacatello, M., Segre, A.L., Macromolecules 30 (1997) 6251.
- 3- Zhou, Z., Kuemmerle, R., Qiu, X., Redwine, D., Cong, R., Taha, A., Baugh, D. Winniford, B., J. Mag. Reson. 187 (2007) 225.
- 4- Busico, V., Carboniere, P., Cipullo, R., Pellecchia, R., Severn, J., Talarico, G., Macromol. Rapid Commun. 2007, 28, 1 128.
- 5- Resconi, L, Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., Chem. Rev. 2000, 100, 1253.
- 6- Wang, W-J., Zhu, S., Macromolecules 33 (2000), 1157.
- 7- Cheng, H. N., Macromolecules 17 (1984), 1950.
- 8- Singh, G., Kothari, A., Gupta, V., Polymer Testing 28 5 (2009), 475.
- 9- Kakugo, M., Naito, Y., Mizunuma, K., Miyatake, T. Macromolecules 15 (1982) 1 150.
- 10- Randall, J. Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.

k) Contenido de secuencias de etileno aisladas con respecto a bloque I(E)

El contenido de secuencias de etileno aisladas con respecto a bloque se calcula a partir de la distribución de la secuencia triada de acuerdo con la ecuación (1):

$$I(E) = fPEP / ((fEEE + fPEE + fPEP)) \times 100 \quad (1)$$

en donde

- I(E) es el contenido relativo de secuencias de etileno aisladas con respecto a bloque [en %];
 fPEP es la fracción molar de las secuencias de propileno/etileno/propileno (PEP) en la muestra;
 fPEE es la fracción molar de las secuencias de propileno/ etileno/etileno (PEE) y de las secuencias de etileno/etileno/propileno (EEP) en la muestra;
 fEEE es la fracción molar de las secuencias de etileno/etileno/etileno (EEE) en la muestra

en donde todas las concentraciones de secuencia se basan en un análisis estadístico de la triada de datos de RMN-¹³C.

5 La distribución de la secuencia del comonomero en el análisis de la triada de los datos de RMN-¹³C se determinó usando el método de análisis de Kakugo et al. (Kakugo, M., Naito, Y., Mizunuma, K., Miyatake, T. *Macromolecules* 15 (1982) 1150). Este método fue elegido por su naturaleza robusta y las regiones de integración ligeramente ajustadas para aumentar la aplicabilidad a un intervalo más amplio de contenidos de comonomeros.

10 I) Flexibilidad

El valor de Flexibilidad se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Flexibilidad} = \text{EAY} * 100000 / (\text{TSY} * \text{E}) \quad (2)$$

15 en donde:

EAY es la elongación en el valor de rendimiento,

TSY es la resistencia a la tracción en el valor de rendimiento, en MPa y

E es el valor del módulo de tracción, en MPa,

20 EAY, TSY y E determinados a 23 °C de acuerdo con la ISO 527.

II- Ejemplos inventivos y comparativos

25 a) Ejemplos inventivos

IE-1, IE-2, IE-3, IE-4 e IE-5 son copolímeros de propileno.

b) Ejemplos comparativos

30 CE-1 es un copolímero aleatorio de propileno etileno con MFR₂ de 1,9 g/10 min y punto de fusión de 140 °C, y es fabricado y distribuido por Borealis.

CE-2 es un copolímero aleatorio de propileno etileno producido por Borealis en una planta a escala piloto que utiliza un catalizador de sitio único. Tiene un MFR₂ de 7 g/10 min y un punto de fusión de 136 °C.

35

c) Preparación de copolímeros de propileno inventivos IE-1, IE-2, IE-3, IE-4 e IE-5

El proceso de polimerización para la preparación de los Ejemplos inventivos de acuerdo con la invención se llevó a cabo en un proceso que comprende un reactor de prepolimerización (PRE-POL), un reactor de bucle (bucle), un reactor de fase gaseosa-1 (GPR1) y un reactor de fase gaseosa-2 (GPR2), todos los reactores están dispuestos en serie. Tal proceso se llevó a cabo en presencia de un catalizador en combinación con trietilaluminio (TEAL) como cocatalizador y di-ciclopentildimetoxi silano como donador externo (donador D).

40

Las condiciones de polimerización para la preparación de los ejemplos de la invención se resumen en la Tabla 1. Los datos del polímero descritos en la Tabla 1 se miden en las muestras del reactor.

45

Las composiciones de polipropileno se prepararon mezclando por fusión los componentes en un extrusor de doble tornillo cogiratorio tipo Coperion ZSK 40 (diámetro del tornillo 40 mm, proporción L/D 38) a temperaturas en el intervalo de 170-190 °C, usando una configuración del tornillo de mezcla de alta intensidad con dos juegos de bloques amasadores. En cada formulación, contiene 500 ppm de Irganox 1010 (Pentaeritritil-tetraquis (3-(3',5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato, n.º CAS 6683-19-8), 500 ppm de Irgafos 168 (fosfito de Tris (2,4-di-t-butilfenilo), n.º CAS n.º 31570-04-4) y 400 ppm de estearato de calcio (n.º CAS 1592-23-0) como aditivos.

50

Los datos del polímero descritos en la Tabla 2 se miden en los gránulos obtenidos después del mezclado por fusión como se describió anteriormente. La cantidad de copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP), en % en peso, que se muestra en la Tabla 2 es la suma de la cantidad-1 (en Bucle) y la cantidad-2 (en GPR1) que se muestra en la Tabla 1.

55

La cantidad de copolímero de propileno amorfo (AM-PP), en % en peso, que se muestra en la Tabla 2 representa la cantidad de copolímero de propileno amorfo (AM-PP), que se muestra en la Tabla 1.

60

Catalizador

El catalizador utilizado en la preparación de los Ejemplos inventivos de acuerdo con la invención se prepara de la siguiente manera:

65

a) Preparación del complejo de Mg

5 En un reactor de acero de 150 l se añadieron 19,3 kg de 2-etil hexano-1-ol a 20 °C. A continuación, se añadieron lentamente 56,0 kg de una solución al 20 % de BOMAG A (nombre comercial) $[\text{Mg}(\text{Bu})_{1,5}(\text{Oct})_{0,5}]$ en tolueno al alcohol bien agitado. La temperatura de la mezcla se aumentó luego a 60 °C y los reactivos se dejaron reaccionar durante 30 minutos a esta temperatura. Después de la adición de 5,5 kg de dicloruro de 1,2-ftaloílo, la mezcla de reacción se agitó a 60 °C durante otros 30 minutos. Luego se añadieron 13,8 kg de 1-clorobutano a 60 °C y se continuó la agitación a esta temperatura durante 30 minutos. Después de enfriar el medio de reacción a temperatura ambiente, se obtuvo una solución amarilla (solución de complejo de Mg).

10

b) Preparación del catalizador

15 Se colocaron 100 ml de cloruro de titanio en un reactor de 1 l equipado con un agitador mecánico. La velocidad de mezcla se ajusta a 110 rpm. Después de la adición de 50 ml de n-heptano, se añadieron 180 ml de la solución de complejo de Mg a la mezcla de reacción bien agitada a 25 °C en 10 minutos. Se formó una emulsión de color rojo oscuro. Después de la adición de la solución de complejo de Mg, se añadieron 15 ml de solución de tolueno que contenía 45 mg de polideceno. Luego se agregaron 10 ml de Viscoplex® 1-254. 10 minutos más tarde, la temperatura del reactor se aumentó a 90 °C y la agitación a esta temperatura continuó durante 30 minutos. Después de establecerse y filtrado, el sólido se lavó con 200 ml de tolueno que contenía 0,1 % en volumen de cloruro de dietil

20 aluminio a 90 °C durante 35 minutos. Luego el sólido se lavó dos veces con 150 ml de heptano durante 10 minutos cada uno. Luego el catalizador se sacó del reactor a un recipiente de secado separado como una suspensión con 100 ml de heptano. Finalmente, el catalizador sólido se secó a 60 °C purgando nitrógeno a través del lecho de catalizador.

25 De la Tabla 2 puede deducirse que los copolímeros de propileno (ejemplos inventivos) muestran una mayor fuerza de adhesión en caliente en comparación con los ejemplos comparativos.

Tabla 1 - Condiciones de polimerización para ejemplos inventivos.

		Unidad	IE-1	IE-2	IE-3	IE-4	IE-5
PRE-POL	Temperatura	°C	20	30	30	31	30
	TEAL/Ti	mol/mol	265	264	266	234	161
	TEAL/Donador	mol/mol	7	8	8	7,3	7,3
	Tiempo de residencia	h	0,38	0,36	0,36	0,34	0,34
	Donador	-	D	D	D	D	D
Bucle	Temperatura	°C	70	70	70	70	70
	H2/C3	mol/kmol	0,17	0,23	0,36	0,34	0,34
	C2/C3	mol/kmol	4,44	4,10	4,72	5,50	5,80
	Cantidad 1	%	32	34	31	29	29
	MFR ₂	g/10 min	0,58	0,61	0,93	3,5	6,0
GPR1	XCS	% en peso	6,7	6,3	6,5	6,0	6,3
	Tiempo de residencia	h	0,38	0,40	0,40	0,39	0,40
	Contenido C2	% en peso	2,5	2,3	2,4	2,1	2,7
	Temperatura	°C	80	80	80	80	80
	H2/C3	mol/kmol	3,22	3,30	3,60	25,0	18,1
GPR2	C2/C3	mol/kmol	27,5	44,7	30,2	37,8	27,9
	Cantidad 2	%	52	51	47	58	57
	MFR ₂	g/10 min	0,74	0,72	1,06	4,7	8,4
	XCS	% en peso	7,4	15,8	7,7	6,2	7,7
	Tiempo de residencia	h	2,25	2,10	2,10	2,08	1,91
GPR2	Contenido C2	% en peso	3,8	5,9	4,2	3,8	3,8
	Temperatura	°C	70	70	70	75	75
	H2/C3	mol/kmol	71	68	68	258	261
	C2/C3	mol/kmol	567	573	563	517	511
	Cantidad 3	%	16	15	22	13	14
GPR2	MFR ₂	g/10 min	0,53	0,58	0,59	4,6	6,3
	XCS	% en peso	22,0	22,4	29,1	19,4	19,4
	Tiempo de residencia	h	1,40	1,45	1,75	0,70	1,10
	Contenido C2	% en peso	10,4	11,3	13,9	8,5	9,0

ES 2 790 667 T3

Tabla 2 - Propiedades de copolímeros de propileno (ejemplos inventivos y comparativos).

	Unidad	IE-1	IE-2	IE-3	IE-4	IE-5	CE-1	CE-2
MFR ₂	g/10 min	0,53	0,58	0,59	4,6	6,3	2,0	5,0
Contenido de comonomero total	% en peso	10,5	11,2	16,4	8,2	8,7	4,5	4,7
XCS	% en peso	22,0	22,4	29,1	19,4	19,4	8,3	19,2
Viscosidad intrínseca de fracción de XCS	dl/g	3,1	2,9	3,3	1,6	1,5	n.d.	1,5
C ₂ de fracción de XCS	% en peso	35	36	41	32,1	33,2	n.d.	8,0
Cantidad de copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP)	% en peso	84	85	78	87	86	100	100
Cantidad de copolímero de propileno amorfo (AM-PP)	% en peso	16	15	22	13	14	0	0
T _m (C-PP)	°C	143	144	147	141	142	140	136
Tg(a)	°C	-4,0	-6,1	-3,3	-4,1	-4,0	-4,0	-6,0
Tg(b)	°C	-56,0	-54,7	-55,0	-54,0	-56,0	n.d.	n.d.
G'23	MPa	308	253	263	346	389	482	352
I(E)	%	33	37	25	43	36	63	59
I(E) de fracción de XCS	%	25	29	21	29	25	n.d.	45
Temperatura Vicat-A	°C	111	112	109	118	114	125	110
Módulo de tracción (E)	MPa	585	458	503	576	601	702	654
Resistencia a la tracción en rendimiento (TSY)	MPa	19	14	17	18	20	22	13
Elongación en rendimiento (EAY)	%	15	16	15	21	20	27	14
Resistencia a la tracción en ruptura (TSB)	MPa	25	21	22	14	15	17	10
Elongación de ruptura (EAB)	%	440	456	450	540	525	343	493
Flexibilidad		1,35	2,50	1,75	2,03	1,66	1,75	1,91
Fuerza de adhesión en caliente	N	3,21	2,90	4,03	2,50	2,10	1,60	1,40
n.d. = no determinado								

REIVINDICACIONES

1. Una composición de polipropileno, que comprende:

5 a) del 55,0 al 90,0 % en peso de un copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) que comprende monómeros de propileno y del 1,0 al 6,5 % en peso de por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, que tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C medida de acuerdo con la ISO 11357-3 y un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,1 a 15 g/10 min medido de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg

10 y
b) del 10,0 al 45,0 % en peso de un copolímero de propileno amorfo (AM-PP) que comprende monómeros de propileno y del 30,0 al 50,0 % en peso de por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂ y que tiene una temperatura de transición vítrea Tg(b) en el intervalo de -60 a -40 °C, siendo el % en peso de los copolímeros C-PP y AM-PP relativos al peso total de los copolímeros C-PP y AM-PP,

15 teniendo dicha composición de polipropileno un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,3 a 90 g/10 min medido de acuerdo con la ISO 1133 a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg y teniendo también un contenido relativo de secuencias de comonómero aisladas con respecto a bloque I(E) en el intervalo del 20 al 50 %, que se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$20 \quad I(E) = \frac{fPEP}{(fEEE + fPEE + fPEP)} \times 100 \quad (1)$$

en donde

25 I(E) es el contenido relativo de secuencias de comonómero aisladas con respecto a en bloque [en %];
fPEP es la fracción molar de las secuencias de propileno/comonómero/propileno (PEP) en la muestra;
fPEE es la fracción molar de las secuencias de propileno/comonómero/comonómero (PEE) y de las secuencias de comonómero/comonómero/propileno (EEP) en la muestra;

30 fEEE es la fracción molar de las secuencias de comonómero/comonómero/comonómero (EEE) en la muestra

en donde todas las concentraciones de secuencia se basan en un análisis estadístico de tríadas de los datos de RMN-¹³C.

35 2. La composición de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 1, en donde por lo menos el 50 % en peso de los comonómeros en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y en el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) son comonómeros de etileno.

40 3. La composición de polipropileno de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que tiene una matriz (M) del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y, dispersada en ella, una fase amorfa del copolímero de propileno amorfo (AM-PP).

45 4. La composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que tiene un contenido de xileno soluble en frío (XCS), determinado de acuerdo con la ISO 16152 a 25 °C, en el intervalo del 15,0 al 50,0 % en peso, en donde la fracción XCS tiene un contenido de comonómero de entre el 25 y el 50 % en peso, la fracción XCS tiene una viscosidad intrínseca de entre 1, 2 y 4 dl/g, y en donde la fracción XCS tiene un I(E) de entre el 15 y el 45 %.

50 5. La composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que tiene un contenido total de comonómero en el intervalo del 7,0 al 25,0 % en peso, estando el contenido total de comonómero calculado basándose en la cantidad total de monómeros comprendidos en el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) comprendido en la composición de polipropileno.

55 6. Un proceso para la fabricación de la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende los pasos de:

a) en un reactor de prepolimerización, el propileno se prepolimeriza en presencia de un catalizador Ziegler-Natta, un cocatalizador y un donador externo, obteniendo una mezcla de reacción (RM-1) que comprende un polipropileno (Pre-PP),

60 b) transferir la mezcla de reacción (RM-1) a un reactor de bucle,

c) en el reactor de bucle, el propileno y por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, preferiblemente propileno y etileno, se polimerizan en presencia de la mezcla de reacción (RM-1), obteniéndose una mezcla de reacción (RM-2)

d) transferir la mezcla de reacción (RM-2) a un reactor de fase gaseosa-1,

65 e) en el reactor de fase gaseosa-1, el propileno y por lo menos un comonómero seleccionado de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, preferiblemente propileno y etileno, se polimerizan, obteniendo una mezcla de reacción (RM-3) que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP),

- f) transferir la mezcla de reacción (RM-3) a un reactor de fase gaseosa-2,
 g) en el reactor de fase gaseosa-2, el propileno y por lo menos un comonomero seleccionados de etileno y una alfa-olefina C₄-C₁₂, preferiblemente propileno y etileno, se polimerizan, obteniendo una mezcla de reacción (RM-4) que comprende el copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP),
 h) recuperar la composición de polipropileno.

7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6, que tiene:

- a) un catalizador basado en Ziegler Natta que comprende un metal del grupo 2 y un catalizador que contiene metal del grupo 6 que comprende un donador interno de electrones, trietilaluminio (TEAL) como cocatalizador y di-ciclopentildimetoxi silano como donador externo (donador D),
 b) una proporción de hidrógeno/propileno (H₂/C₃) en el reactor de bucle en el intervalo de 0,1 a 0,4 mol/kmol,
 c) una proporción de hidrógeno/propileno (H₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-1 en el intervalo de 2,5 a 27,0 mol/kmol,
 d) una proporción de hidrógeno/propileno (H₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-2 en el intervalo de 60 a 270 mol/kmol
 y
 e) una proporción de etileno/propileno (C₂/C₃) en el reactor de bucle en el intervalo de 0,0 a 25 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 1 - 10 mol/kmol, más preferiblemente en el intervalo de 2 - 8 mol/kmol.
 f) una proporción de etileno/propileno (C₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-1 en el intervalo de 25,0 a 50,0 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 27,0 a 45,0 mol/kmol
 g) una proporción de etileno/propileno (C₂/C₃) en el reactor de fase gaseosa-2 en el intervalo de 500 a 600 mol/kmol, preferiblemente en el intervalo de 510 a 580 mol/kmol.

8. La composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende:

- a) por lo menos el 10,0 % en peso de la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,
 b) un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) en el intervalo del 0,0 al 50,0 % en peso,
 c) una resina adherente en un intervalo del 0,0 al 70,0 % en peso,
 d) un plastificante en un intervalo del 0,0 al 60,0 % en peso,
 e) un aditivo en un intervalo del 0,1 al 4,0 % en peso
 y/o
 f) una carga en un intervalo del 0,0 al 50,0 % en peso

estando dichos porcentajes en peso calculados basándose en la cantidad total de los componentes de la composición de polipropileno (a) a (f).

9. La composición de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 8 para su uso en adhesivos, que comprende, además:

- a) por lo menos el 10,0 % en peso de la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,
 b) un polímero distinto del copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y el copolímero de propileno amorfo (AM-PP) en el intervalo del 3,0 al 40,0 % en peso,
 c) una resina adherente en un intervalo del 10,0 al 60,0 % en peso,
 d) un plastificante en un intervalo del 3,0 al 55,0 % en peso,
 e) un aditivo en un intervalo del 15,0 al 3,0 % en peso
 y/o
 f) una carga en un intervalo del 0,5 al 40,0 % en peso

estando dichos porcentajes calculados basándose en la cantidad total de los componentes de la composición de polipropileno (a) a (f).

10. La composición de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 8 para su uso en películas de adhesión en caliente, que comprende:

- a) por lo menos el 90 % en peso de una composición de polipropileno que consiste de copolímero aleatorio de propileno cristalino (C-PP) y copolímero de propileno amorfo (AM-PP)
 y
 b) por lo menos el 0,1 % en peso de aditivos, tales como antioxidantes, agentes de deslizamiento, agentes antibloqueo y/o agentes nucleantes

estando dichos porcentajes calculados basándose en la cantidad total de los componentes de la composición de

polipropileno que incluyen los componentes (a) a (b).

- 5 11. Un artículo que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 u 8-10.
12. Una película que comprende por lo menos una capa superficial, comprendiendo la capa superficial la composición de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 10, que exhibe una fuerza de adhesión en caliente de por lo menos 1,8 N.
- 10 13. La película de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la película es una película de múltiples capas que tiene un espesor total en el intervalo de 30 a 500 μm y en donde la capa superficial tiene un espesor en el intervalo de 3 a 50 μm , en donde dicha película de múltiples capas exhibe una fuerza de adhesión en caliente en el intervalo de 1,8 a 6,0 N.
- 15 14. Una composición adhesiva que comprende la composición de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 9.
15. Un artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con la reivindicación 14 y por lo menos un sustrato.

