

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 649**

51 Int. Cl.:

C09J 123/14 (2006.01)

C08K 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2016 PCT/EP2016/067897**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17017136**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2016 E 16744395 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 3328956**

54 Título: **Composición adhesiva de fusión en caliente a base de propileno**

30 Prioridad:

30.07.2015 EP 15179158

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

29.08.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WANG, JINGBO;
EK, CARL-GUSTAF;
SÖNMEZ, ANIL;
BERNREITNER, KLAUS y
REICHELT, NORBERT**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 723 649 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 adhesiva de fusión en caliente a base de propileno

La presente invención se refiere a una composición adhesiva que comprende al menos un copolímero de polipropileno. Además, se refiere a un artículo que comprende la composición adhesiva y a un proceso de producción de dicho artículo. La invención también se refiere al uso de la composición adhesiva en la preparación de un artículo.

Una composición adhesiva de fusión en caliente es a temperatura ambiente una composición sólida de base termoplástica que se funde rápidamente al calentarla y luego se fija en una unión firme al enfriarla. Una composición adhesiva de fusión en caliente ofrece la posibilidad de una unión casi instantánea, lo que la convierte en un excelente candidato en los procesos de producción automatizados.

Típicamente, una composición adhesiva de fusión en caliente incluye un polímero y otros componentes como, por ejemplo, otro polímero, una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga. El polímero usado normalmente en una composición adhesiva de fusión en caliente puede ser, por ejemplo, una poliolefina (polímero a base de etileno o propileno), una poliolefina funcionalizada (copolímero de etileno o propileno con grupos reactivos), un copolímero de bloque de estireno, un etileno vinil acetato, etc.

Las características importantes de una composición adhesiva de fusión en caliente incluyen la temperatura de reblandecimiento, la dureza, la migración y la florescencia, la resistencia a la decoloración y la compatibilidad con otros materiales. Dependiendo de la aplicación final, se elige una composición adhesiva de fusión en caliente adecuada para que cumpla con los requisitos para esa aplicación final específica.

Al elegir una composición adhesiva de fusión en caliente, la contribución del componente de polímero es vital, en particular para las propiedades de cohesión. El papel del polímero es proporcionar la estructura de la composición y proporcionar las propiedades mecánicas primarias, tales como resistencia, tanto en tensión como en cizallamiento, flexibilidad, elasticidad, propiedades de impacto y la base para la resistencia al calor del adhesivo de fusión en caliente. Además de las propiedades de cohesión, el polímero contribuye a las propiedades de adhesión basadas en la estructura y la química del polímero. La combinación de una buena cohesión y una buena adhesión de la composición de fusión en caliente, para una aplicación particular y hacia los sustratos a unir, la unión y las propiedades prácticas de adhesión, es muy importante para la función y el rendimiento de la unión.

Las propiedades de adhesión para una composición adhesiva de fusión en caliente son generalmente para una combinación específica de sustrato/adhesivo determinada en la práctica por los componentes adicionales en la composición, por ejemplo, a través de resinas adherentes. Las propiedades de adhesión son importantes; sin embargo, las propiedades de cohesión, que se originan principalmente de las propiedades de los componentes del polímero, son prácticamente incluso más importantes y permiten que el adhesivo de fusión en caliente aporte una solución duradera a los movimientos y condiciones del sustrato que aparecen durante el período de vida esperada del componente adherido. Esto significa que la unión podría mantenerse intacta y encajar en un componente del sistema basado en una combinación de sustrato/adhesivo, teniendo integridad estructural y propiedades que permitan que la unión distribuya y resista las tensiones y presiones y permita la disipación de energía en el uso práctico. El experto en la técnica sabe que la disipación de energía dentro del adhesivo desempeña un papel clave en las propiedades de cohesión de dicho adhesivo, es decir, al tirar o cortar dos superficies que se pegaron mediante un adhesivo específico, la fuerza que puede ser contribuida a la disipación es normalmente considerablemente mayor en comparación con la fuerza debida a la energía de la superficie y/o un enlace químico entre el sustrato y el adhesivo. Por lo tanto, una mejor disipación de energía dentro del adhesivo conduce a mejores propiedades de cohesión que a su vez dan como resultado un rendimiento de unión global mejorado (propiedades prácticas de adhesión) de dicho adhesivo.

Dos propiedades clave para determinar el rendimiento cohesivo de una composición adhesiva de fusión en caliente son típicamente su flexibilidad y elasticidad. Ambas propiedades se pueden determinar sobre la base de las propiedades de tracción de la composición o del polímero, a través de la resistencia a la tracción, las propiedades de alargamiento y los valores del módulo E de tracción. La elasticidad se define normalmente como la tendencia de un material o artículo a volver a su forma original después de ser deformado. Para materiales elásticos, esto a menudo está vinculado al módulo E y a las propiedades medidas hasta el límite elástico del material, por ejemplo, el módulo secante de elasticidad para cualquier punto en la curva hasta el límite elástico del material, y en el límite elástico correspondiente a la relación de tensión de tracción en la fluencia/alargamiento de tracción en la fluencia.

Una importante medida de la elasticidad en las deformaciones inferiores para una composición adhesiva de fusión en caliente o un polímero es el valor del módulo de almacenamiento (G') determinado a partir de mediciones mecánicas dinámicas, por ejemplo, a través de DMTA (análisis térmico mecánico dinámico). Una buena flexibilidad y un nivel de elasticidad adaptado ayudan a reducir la fuerza de tracción por unidad de área y reducen en gran medida

5 las posibilidades de que la grieta se propague dentro de una composición adhesiva de fusión en caliente. Esto significa que ayuda a distribuir y disipar la fuerza de tracción, disminuyendo así el fallo de la capacidad de adhesión global en una composición adhesiva de fusión en caliente. Sin embargo, el módulo de elasticidad G' para la composición tiene que estar por encima de un determinado valor deseado para cada aplicación específica y sustratos. De lo contrario, el sustrato adhesivo no podría aportar suficiente resistencia a las fuerzas externas para mantener la integridad estructural del componente. Para aplicaciones específicas, también es importante que las propiedades de la composición adhesiva, que reflejan la elasticidad en deformaciones más altas, estén por encima de determinados valores. Estos valores no deben superarse durante la vida útil del producto final. La elasticidad en las deformaciones más altas se puede determinar en una prueba de tensión-presión como se refleja en la tensión de tracción en la fluencia, así como la presión de tracción en la fluencia.

10 La composición adhesiva de fusión en caliente se usa en una amplia diversidad de aplicaciones, por ejemplo, en combinación con materiales no tejidos tales como, por ejemplo, pañales desechables y compresas higiénicas, envases tales como, por ejemplo, sellado de caja y cartón, encuadernación, etiquetado de botellas, carpintería, textiles y aplicaciones sensibles a la presión tales como, por ejemplo, cintas, películas y etiquetas.

15 Aunque las actuales composiciones adhesivas de fusión en caliente tienen una amplia gama de aplicaciones, todavía existen limitaciones relacionadas con sus propiedades de resistencia al calor. La baja resistencia al calor de las composiciones adhesivas de fusión en caliente las hace inadecuadas para aplicaciones en las que los artículos que contienen el adhesivo de fusión en caliente se usan a alta temperatura.

20 Otra limitación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente actuales es la falta de una combinación adecuada de resistencia al calor y un rendimiento de unión global mejorado.

El documento WO2014/014491 describe una composición adhesiva de fusión en caliente que comprende un copolímero de polipropileno de impacto, un elastómero a base de olefina, un agente de pegajosidad, un plastificante y un estabilizante o antioxidante en la que la viscosidad de la composición es igual o menor que 20000 mPas a 163 °C.

25 Aunque el documento WO2014/014491 describe una composición adhesiva de fusión en caliente que comprende un copolímero de polipropileno de impacto, la invención reivindicada no se basa en las propiedades mecánicas de dicho copolímero de polipropileno de impacto. Menciona que el copolímero de polipropileno de impacto como tal no es adecuado para producir un rendimiento adhesivo eficaz. Otra desventaja es que la composición adhesiva de fusión en caliente reivindicada comprende muchos componentes distintos del copolímero de polipropileno de impacto, lo que añade más complejidad a la composición adhesiva de fusión en caliente y su producción.

30 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de una composición adhesiva de fusión en caliente con una combinación adecuada de resistencia al calor, flexibilidad y elasticidad, dando como resultado una composición adhesiva de fusión en caliente con un rendimiento de unión global mejorado.

35 La idoneidad para la aplicación a alta temperatura se refleja en la temperatura de Vicat-A. La temperatura de Vicat-A representa la temperatura de reblandecimiento de Vicat, que es la determinación del punto de reblandecimiento para los materiales que no tienen un punto de fusión definido, tales como los polímeros. Una temperatura alta de Vicat-A significa una propiedad de alta resistencia al calor del polímero.

40 Las desventajas mencionadas anteriormente de la composición adhesiva de fusión en caliente de la técnica anterior se han superado ahora proporcionando una composición adhesiva que comprende al menos un copolímero de polipropileno, en la que dicho copolímero de polipropileno tiene:

- a) al menos un comonomero seleccionado de entre etileno y/o alfa-olefina C_4-C_{12} ,
- b) un contenido de comonomero total en el intervalo del 4,5 al 20,0 % en peso,
- c) temperatura de Vicat-A > 80 °C, medida de acuerdo con la norma ISO 306,
- d) módulo de almacenamiento (G'_{23}) en el intervalo de 100 a 1000 MPa medido a 23 °C de acuerdo con las
- 45 normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07,
- e) temperatura de fusión en el intervalo de 120 a 160 °C, medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3

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

50 En general, el copolímero de polipropileno comprende unidades procedentes de propileno y al menos un comonomero seleccionado de entre etileno y/o alfa-olefina C_4-C_{12} lineal o ramificada. Preferentemente, el copolímero de propileno comprende unidades procedentes de propileno, etileno y opcionalmente al menos un comonomero seleccionado de entre el grupo que consiste en alfa-olefina C_4-C_{12} lineal o ramificada. Más preferentemente, el copolímero de polipropileno comprende unidades procedentes de propileno, etileno y opcionalmente un

comonomero seleccionado de entre el grupo que consiste en alfa-olefina C₄-C₁₂ lineal. Aún más preferentemente, el copolímero de polipropileno comprende unidades procedentes de propileno y al menos etileno y opcionalmente un comonomero seleccionado de entre el grupo que consiste en 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno, 1-undeceno y 1-dodeceno en el que se prefieren 1-buteno y 1-hexeno. Se prefiere particularmente que el copolímero de polipropileno consista en unidades procedentes de propileno, etileno y 1-buteno.

El copolímero de polipropileno puede ser un copolímero de polipropileno-1 (PC-1) o un copolímero de polipropileno-2 (PC-2) como se describe adicionalmente en el presente documento.

El copolímero de polipropileno para su uso en la composición adhesiva de acuerdo con la invención generalmente se produce en procesos de polimerización y en condiciones bien conocidas por los expertos en la técnica de la fabricación de copolímeros de polipropileno. El copolímero de polipropileno se puede producir copolimerizando propileno con los comonomeros en las cantidades que se describen más adelante. Generalmente estará presente un catalizador de polimerización. El catalizador de polimerización comprende típicamente un compuesto de metal de transición y un activador. Los catalizadores de polimerización adecuados conocidos en la técnica incluyen catalizadores de Ziegler-Natta y catalizadores de sitio único.

En general, un catalizador de tipo Ziegler-Natta usado para la preparación de copolímero de polipropileno será un componente de catalizador de Ziegler-Natta estereoespecífico, sólido y de alto rendimiento que comprende como componentes principales Mg, Ti y Cl. En general, además del componente de catalizador sólido, en el proceso de polimerización se usarán al menos un cocatalizador y al menos un donador externo.

Los componentes del catalizador pueden apoyarse en un soporte en partículas, tal como por ejemplo un óxido inorgánico, como por ejemplo sílice o alúmina. Como alternativa, un haluro de magnesio puede formar el soporte sólido. También es posible que los componentes del catalizador no estén apoyados en un soporte externo, pero el catalizador se prepara por un método de solidificación en emulsión o por un método de precipitación, como es bien sabido por los expertos en la técnica de la preparación de catalizadores.

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

Ejemplos de catalizadores y componentes de Ziegler-Natta adecuados en los catalizadores se describen entre otros en los documentos 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, US4657882.

En lugar de usar un catalizador de tipo Ziegler-Natta, también es posible usar un catalizador de sitio único en el proceso de polimerización. Preferentemente, el catalizador de tipo de sitio único es un catalizador de metaloceno. Dicho catalizador generalmente comprende un compuesto de metal de transición que contiene al menos un ligando ciclopentadienilo, indenilo o fluorenilo sustituido o no sustituido. Ejemplos de compuestos de metaloceno adecuados se proporcionan, entre otros, en los documentos EP629631, EP629632, WO00/26266, WO02/002576, WO02/002575, WO99/12943, WO98/40331, EP776913, EP1074557 y WO99/42497.

El catalizador de metaloceno se usa generalmente junto con un activador. Los activadores adecuados son compuestos alquílicos metálicos y especialmente compuestos alquílicos de aluminio conocidos en la técnica.

El proceso de copolimerización de propileno con los comonomeros descritos anteriormente es conocido en el estado de la técnica. Dicho proceso de polimerización generalmente comprende al menos una etapa de polimerización; sin embargo, el proceso de polimerización también puede comprender etapas de polimerización adicionales. La polimerización en cada etapa puede llevarse a cabo en solución, suspensión, lecho fluidizado, a granel o en fase gaseosa. En una realización particular, el proceso contiene al menos una etapa de reactor a granel y al menos una etapa de reactor de fase gaseosa, comprendiendo cada etapa al menos un reactor y estando todos los reactores dispuestos en cascada. En una realización particularmente preferida, el proceso de polimerización comprende al menos un reactor a granel y al menos un reactor de fase gaseosa dispuesto en ese orden. En algunos procesos de polimerización preferidos, el proceso comprende un reactor a granel y al menos dos reactores de fase gaseosa, por ejemplo, dos o tres reactores de fase gaseosa. El proceso puede comprender además reactores previos y posteriores. Los reactores previos comprenden típicamente reactores de prepolimerización. En este tipo de procesos, generalmente se usan altas temperaturas de polimerización para lograr propiedades específicas de los polímeros. Las temperaturas típicas en todos los procesos son 70 °C o más altas, preferentemente 80 °C o más

altas, más preferiblemente 85 °C o más altas. Las altas temperaturas de polimerización mencionadas anteriormente se pueden aplicar en algunos o en todos los reactores de la cascada del reactor.

Un proceso preferido es un proceso de "fase de gas de bucle", tal como el desarrollado por Borealis y conocido como tecnología BORSTAR™. Ejemplos de este proceso se describen en los documentos EP0887379, WO92/12182, WO2004/000899, WO2004/111095, WO99/24478, WO99/24479 y WO00/68315. Un proceso preferido adicional es el proceso en fase de gas en suspensión llamado proceso Spheripol™.

La cantidad total de unidades procedentes de etileno y alfa-olefinas C₄-C₁₂ en el copolímero de polipropileno generalmente está en el intervalo del 4,5 al 20,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 5,0 al 19,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 5,5 al 18,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 4,5 % en peso, preferentemente 5,0 % en peso, más preferentemente 5,5 % en peso. Un límite superior adecuado es del 20,0 % en peso, preferentemente 19,0 % en peso, más preferentemente 18,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. La cantidad total de unidades procedentes de etileno y alfa-olefina C₄-C₁₂ en el copolímero de polipropileno se calcula sobre la base de la cantidad total de monómeros en el copolímero de polipropileno.

El copolímero de polipropileno generalmente tiene una temperatura de Vicat-A > 80,0 °C, preferentemente en el intervalo de 81 a 125 °C, más preferentemente en el intervalo de 85 a 110 °C, aún más preferentemente en el intervalo de 90 a 100 °C. La temperatura de Vicat-A para el copolímero de polipropileno se determina de acuerdo con la norma ISO 306.

En general, el copolímero de polipropileno tiene un módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 100 a 1000 MPa, preferentemente en el intervalo de 130 a 700 MPa, más preferentemente en el intervalo de 150 a 600 MPa. El módulo de almacenamiento (G'23) para el copolímero de polipropileno se determina de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07 a 23 °C. Un límite inferior adecuado es de 100 MPa, preferentemente 130 MPa, más preferentemente 150 MPa. Un límite superior adecuado es de 1000 MPa, preferentemente 700 MPa, más preferentemente 600 MPa. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

El copolímero de polipropileno generalmente tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 120 a 160 °C medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3, preferentemente en el intervalo de 122 a 155 °C, más preferentemente en el intervalo de 125 a 150 °C. Un límite inferior adecuado es de 120 °C, preferentemente 122 °C, más preferentemente 125 °C. Un límite superior adecuado es de 160 °C, preferentemente 155 °C, más preferentemente 150 °C. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

En general, el copolímero de polipropileno tiene un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,5 a 500 g/10 min. El MFR₂ para el copolímero de propileno se determina de acuerdo con la norma ISO 1133, a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg. Se prefiere que el copolímero de polipropileno tenga un MFR₂ en el intervalo de 1,0 a 400 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 310 g/10 min, aún más preferentemente de 3,0 a 250 g/10 min. Un límite inferior adecuado es de 0,5 g/10 min, preferentemente 1,0 g/10 min, más preferentemente 2,0 g/10 min, aún más preferentemente 3,0 g/10 min. Un límite superior adecuado es de 500 g/10 min, preferentemente 400 g/10 min, más preferentemente 310 g/10 min, aún más preferentemente 250 g/10 min. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

En general, el copolímero de polipropileno tiene un módulo de tracción (E) en el intervalo de 200 a 1000 MPa. El módulo de tracción del copolímero de polipropileno se determina de acuerdo con la norma ISO 527-1 a 23 °C. Se prefiere que el copolímero de polipropileno tenga un módulo de tracción en el intervalo de 250 a 950 MPa, más preferentemente en el intervalo de 250 a 900 MPa. Un límite inferior adecuado es de 200 MPa, preferentemente 250 MPa. Un límite superior adecuado es de 1000 MPa, preferentemente 950 MPa, más preferentemente 900 MPa. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

La composición adhesiva de acuerdo con la presente invención comprende al menos uno de: un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno, una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga. Ejemplos de polímeros distintos de el al menos un copolímero de polipropileno son: polietileno de alta presión y sus copolímeros, 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 lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de muy baja densidad (VLDPE), copolímero de estireno-butadieno (SBC), estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS), plastómeros a base de poliolefina (POP) y elastómeros a base de poliolefina (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 sólida a temperatura normal y se vuelve líquida 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 adhesiva de acuerdo con la invención. Ejemplos de ceras conocidas son: cera microcristalina, cera sintética y 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 mercado, por ejemplo, en Dupont con el nombre Elvaloy™.

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

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

15 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 adhesiva final.

El plastificante comprendido en la composición adhesiva de acuerdo con la presente invención se puede seleccionar de entre: aceite de base mineral, aceite de base 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.

20 Ejemplos de aditivos que se pueden usar en la composición adhesiva de acuerdo con la presente invención incluyen, pero sin limitación, estabilizantes tales como antioxidantes (por ejemplo, fenoles estéricamente impedidos, fosfitos/fosfonitos, antioxidantes que contienen azufre, eliminadores de radicales libres, aminas aromáticas, estabilizantes de amina impedida, o mezclas de los mismos, desactivadores de metales (por ejemplo, Irganox™ MD 1024), o estabilizantes de UV (por ejemplo, estabilizadores de luz de amina impedida). Otros aditivos típicos son
25 modificadores tales como agentes antiestáticos o antivaho (por ejemplo, aminas etoxiladas y amidas o ésteres de glicerol), neutralizantes de ácidos (por ejemplo, estearato de Ca), agentes de soplado, agentes de adherencia (por ejemplo, poliisobuteno), lubricantes y resinas (por ejemplo, ceras ionómeras, ceras de copolímero de polietileno y etileno, ceras Fischer-Tropsch, ceras a base de montano, compuestos a base de fluoro, o parafinas), agentes nucleantes (por ejemplo, benzoatos, compuestos a base de fósforo, sorbitoles, compuestos a base de nonitol o
30 compuestos a base de amida), así como agentes de deslizamiento y antibloqueantes (por ejemplo, erucamida, oleamida, sílice natural y sílice sintética o zeolitas) y mezclas de los mismos.

Ejemplos de cargas adecuadas para formar parte de la composición adhesiva de acuerdo con la presente invención incluyen, pero sin limitación, 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
35 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 cinc, sulfato de bario y/o dióxido de titanio. En este caso y en lo sucesivo, los modificadores minerales están comprendidos en el término carga. El experto en la técnica de composiciones adhesivas puede, sin una carga excesiva, determinar fácilmente la cantidad más adecuada de componentes en la composición adhesiva para una aplicación determinada.

40 La invención también proporciona una composición adhesiva de acuerdo con la invención en la que el copolímero de polipropileno es un copolímero de polipropileno-1 (PC-1) que tiene al menos un comonomero seleccionado de entre etileno y/o una alfa-olefina C₄-C₁₂ y en la que dicho copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene una flexibilidad >0,8 que se calcula de acuerdo con la ecuación:

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

45 en la que:

EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,
TSY es la resistencia a la tracción en el valor de fluencia, en MPa y
E es el valor del módulo de tracción, en MPa.

50 El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) comprende una matriz (M) que es un copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y dispersa en su interior un copolímero de propileno elastomérico (EL). Por lo tanto, la matriz (M) generalmente contiene inclusiones (finamente) dispersas que no son parte de la matriz (M) y dichas inclusiones contienen el copolímero de propileno elastomérico (EL). El término inclusión indica que la matriz (M) y la inclusión forman diferentes fases dentro del polipropileno copolímero-1 (PC-1). Preferentemente, el copolímero de polipropileno-1

(PC-1) de acuerdo con la presente invención comprende como componentes poliméricos solo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (EL). En otras palabras, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) puede contener aditivos pero ningún otro polímero en una cantidad superior al 5,0 % en peso, más preferentemente no superior al 3,0 % en peso, lo más preferentemente no superior al 1,0 % en peso, sobre la base del peso total de copolímero de polipropileno-1 (PC-1). Un polímero adicional que puede estar presente en una cantidad tan baja es un polietileno que puede ser un subproducto de reacción obtenido durante la preparación del copolímero de polipropileno-1 (PC-1).

En general, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1), es decir, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (EL), comprende al menos un monómero copolimerizable con propileno seleccionado de entre etileno y alfa-olefina C₄-C₁₂, en particular, seleccionado de entre etileno y alfa-olefina C₄-C₈, por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) comprende, más preferentemente consiste en, al menos un monómero copolimerizable con propileno de entre el grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más preferentemente, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) comprende, aparte de propileno, unidades procedentes de etileno y/o 1-buteno. En una realización aún más preferida, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) comprende unidades procedentes de etileno y propileno solamente. Aún más preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) y el copolímero de propileno elastomérico (EL) del copolímero de polipropileno-1 (PC-1) contienen los mismos comonómeros, como el etileno. En consecuencia, el copolímero de propileno elastomérico (EL) es preferentemente un caucho de etileno propileno (EPR), mientras que el copolímero de propileno aleatorio (R-PP) es un copolímero de etileno propileno aleatorio.

El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) puede tener un contenido total de comonómero en el intervalo del 4,5 al 20,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 5,5 al 20,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 6,5 al 18,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 4,5 % en peso, preferentemente 5,5 % en peso, más preferentemente 6,5 % en peso. Un límite superior adecuado es del 20,0 % en peso, preferentemente 18,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El contenido total de comonómero en el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) se calcula sobre la base de la cantidad total de monómeros en el copolímero de polipropileno-1 (PC-1).

El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene un contenido de comonómero de etileno en el intervalo del 6,5 al 18,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 7,0 al 17,5 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 7,5 al 17,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 6,5 % en peso, preferentemente 7,0 % en peso, más preferentemente 7,5 % en peso. Un límite superior adecuado es del 18,0 % en peso, preferentemente 17,5 % en peso, más preferentemente 17,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El contenido de comonómero de etileno en el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) se calcula sobre la base de la cantidad total de monómeros en el copolímero de polipropileno-1 (PC-1).

El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene una flexibilidad > 0,8 que se calcula de acuerdo con la ecuación:

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

en la que:

EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,
TSY es la resistencia a la tracción en el valor de fluencia, en MPa y
E es el valor del módulo de tracción, en MPa.

El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene una flexibilidad > 0,8, preferentemente en el intervalo de 0,8 a 20, más preferentemente en el intervalo de 0,9 a 15.

El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene una temperatura de transición vítrea T_{g1} en el intervalo de -12 a -2 °C, preferentemente en el intervalo de -10 a -3 °C. Un límite inferior adecuado es de -12 °C, preferentemente -10 °C. Un límite superior adecuado es de -2 °C, preferentemente -3 °C. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene una temperatura de transición vítrea T_{g2} en el intervalo de -65 a -20 °C, preferentemente en el intervalo de -60 a -25 °C, más preferentemente en el intervalo de -58 a -30 °C. Un límite inferior adecuado es de -65 °C, preferentemente -60 °C, más preferentemente -58 °C. Un límite superior adecuado es de -20 °C, preferentemente -25 °C, más preferentemente -30 °C. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

En general, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene un módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 150 a 450 MPa, preferentemente en el intervalo de 170 a 400 MPa. El módulo de almacenamiento (G'23) para el

copolímero de polipropileno-1 (PC-1) se determina de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07 a 23 °C. Un límite inferior adecuado es de 150 MPa, preferentemente 170 MPa. Un límite superior adecuado es de 450 MPa, preferentemente 400 MPa. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

5 El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3, preferentemente en el intervalo de 137 a 153 °C. Un límite inferior adecuado es de 135 °C, preferentemente 137 °C. Un límite superior adecuado es de 155 °C, preferentemente 153 °C. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

10 El copolímero de polipropileno-1 (PC-1) generalmente tiene un módulo de tracción (E) en el intervalo de 200 a 1000 MPa. Se prefiere que el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tenga un módulo de tracción (E) en el intervalo de 250 a 950 MPa, más preferentemente en el intervalo de 250 a 900 MPa. Un límite inferior adecuado es de 200 MPa, preferentemente 250 MPa. Un límite superior adecuado es de 1000 MPa, preferentemente 950 MPa, más preferentemente 900 MPa. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

15 En general, la fracción de xileno soluble en frío (XCS) del copolímero de polipropileno-1 (PC-1), medida de acuerdo con la norma ISO 16152 a 25 °C, está en el intervalo del 15,0 al 50,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 17,0 al 48,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 18,0 al 47,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 15,0 % en peso, preferentemente 17,0 % en peso, más preferentemente 18,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferentemente 48,0 % en peso, más preferentemente 47,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

20 En general, la fracción de xileno soluble en frío (XCS) del copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene una viscosidad intrínseca (IV) en el intervalo de 1,0 a 4,5 dl/g, preferentemente en el intervalo de 1,0 a 2,7 dl/g, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 2,0 dl/g. Un límite inferior adecuado es de 1,0 dl/g. Un límite superior adecuado es de 4,5 dl/g, preferentemente 2,7 dl/g, más preferentemente 2,0 dl/g. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

25 En general, el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 0,8 a 90 g/10 min. El MFR₂ para el copolímero de propileno-1 (PC-1) se determina de acuerdo con la norma ISO 1133, a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg. Se prefiere que el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tenga un MFR₂ en el intervalo de 0,8 a 40 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 0,8 a 25 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 0,8 a 15 g/10min. Un límite inferior adecuado es de 0,8 g/10min. Un límite superior adecuado es de 90 g/10 min, preferentemente 40 g/10 min, más preferentemente 25 g/10 min, aún más preferentemente 15 g/10 min. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

La presente invención también proporciona una composición adhesiva de acuerdo con la invención en la que el copolímero de polipropileno es un copolímero de polipropileno-2 (PC-2) que tiene etileno como comonomero y al menos uno seleccionado de entre alfa-olefina C₄-C₁₂ y en la que dicho copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene:

- 35 a) una temperatura de transición vítrea T_g en el intervalo de -12 a 0 °C y
b) un contenido de comonomero total en el intervalo del 6,0 al 15,0 % en peso.

40 El copolímero de polipropileno-2 (PC-2) comprende unidades procedentes de propileno, etileno y al menos un comonomero seleccionado de entre alfa-olefina C₄-C₁₂ lineal o ramificada. Preferentemente, el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) comprende unidades procedentes de propileno, etileno y al menos un comonomero seleccionado de entre el grupo que consiste en alfa-olefina C₄-C₁₂ lineal. Más preferentemente, el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) comprende unidades procedentes de propileno, etileno y al menos un comonomero seleccionado de entre el grupo que consiste en polímero lineal de 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno, 1-undeceno y 1-dodeceno, en el que se prefieren 1-buteno y 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) consiste en unidades procedentes de propileno, etileno y un comonomero seleccionado de entre el grupo que consiste en polímero lineal de 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno, 1-undeceno y 1-dodeceno, en el que se prefieren 1-buteno y 1-hexeno. Se prefiere particularmente que el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) consista en unidades procedentes de propileno, etileno y una alfa-olefina C₄. La alfa-olefina C₄ puede ser una alfa-olefina C₄ lineal o ramificada, preferentemente alfa-olefina C₄ lineal, es decir, 1-buteno.

50 La cantidad total de unidades procedentes de etileno y alfa-olefinas C₄-C₁₂ en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) generalmente está en el intervalo del 6,0 al 15,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 6,0 al 14,5 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 6,0 al 12,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 6,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 15,0 % en peso, preferentemente 14,5 % en peso, más preferentemente 12,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. La cantidad total de unidades procedentes de etileno y alfa-olefina C₄-C₁₂ en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) se calcula sobre la base de la cantidad total de monómeros en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2).

En la realización particularmente preferida en la que el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) consiste en unidades procedentes de propileno, etileno y alfa-olefina C₄, en el que la alfa-olefina C₄ es generalmente una alfa-olefina C₄ lineal o ramificada, preferentemente alfa-olefina C₄ lineal, es decir, 1-buteno:

5 a) el contenido de etileno en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) está generalmente en el intervalo del 0,5 al 3,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 0,6 al 2,5 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 0,8 al 2,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,5 % en peso, preferentemente 0,6 % en peso, más preferentemente 0,8 % en peso. Un límite superior adecuado es del 3,0 % en peso, preferentemente 2,5 % en peso, más preferentemente 2,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. La cantidad de unidades procedentes de etileno en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) se calcula sobre la base de la cantidad total de monómeros en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2).

10 b) el contenido de alfa-olefina C₄ en el copolímero de propileno-2 (PC-2) está generalmente en el intervalo del 5,0 al 14,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 5,2 al 13,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 5,5 al 12,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 5,0 % en peso, preferentemente 5,2 % en peso, más preferentemente 5,5 % en peso. Un límite superior adecuado es del 14,0 % en peso, preferentemente 13,0 % en peso, más preferentemente 12,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El contenido de alfa-olefina C₄ en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) se calcula sobre la base de la cantidad total de monómeros en el copolímero de polipropileno-2 (PC-2).

20 El copolímero de polipropileno-2 (PC-2) generalmente tiene una temperatura de transición vítrea T_g en el intervalo de -12 a 0 °C, preferentemente en el intervalo de -10 a 0, más preferentemente en el intervalo de -8 a -1. Un límite inferior adecuado es de -12 °C, preferentemente -10 °C, más preferentemente -8 °C. Un límite superior adecuado es de 0 °C, preferentemente -1 °C. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

25 En general, el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene un módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 300 a 600 MPa, preferentemente en el intervalo de 300 a 550 MPa, más preferentemente en el intervalo de 300 a 500 MPa. El módulo de almacenamiento (G'23) para el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) se determina de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07 a 23 °C. Un límite inferior adecuado es de 300 MPa. Un límite superior adecuado es de 600 MPa, preferentemente 550 MPa, más preferentemente 500 MPa. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

30 El copolímero de polipropileno-2 (PC-2) generalmente tiene una temperatura de fusión en el intervalo de 125 a 135 °C medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3, preferentemente en el intervalo de 127 a 134 °C, más preferentemente en el intervalo de 129 a 132 °C. Un límite inferior adecuado es de 125 °C, preferentemente 127 °C, más preferentemente 129 °C. Un límite superior adecuado es de 135 °C, preferentemente 134 °C, más preferentemente 132 °C. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

35 El copolímero de polipropileno-2 (PC-2) generalmente tiene un módulo de tracción (E) en el intervalo de 500 a 1000 MPa. Se prefiere que el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tenga un módulo de tracción en el intervalo de 550 a 950 MPa, más preferentemente en el intervalo de 600 a 900 MPa. Un límite inferior adecuado es 500 MPa, preferentemente 550 MPa, más preferentemente 600 MPa. Un límite superior adecuado es de 1000 MPa, preferentemente 950 MPa, más preferentemente 900 MPa. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

40 El copolímero de polipropileno-2 (PC-2) generalmente tiene una flexibilidad > 0,60 que se calcula de acuerdo con la ecuación:

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

en la que:

45 EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,
TSY es la resistencia a la tracción en el valor de fluencia, en MPa y
E es el valor del módulo de tracción, en MPa.

El copolímero de polipropileno-2 (PC-2) generalmente tiene una flexibilidad > 0,60, preferentemente >0,65, más preferentemente >0,70.

50 En general, el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene un índice de fluidez (MFR₂) en el intervalo de 2,0 a 500 g/10 min. El MFR₂ para el copolímero de propileno-2 (PC-2) se determina de acuerdo con la norma ISO 1133, a una temperatura de 230 °C y bajo una carga de 2,16 kg. Se prefiere que el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tenga un MFR₂ en el intervalo de 3,0 a 400 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 5,0 a 350 g/10 min. Un límite inferior adecuado es de 2,0 g/10 min, preferentemente 3,0 g/10 min, aún más preferentemente 5,0 g/10 min. Un límite superior adecuado es de 500 g/10 min, preferentemente 400 g/10 min, más preferentemente 350 g/10 min.

ES 2 723 649 T3

Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

En otra realización de la presente invención, la composición adhesiva comprende al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno junto al al menos un copolímero de polipropileno de acuerdo con la invención.

5 En esta realización, la presente invención se refiere a una composición adhesiva de acuerdo con la invención en la que el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno tiene

a) temperatura de fusión < 120 °C, medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3,
b) módulo de almacenamiento (G'23) < 50 MPa medido a 23 °C de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07,

10 c) densidad <0,96 g/cm³ medida de acuerdo con la norma ISO 1183D y

d) un MFR₂ en el intervalo de 0,20 a 2000 g/10min, medido de acuerdo con la norma ISO 1133.

El al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno generalmente tiene una temperatura de fusión <120 °C medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3, preferentemente <110 °C, más preferentemente < 100 °C.

15 En general, el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno tiene un módulo de almacenamiento (G'23) <50 MPa, preferentemente 45 MPa, más preferentemente <40 MPa. El módulo de almacenamiento (G'23) para el copolímero de propileno-1 (PC-1) se determina de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07 a 23 °C.

20 El al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno generalmente tiene una densidad <0,96 g/cm³, preferentemente en el intervalo de 0,86 a 0,95 g/cm³, más preferentemente en el intervalo de 0,87 a 0,95 g/cm³.

25 El al menos un polímero que no sea el al menos un copolímero de polipropileno generalmente tiene un índice de fluidez (MFR₂) entre 0,2 y 2000 g/10 min. El MFR₂ para el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno se determina de acuerdo con la norma ISO 1133 bajo una carga de 2,16 kg. La temperatura usada en la determinación del MFR₂ depende de la naturaleza de el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno como es bien conocido por el experto en la técnica. Por ejemplo el polietileno se mide a 190 °C. Se prefiere que el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno tenga un MFR₂ en el intervalo de 0,5 a 1500 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 1000 g/10 min. Un límite inferior adecuado es de 0,2 g/10 min, preferentemente 0,5 g/10 min, aún más preferentemente 1,0 g/10 min. Un límite superior adecuado es de 2000 g/10 min, preferentemente 1500 g/10 min, más preferentemente 1000 g/10 min. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

30

En esta realización, la presente invención también se refiere a una composición adhesiva de acuerdo con la invención en la que dicha composición adhesiva tiene:

35 a) al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno presente en el intervalo del 0,01 al 50,0 % en peso, calculándose dicho porcentaje de el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno sobre la base de la cantidad total de copolímero de polipropileno y de al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno comprendido en la composición adhesiva y
b) Flexibilidad > 0,5 que se calcula de acuerdo con la ecuación:

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

40 en la que:

EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,

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

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

45 En esta realización, la cantidad de el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno presente en la composición adhesiva de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo del 0,01 al 50,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 3,0 al 45,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 5,0 al 40,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,01 % en peso, preferentemente 3,0 % en peso, más preferentemente 5,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferentemente 45,0 % en peso, más preferentemente 40,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos.

50 El porcentaje de al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno se calcula sobre la base de la cantidad total de copolímero de polipropileno y de al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero

de polipropileno comprendido en la composición adhesiva.

En esta realización, la composición adhesiva de acuerdo con la invención generalmente tiene una flexibilidad > 0,5, preferentemente >0,55, más preferentemente >0,6, aún más preferentemente >0,7, incluso aún más preferentemente >0,8.

5 La presente invención también se refiere a una composición adhesiva de acuerdo con la invención en la que dicha composición adhesiva comprende:

- a) al menos un copolímero de polipropileno en el intervalo del 10,0 al 80,0 % en peso,
- b) al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno en el intervalo del 0,0 al 50,0 % en peso,
- 10 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

15 calculándose dichos porcentajes de el al menos un copolímero de polipropileno, el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno, resina adherente, plastificante, aditivo y carga sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

20 La cantidad de el al menos un copolímero de polipropileno presente en la composición adhesiva de acuerdo con la invención generalmente está en el intervalo del 10,0 al 80,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 15,0 al 75,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 25,0 al 65,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 10,0 % en peso, preferentemente 15,0 % en peso, más preferentemente 25,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 80,0 % en peso, preferentemente 75,0 % en peso, más preferentemente 65,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El porcentaje de el al menos un copolímero de polipropileno en esta composición adhesiva se calcula sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

25 La cantidad de el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno presente en la composición adhesiva de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo del 0,0 al 50,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 3,0 al 40,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 5,0 al 35,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,0 % en peso, preferentemente 3,0 % en peso, más preferentemente 5,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferentemente 40,0 % en peso, más preferentemente 35,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El porcentaje de el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno en esta composición adhesiva se calcula sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

30 La cantidad de resina adherente presente en la composición adhesiva de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo del 0,0 al 70,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 10,0 al 60,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 15,0 al 55,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,0 % en peso, preferentemente 10,0 % en peso, más preferentemente 15,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 70,0 % en peso, preferentemente 60,0 % en peso, más preferentemente 55,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El porcentaje de resina adherente en esta composición adhesiva se calcula sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

35 La cantidad de plastificante presente en la composición adhesiva de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo del 0,0 al 60,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 3,0 al 55,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 5,0 al 45,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,0 % en peso, preferentemente 3,0 % en peso, más preferentemente 5,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 60,0 % en peso, preferentemente 55,0 % en peso, más preferentemente 45,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El porcentaje de plastificante en esta composición adhesiva se calcula sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

40 La cantidad de aditivo presente en la composición adhesiva de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo del 0,1 al 4,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 0,15 al 3,0 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 0,20 al 2,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,1 % en peso, preferentemente 0,15 % en peso, más preferentemente 0,20 % en peso. Un límite superior adecuado es del 4,0 % en peso, preferentemente 3,0 % en peso, más preferentemente 2,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El porcentaje de aditivo en esta composición adhesiva se calcula sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

45 La cantidad de carga en la composición adhesiva de acuerdo con la invención está generalmente en el intervalo del 0,0 al 50,0 % en peso, preferentemente en el intervalo del 0,5 al 40,0 % en peso, más preferentemente en el

intervalo del 1,0 al 30,0 % en peso. Un límite inferior adecuado es del 0,0 % en peso, preferentemente 0,5 % en peso, más preferentemente 1,0 % en peso. Un límite superior adecuado es del 50,0 % en peso, preferentemente 40,0 % en peso, más preferentemente 30,0 % en peso. Se incluyen los valores indicados inferior y superior de los intervalos. El porcentaje de carga en esta composición adhesiva se calcula sobre la base de la cantidad total de composición adhesiva.

5 Como se ha mencionado anteriormente, los componentes descritos anteriormente pueden estar comprendidos en la composición adhesiva de acuerdo con la invención. El experto en la técnica de composiciones adhesivas puede, sin una carga excesiva, determinar fácilmente el tipo y la cantidad de componentes más adecuados para una aplicación determinada.

10 La presente invención también se refiere a un proceso de preparación de una composición adhesiva de acuerdo con la invención combinando al menos un copolímero de polipropileno con al menos uno de: un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno, una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga.

15 La composición adhesiva de la invención se puede preparar usando cualquiera de las técnicas conocidas por el experto en la técnica. Un ejemplo ilustrativo de la preparación de la composición adhesiva es un procedimiento de mezcla que involucra la colocación de todos los componentes, excepto el copolímero de polipropileno en una caldera de mezcla con camisa equipada con un rotor y luego aplicando una temperatura en un intervalo de 149 a 190 °C para fundir los componentes de la mezcla colocados en la caldera de mezcla con camisa. Debe entenderse que la temperatura precisa que se usará en esta etapa de preparación dependerá de los puntos de fusión de los componentes particulares. El copolímero de polipropileno se introduce posteriormente en la caldera de mezcla con camisa con agitación, lo que permite que la mezcla continúe hasta que se forme una mezcla consistente y uniforme. 20 La preparación de la composición adhesiva se puede llevar a cabo bajo una atmósfera inerte, usando un gas inerte tal como dióxido de carbono o nitrógeno, para proteger dicha composición adhesiva.

25 La composición adhesiva resultante se puede aplicar luego a sustratos usando una diversidad de técnicas de recubrimiento. Ejemplos de técnicas de recubrimiento son: recubrimiento por boquilla de ranura ancha por fusión en caliente, recubrimiento por rueda por fusión en caliente, recubrimiento por rodillo por fusión en caliente, recubrimiento por soplado por fusión y recubrimiento por pulverización en espiral. Es adecuada cualquier temperatura de aplicación a la que se aplique la composición adhesiva sobre un sustrato, por encima del punto de reblandecimiento de la composición adhesiva. El punto de reblandecimiento de un material es la temperatura a la cual un material se ablanda lo suficiente para permitir un flujo significativo bajo una tensión baja. Para la composición adhesiva de acuerdo con la presente invención, la temperatura de aplicación se selecciona preferentemente por encima del punto de fusión del componente principal de copolímero de polipropileno. Como alternativa, la temperatura de aplicación se puede seleccionar para que esté por encima del punto de fusión del componente de copolímero de polipropileno con el punto de fusión más alto en la composición. Un intervalo de temperatura de aplicación adecuado para la composición adhesiva estaría entre 120 °C y 220 °C dependiendo del tipo de copolímero de polipropileno comprendido en dicha composición. Preferentemente, la temperatura de aplicación se selecciona para que esté en el intervalo de 1 °C a 30 °C, más preferentemente en un intervalo de 2 °C a 25 °C, preferentemente en un intervalo de 3 °C a 20 °C por encima del punto de fusión del componente de copolímero de polipropileno con el punto de fusión más alto en la composición.

40 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, hormigón y material cerámico. El sustrato puede estar en forma de, por ejemplo, una fibra, una película, un hilo, una tira, un recubrimiento, una lámina, una chapa, una tabla, una placa y una banda. Cualquier material de sustrato y cualquier forma de sustrato podrían usarse en cualquier combinación posible con la composición adhesiva que sirva para unir dos o más sustratos.

45 La presente invención se refiere además a un artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con la invención y al menos un sustrato.

Dicho artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con la invención y el al menos un sustrato se puede usar en varias aplicaciones. Las aplicaciones ilustrativas de dicho artículo incluyen, pero sin limitación, aplicaciones médicas, aplicaciones de construcción, aplicaciones de materiales no tejidos, aplicaciones de envasado general o de alimentos, aplicaciones de encuadernación, etiquetado de botellas y aplicaciones sensibles a la presión.

55 Dicho artículo que comprende la composición adhesiva de acuerdo con la invención y al menos un sustrato puede elegirse de entre un pañal desechable, una compresas higiénica, una cubierta de cama, un vendaje, un cortina quirúrgica, una cinta, una película, una etiqueta, una chapa (por ejemplo, un plástico, un papel o una hoja 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 cortina quirúrgica, un dispositivo quirúrgico, un dispositivo médico, un filtro o un paquete (por ejemplo, una caja o un recipiente). Los artículos preferidos de acuerdo

con la invención son cintas, películas, libros y dispositivos médicos.

La presente invención también se refiere a un proceso de producción de un artículo de acuerdo con la invención en el que el proceso comprende al menos la etapa de aplicar al menos una composición adhesiva de acuerdo con la invención sobre al menos una superficie de el al menos un sustrato.

- 5 Finalmente, la presente invención también se refiere al uso de la composición adhesiva de acuerdo con la invención en la preparación de un artículo de acuerdo con la invención.

Ejemplos

I- Métodos de medición

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

a) Medición de la temperatura de Vicat-A

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

15 b) Índice de fluidez

- El índice de fluidez (MFR₂) se determina de acuerdo con la norma ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR₂ es una indicación de la fluidez y, por tanto, de la elaborabilidad del polímero. Cuanto mayor sea el índice de fluidez, menor será 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 a base de poliolefina (POE) se determina a una temperatura de 190 °C y bajo una carga de 2,16 kg.

c) Análisis de DSC

- 25 La temperatura de fusión (T_m) y la temperatura de cristalización (T_c) se midieron con un dispositivo de calorimetría diferencial de barrido TA Instrument Q2000 (DSC) de acuerdo con la norma ISO 11357/3 en muestras de 5 a 10 mg. La temperatura de cristalización (T_c) y la temperatura 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 máximos de las endotermas y exotermas en el ciclo de enfriamiento y el segundo ciclo de calentamiento respectivamente.

d) Xileno soluble en frío (XCS)

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

e) Viscosidad intrínseca (VI)

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

f) Densidad

- 35 La densidad se mide de acuerdo con la norma ISO 1183D. La preparación de las muestras se lleva a cabo mediante moldeo por compresión de acuerdo con la norma ISO 1872-2: 2007.

g) Análisis térmico mecánico dinámico (DMTA)

- 40 El módulo de almacenamiento G' y la temperatura de transición vítrea T_g se midieron mediante análisis 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 las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07. Las mediciones se llevan a cabo con un equipo Anton Paar MCR 301. Las muestras moldeadas comprimidas tienen las siguientes dimensiones: 40x10x1 mm y se preparan de acuerdo con la norma ISO 1872-2: 2007. El módulo de almacenamiento G'₂₃ y G'₇₀ se midieron a 23 °C y 70 °C, respectivamente.

h) Propiedades de tracción

Las propiedades de tracción, el alargamiento en la rotura (EAB), el alargamiento en la fluencia (EAY), la resistencia a la tracción en la rotura (TSB) y la resistencia a la tracción en la fluencia (TSY) se midieron a 23 °C de acuerdo con las normas ISO 527-1: 2012/ISO 527-2: 2012 en muestras moldeadas por inyección, tipo 1B, preparadas de acuerdo con la norma ISO 527-2: 2012 y usando un extensómetro (método B) producido de acuerdo con la norma ISO 1873-2 con un espesor de muestra de 4 mm. La velocidad de prueba fue de 50 mm/min, excepto para la medición del módulo de tracción (E) que se llevó a cabo a una velocidad de prueba de 1 mm/min.

i) Contenido de comonomero

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

Cuantificación del contenido de comonomero de copolímeros de poli(propileno-coetileno)

Se registraron espectros de RMN cuantitativa de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ en el estado en solución usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 400 NMR que opera a 400,15 y 100,62 MHz para ^1H y ^{13}C , respectivamente. Todos los espectros se registraron usando un cabezal de sonda de temperatura extendida de 10 mm optimizado para ^{13}C a 125 °C usando gas nitrógeno para todos los componentes neumáticos. Se disolvieron aproximadamente 200 mg de material en 3 ml de 1,2-tetracloroetano- d_2 (TCE- d_2) junto con cromo-(III)-acetilacetato ($\text{Cr}(\text{acac})_3$) dando como resultado una solución 65 mM de agente de relajación en el disolvente {8}. Para garantizar una solución homogénea, después de la preparación inicial de la muestra en un bloque térmico, el tubo de RMN se calentó adicionalmente en un horno giratorio durante al menos 1 hora. Tras la inserción en el imán, el tubo se centrifugó a 10 Hz. Esta configuración se eligió principalmente por la alta resolución y se necesitó cuantitativamente para la cuantificación precisa del contenido de etileno. Se empleó la excitación convencional de un solo pulso sin NOE, usando un ángulo de punta optimizado, un retardo de reciclaje de 1 s y un esquema de desacoplamiento WALTZ16 de dos niveles {3, 4}. Se adquirieron un total de 6144 (6k) transitorios por espectros.

Se procesaron los espectros de RMN cuantitativa de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas relevantes a partir de las integrales usando programas informáticos propios. Todos los cambios químicos se referenciaron indirectamente al grupo metileno central del bloque de etileno (EEE) a 30,00 ppm usando el cambio químico del disolvente. Este enfoque permitió referencias comparables 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} a través de la integración de múltiples señales en toda la región espectral en los espectros de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$. Este método se escogió por su naturaleza robusta y la capacidad para representar la presencia de defectos de regio cuando sea necesario. Las regiones internas se ajustaron ligeramente para aumentar la aplicabilidad en todo el intervalo de contenido de comonomero encontrado.

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

$$E = 0,5 (S_{\beta\beta} + S_{\beta\gamma} + S_{\beta\delta} + 0,5(S_{\alpha\beta} + S_{\alpha\gamma}))$$

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 usada en el artículo de Wang et al. {6}. Las ecuaciones usadas para el contenido absoluto de propileno no fueron modificadas.

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

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

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., Carbonniere, P., Cipullo, R., Pellecchia, R., Severn, J., Talarico, G., Macromol. Rapid Commun. 2007, 28, 1128.
 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) 1150.
 10- Randall, J. Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys. 1989, C29, 201.

Contenido de comonomero de poli(propileno-coetileno-co-buteno)

- 15 Se registraron espectros de RMN cuantitativa de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ en el estado en solución usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 500 NMR que opera a 500,13 y 125,76 MHz para ^1H y ^{13}C , respectivamente. Todos los espectros se registraron usando un cabezal de sonda de giro con ángulo mágico (MAS) de 7 mm optimizado para ^{13}C a 180 °C usando gas nitrógeno para todos los componentes neumáticos. Aproximadamente 200 mg de material se empaquetaron en un rotor MAS de zirconia de 7 mm de diámetro exterior y se centrifugó a 4,5 kHz. Esta configuración se eligió principalmente por la alta sensibilidad necesaria para una identificación rápida y una cuantificación precisa {1, 2, 6} Se empleó una excitación convencional de un solo pulso usando el NOE con cortos retardos de reciclaje {3, 1} y el esquema de desacoplamiento RS-HEPT {4, 5}. Se adquirieron un total de 1024 (1k) transitorios por espectros.

- 25 Se procesaron los espectros de RMN cuantitativa de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas relevantes a partir de las integrales. Todos los cambios químicos se refieren internamente a la pentada isotáctica de metilo (mmmm) a 21,85 ppm. No se observaron señales características correspondientes a defectos de regio {11}. La cantidad de propeno se cuantificó sobre la base de los principales sitios de metileno $\text{S}_{\alpha\alpha}$ a 44,1 ppm:

$$P_{\text{total}} = I_{\text{S}_{\alpha\alpha}}$$

- 30 Se observaron señales características correspondientes a la incorporación de 1-buteno y se cuantificó el contenido de comonomero de la siguiente manera. La cantidad de 1-buteno aislado incorporada en las secuencias de PPBPP se cuantificó usando la integral de los sitios $\alpha\text{B}2$ a 44,1 ppm, lo que representa el número de sitios de notificación por comonomero:

$$B = I_{\alpha\text{B}2}/2$$

- 35 La cantidad incorporada consecutivamente de 1-buteno en las secuencias de PPBPP se cuantificó usando la integral del sitio $\alpha\alpha\text{B}2$ a 40,5 ppm, lo que representa el número de sitios de notificación por comonomero:

$$\text{BB} = 2 * I_{\alpha\alpha\text{B}2}$$

El contenido total de 1-buteno se calculó sobre la base de la suma de 1-buteno aislado e incorporado de forma consecutiva:

$$B_{\text{total}} = B + \text{BB}$$

- 40 La fracción molar total de 1-buteno en el polímero se calculó luego como:

$$f_B = (B_{\text{total}} / (E_{\text{total}} + P_{\text{total}} + B_{\text{total}}))$$

- 45 Se observaron señales características correspondientes a la incorporación de etileno y se cuantificó el contenido de comonomero de la siguiente manera. La cantidad de etileno aislado incorporada en las secuencias de PPEPP se cuantificó usando la integral de los sitios $\text{S}_{\alpha\gamma}$ a 37,9 ppm, lo que representa el número de sitios de notificación por comonomero:

$$E = I_{\text{S}_{\alpha\gamma}}/2$$

Sin sitios indicativos de incorporación consecutiva observada, el contenido total de comonomero de etileno se

calculó únicamente en esta cantidad:

$$E_{total} = E$$

La fracción molar total de etileno en el polímero se calculó luego como:

$$fE = (E_{total}) / (E_{total} + P_{total} + B_{total})$$

5 El porcentaje en moles de la incorporación de comonomero se calculó a partir de las fracciones molares:

$$B [\% \text{ mol}] = 100 * fB$$

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

El porcentaje en peso de incorporación de comonomero se calculó a partir de las fracciones molares:

$$B [\% \text{ en peso}] = 100 * (fB * 56,11) / ((fE * 28,05) + (fB * 56,11) + ((1-(fE+fB)) * 42,08))$$

10
$$E [\% \text{ en peso}] = 100 * (fE * 28,05) / ((fE * 28,05) + (fB * 56,11) + ((1-(fE+fB)) * 42,08))$$

Referencias bibliográficas:

- 1- Klimke, K., Parkinson, M., Piel, C., Kaminsky, W., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2006;207:382.
- 2- Parkinson, M., Klimke, K., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Macromol. Chem. Phys. 2007;208:2128.
- 15 3- Pollard, M., Klimke, K., Graf, R., Spiess, H.W., Wilhelm, M., Sperber, O., Piel, C., Kaminsky, W., Macromolecules 2004;37:813.
- 4- Filip, X., Tripon, C., Filip, C., J. Mag. Resn. 2005, 176, 239.
- 5- Griffin, J.M., Tripon, C., Samoson, A., Filip, C., and Brown, S.P., Mag. Res. in Chem. 2007 45, S1, S198.
- 6- Castignolles, P., Graf, R., Parkinson, M., Wilhelm, M., Gaborieau, M., Polymer 50 (2009) 2373.
- 20 7- Busico, V., Cipullo, R., Prog. Polym. Sci. 26 (2001) 443.
- 8- Busico, V., Cipullo, R., Monaco, G., Vacatello, M., Segre, A.L., Macromolecules 30 (1997) 6251.
- 9- Zhou, Z., Kuemmerle, R., Qiu, X., Redwine, D., Cong, R., Taha, A., Baugh, D. Winniford, B., J. Mag. Reson. 187 (2007) 225.
- 10- Busico, V., Carbonniere, P., Cipullo, R., Pellecchia, R., Severn, J., Talarico, G., Macromol. Rapid Commun. 2007, 28, 1128.
- 25 11- Resconi, L., Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., Chem. Rev. 2000, 100, 1253.

j) Flexibilidad

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

$$Flexibilidad = EAY * 100000 / (TSY * E)$$

30 en la que:

EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,
 TSY es la resistencia a la tracción en el valor de fluencia, en MPa y
 E es el valor del módulo de tracción, en MPa.

II. Ejemplos de la invención y comparativos

35 a) Ejemplos de la invención

- IE-1, IE-2, IE-3, IE-4 y IE-7 son copolímeros de polipropileno.
 IE-5 es un copolímero de polipropileno preparado rompiendo visualmente IE-2 en una extrusora en presencia de peróxidos.
 IE-6 es un copolímero de polipropileno preparado rompiendo visualmente IE-4 en una extrusora en presencia de peróxidos.
 40 IE-8 y IE-9 son copolímeros de polipropileno preparados rompiendo vis-IE-7 en una extrusora en presencia de peróxidos.

b) Ejemplos comparativos

CE-1 es un homopolímero de polipropileno con MFR₂ de 5 g/10min y es fabricado y distribuido por Borealis.

CE-2 es un homopolímero de polipropileno con MFR₂ de 125 g/10min y es fabricado y distribuido por Borealis.

5 CE-3 es un copolímero de etileno propileno con MFR₂ de 8 g/10min y un punto de fusión de 144 °C, y es fabricado y distribuido por Borealis.

CE-4 es un copolímero de etileno propileno de alto flujo con MFR₂ de 28 g/10min y es fabricado y distribuido por Borealis.

10 CE-5 es un copolímero de polipropileno de impacto con MFR₂ de 13 g/10min y es fabricado y distribuido por Borealis. CE-6 es un homopolímero de polipropileno con MFR₂ de 450 g/10min y es fabricado y distribuido por Borealis. CE-7 es un copolímero de etileno propileno de alto flujo con MFR₂ de 110 g/10min y es fabricado y distribuido por Borealis.

CE-8 es un copolímero de etileno propileno con MFR₂ de 8 g/10min y un punto de fusión de 140 °C, y es fabricado y distribuido por Borealis.

Todos los ejemplos comparativos se producen usando un sistema catalizador basado en Ziegler-Natta.

15 c) Preparación de copolímeros de polipropileno de la invención IE-1, IE-2, IE-3, IE-4 y IE-7

20 El proceso de polimerización para la preparación de los ejemplos de la invención de acuerdo con la invención se llevó en una planta piloto Borstar™ que tiene un pre-polimerizadora, un 1^{er} reactor de bucle, un 1^{er} reactor de fase gaseosa (GPR1) y un 2^o reactor de fase gaseosa (GPR2) disponiéndose todos los reactores en serie. Dicho proceso se llevó a cabo en presencia de catalizador-1 o catalizador-2, dependiendo del caso, en combinación con trietilaluminio (TEAL) como co-catalizador y dicitlopentildimetoxi silano como donador externo (donador D). Las condiciones de polimerización para la preparación de los ejemplos de la invención, así como el tipo de catalizador, se resumen en la Tabla 1.

Catalizador-1

25 El catalizador-1 se prepara mediante un proceso de emulsión. Dicho proceso para la preparación del catalizador-1 se describe en el documento WO201009827, ejemplo de sección, páginas 30 a 31.

Catalizador-2

El catalizador-2 se prepara mediante el siguiente método:

30 a) Primero, se suspendieron 0,1 mol de MgCl₂ x 3 mol EtOH en condiciones inertes en 250 ml de decano en un reactor a presión atmosférica.

La solución se enfrió a -15 °C, luego se añadieron 300 ml de TiCl₄ frío mientras se mantenía la temperatura a dicha temperatura.

c) La temperatura de la suspensión se aumentó lentamente hasta 20 °C. A esta temperatura, se añadieron 0,02 moles de dioctilftalato (DOP) a la suspensión.

35 d) Después de la adición del dioctilftalato (DOP), la temperatura se elevó a 135 °C durante 90 minutos y la suspensión se dejó reposar durante 60 minutos.

e) Luego se añadieron 300 ml de TiCl₄ manteniendo la temperatura a 135 °C durante 120 minutos.

f) El catalizador se filtró luego y se lavó seis veces con 300 ml de heptano a 80 °C.

g) Una vez recuperado el catalizador sólido, se filtró y se secó.

40 Más detalles relacionados con la preparación del catalizador-2 se describen en los documentos EP491566, EP591224 y EP586390.

d) Preparación de copolímeros de polipropileno de ruptura visual IE-5, IE-6, IE-8 y IE-9

45 El copolímero de polipropileno de ruptura visual se preparó mezclando una cantidad específica de copolímero de polipropileno con una cantidad específica de peróxido Trigonox 101 en una extrusora de doble tornillo co-rotativo tipo Coperion ZSK 40 con un diámetro de tornillo de 40 mm y una relación L/D de 38. Las preparaciones de polipropileno de ruptura visual se llevaron a cabo a temperaturas en el intervalo de 170-190 °C y usando una configuración de tornillo de mezcla de alta intensidad con dos juegos de bloques de amasado. La longitud de ruptura visual se define como la relación entre el MFR₂ objetivo deseado y el MFR₂ inicial.

Para la preparación de IE-5, IE-6, IE-8 e IE-9, se usaron las siguientes cantidades de peróxido respectivamente 50 ppm, 325 ppm, 860 ppm, 2000 ppm.

50 e) Preparación de una composición adhesiva de fusión en caliente que contiene cera de polietileno,

ejemplos de la invención (IE-13, IE-14, IE-15, IE-16 y IE-17) y ejemplos comparativos (CE-9, CE-10 y CE-11)

Todas las composiciones se han preparado mezclando una cantidad específica de copolímero de polipropileno con una cantidad específica de cera de polietileno en una extrusora de tornillo doble co-giratoria tipo Coperion ZSK 40 con un diámetro de tornillo de 40 mm y una relación L/D de 38. Las preparaciones de la composición se llevaron a cabo a temperaturas en el intervalo de 170-190 °C y usando una configuración de tornillo de mezcla de alta intensidad con dos juegos de bloques de amasado. Los porcentajes de copolímero de polipropileno y cera de polietileno usados en la preparación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente se mencionan en la Tabla 4. Las composiciones se incluyeron en la formulación 500 ppm de Irganox™ 1010 (pentaeritritil-tetrakis (3-(3',5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato), 500 ppm de Irgafos™ 168 (tris(2,4-di-t-butilfenil)fosfito) y 400 ppm de estearato de calcio como aditivos. La cera de polietileno usada en la preparación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente mostradas en la Tabla 4 es una cera de polietileno de alto peso molecular y alta densidad fabricada y distribuida por Clariant con el nombre de Licowax™ PE 190 powder.

f) Preparación de una composición adhesiva de fusión en caliente que contiene plastómero a base de etileno (IE-10 e IE-12)

Todas las composiciones se han preparado mezclando una cantidad específica de copolímero de polipropileno con una cantidad específica de plastómero a base de etileno en una extrusora de doble tornillo co-rotativo tipo Coperion ZSK 40 con un diámetro de tornillo de 40 mm y una relación L/D de 38. Las preparaciones de la composición se llevaron a cabo a temperaturas en el intervalo de 170-190 °C y usando una configuración de tornillo de mezcla de alta intensidad con dos juegos de bloques de amasado. Los porcentajes de copolímero de polipropileno y plastómero a base de etileno usados en la preparación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente se mencionan en la Tabla 5. Las composiciones también se incluyeron en la formulación 500 ppm de Irganox™ 1010 (pentaeritritil-tetrakis (3-(3',5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato), 500 ppm de Irgafos™ 168 (tris(2,4-di-t-butilfenil)fosfito) y 400 ppm de estearato de calcio como aditivos. El plastómero a base de etileno usado en la preparación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente mostradas en la Tabla 5 es un plastómero de octeno a base de etileno comercializado con el nombre de Queo™ 8230, que es fabricado y distribuido por Borealis Plastomers (NL).

g) Preparación de una composición adhesiva de fusión en caliente que contiene copolímero de etileno-acrilato (IE-11)

Todas las composiciones se han preparado mezclando una cantidad específica de copolímero de polipropileno con una cantidad específica de copolímero de etileno-acrilato en una extrusora de doble tornillo co-rotativo tipo Coperion ZSK 40 con un diámetro de tornillo de 40 mm y una relación L/D de 38. Las preparaciones de la composición se llevaron a cabo a temperaturas en el intervalo de 170-190 °C y usando una configuración de tornillo de mezcla de alta intensidad con dos juegos de bloques de amasado. Los porcentajes de copolímero de polipropileno y copolímero de etileno-acrilato usados en la preparación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente se mencionan en la Tabla 5. Las composiciones también se incluyeron en la formulación 500 ppm de Irganox™ 1010 (pentaeritritil-tetrakis (3-(3',5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato), 500 ppm de Irgafos™ 168 (tris(2,4-di-t-butilfenil)fosfito) y 400 ppm de estearato de calcio como aditivos. El copolímero de etileno-acrilato usado en la preparación de las composiciones adhesivas de fusión en caliente mostradas en la Tabla 5 es un copolímero de etileno y acrilato de metilo comercializado con el nombre de Elvaloy™ AC 1330 fabricado y distribuido por DuPont.

De la Tabla 2 se puede deducir que los copolímeros de polipropileno-1 (ejemplos de la invención) muestran un mayor nivel de flexibilidad y un mejor nivel de elasticidad en comparación con los ejemplos comparativos. El nivel de elasticidad está determinado por el módulo de almacenamiento (G'23). Además, la resistencia térmica, medida como Vicat-A y G'23/G'70, de los ejemplos de la invención mantiene un buen nivel. Por lo tanto, la gran ventaja de los copolímeros de polipropileno-1 (ejemplos de la invención) sobre los ejemplos comparativos es que presentan un buen equilibrio entre el nivel de elasticidad mejorado, el nivel de flexibilidad y la alta resistencia al calor.

De la Tabla 3 se puede deducir que los copolímeros de polipropileno-2 (ejemplos de la invención) muestran un mayor nivel de flexibilidad y un mejor nivel de elasticidad (G'23) en comparación con los ejemplos comparativos. Además, la resistencia térmica de los ejemplos de la invención se puede mantener en un buen nivel, incluso si la temperatura de fusión (T_m) es menor, en relación con los ejemplos comparativos.

De la Tabla 4 se puede deducir que las composiciones adhesivas de la invención presentan una combinación adecuada de resistencia al calor, flexibilidad y elasticidad (G'23) en comparación con los ejemplos comparativos.

De la Tabla 5 se puede deducir que la presencia del elastómero a base de etileno y del copolímero de etileno-acrilato, respectivamente, mejora los niveles de flexibilidad y elasticidad (G'23) en las composiciones adhesivas manteniendo un buen nivel de resistencia térmica (Vicat -UNA). Por lo tanto se obtiene una combinación adecuada de resistencia al calor, flexibilidad y elasticidad y, como resultado, una composición adhesiva con un rendimiento de unión global mejorado.

Tabla 1- Condiciones de polimerización para los ejemplos de la invención.

	Unidad	IE-1	IE-2	IE-3	IE-4	IE-7
Pre-polimerización	Catalizador	Catalizador-1	Catalizador-2	Catalizador-1	Catalizador-1	Catalizador-2
	Temperatura	28	28	28	28	28
	TEAL /Ti	98	110	100	100	120
Bucle	TEAL/donador	4	4	4	4	3
	Tiempo de residencia	20	20	20	20	20
	Donador	D	D	D	D	D
	Temperatura	70	70	70	70	67
	H2/C3	0,6	5,0	2,9	6,0	5,8
	C2/C3	26,0	17,2	23,8	23,8	21,3
	Alimentación de buteno	0	0	0	0	0
	División	32	30	33	33	100
	MFR	0,7	6	3,9	8	7,4
	XCS	5,2	3	5,5	5,3	4,6
GPR1	Tiempo de residencia	0,90	0,78	0,89	0,83	0,48
	Contenido de C2	2,5	2,0	2,5	2,5	1,1
	Temperatura	80	75	80	80	80
	H2/C3	9,0	19,6	36,0	71,6	
	C2/C3	38,0	62,6	34,0	36,9	
	División	48	45	50	49	
	MFR	0,7	1,7	3,9	8,0	
	XCS	7,9	22	8,3	7,8	
	Tiempo de residencia	1,7	2	2,8	2,9	
	Contenido de C2	3,9	6,5	4,2	4,1	
GPR2	Temperatura	70	70	70	70	
	H2/C3	113	138	537	532	
	C2/C3	679	408	535	541	
	División	20	25	17	18	
	MFR	0,7	1,5	3,9	7	
	XCS	24	43	20	20	
	Tiempo de residencia	1,1	0,7	1,3	1,4	
	Contenido de C2	8,5	15	8,2	8,5	

Tabla 2- Propiedades de los copolímeros de polipropileno-1 (ejemplos de la invención y comparativos)*:

	Unidad	IE-1	IE-2	IE-3	IE-4	IE-5	IE-6	CE-1	CE-2	CE-3	CE-4	CE-5
MFR ₂	g/10min	1,0	1,5	3,7	7,0	3,8	29,0	5,0	125	8,0	28,0	13,0
Longitud de ruptura visual		1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	4,1		1,5		1,0	
Comonomero total	% en peso	8,0	15,0	8,2	8,0	15,0	8,0	0,0	0,0	3,5	3,6	8,3
XCS	% en peso	22,0	44,0	20,0	20,0	44,0	19,2	3,0	2,2	8,0	6,1	18,0
VI XCS	dl/g	2,4	2,4	1,7	1,7	1,9	1,5	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	2,4
C ₂ XCS	% en peso	29,0	31,0	29,0	29,0	30,0	29,0	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	42,0
T _m	°C	140	150	142	140	150	142	162	162	144	150	164
Tg de la matriz	°C	-4,1	-7,0	-4,0	-6,1	-7,0	-6,0	2,0	0,0	-3,8	-3,8	-1,3
Tg del caucho	°C	-54,0	-46,0	-50,0	-50,0	-47,0	-54,0	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	-59,0
G'23 °C	MPa	304	224	336	325	218	379	1051	991	533	562	627
G'70 °C	MPa	91	62	96	89	57	112	486	416	170	172	265
G'70/G'23 °C		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4
Vicat-A	°C	117	94	119	118	94	117	150	148	127	125	150
Módulo de tracción, E	MPa	600	342	647	618	331	592	1611	1810	961	1123	1216
Resistencia a la tracción en la rotura, TSB	MPa	25,0	16,0	22,0	23,0	17,0	22,0	35,0	38,2	29,0	29,0	26,0
Resistencia a la tracción en la fluencia, TSY	MPa	19,0	12,0	19,0	19,0	11,0	20,0	35,0	34,0	26,0	29,0	26,0
Alargamiento en la rotura, EAB	%	440	532	430	492	521	520	408	11	507	175	57
Alargamiento en la fluencia, EAY	%	15,0	21,0	13,0	13,0	20,0	14,0	8,8	7,5	12,0	12,0	7,0
Flexibilidad		1,32	5,12	1,06	1,11	5,49	1,18	0,16	0,12	0,48	0,37	0,22

*n.m. = no medido

ES 2 723 649 T3

Tabla 3- Propiedades de los copolímeros de polipropileno-2 (ejemplos de la invención y comparativos)*

	Unidad	IE-7	IE-8	IE-9	CE-1	CE-2	CE-3	CE-4	CE-6	CE-7
MFR ₂ a 230 °C, 2,16 kg	g/10min	6,0	96,0	310	5,0	125	8,0	28,0	450	110
Longitud de ruptura visual		1,0	16,0	51,7		1,5		1,0	5,0	2,6
C ₂ de la matriz	% en peso	1,0			0,0		3,5			
C ₂ total	% en peso	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	3,5	3,6	0,0	3,5
C ₄		9,0	9,0	9,0						
XCS	% en peso	5,3	5,6	5,4	3,0	2,2	8,0	6,1	2,8	7,6
VI XCS	dl/g	n.m.								
C ₂ XCS	% en peso	n.m.								
T _m	°C	131	132	131	162	162	144	150	161	151
Tg de la matriz	°C	-3,0	-2,0	-2,0	2,0	0,0	-3,8	-3,8	0,1	-3,6
Tg del caucho	°C	n.m.								
G'23 °C	MPa	496	485	470	1051	991	533	562	n.m.	597
G'70 °C	MPa	138	130	125	486	416	170	172	n.m.	174
G'70/G'23 °C		0,28	0,27	0,27	0,46	0,42	0,32	0,31	n.m.	0,29
Vicat-A	°C	117	115	114	150	148	127	125	152	126
Módulo de tracción, E	MPa	778	803	786	1611	1810	961	1123	1503	1193
Resistencia a la tracción en la rotura, TSB	MPa	23,0	24,0	23,0	35,0	38,2	29,0	29,0	26,7	30,3
Resistencia a la tracción en la fluencia, TSY	MPa	23,0	24,0	23,0	35,0	34,0	26,0	29,0	26,7	30,3
Alargamiento en la rotura, EAB	%	450	354	206	408	11	507	175	3,2	168
Alargamiento en la fluencia, EAY	%	11,0	12,0	11,0	8,8	7,5	12,0	12,0	3,2	11,0
Flexibilidad		0,61	0,62	0,61	0,16	0,12	0,48	0,37	0,08	0,30
*n.m. = no medido										

Tabla 4 - Propiedades de las composiciones adhesivas que contienen una cera de polietileno*.

	Unidad	IE-13	IE-14	IE-15	IE-16	IE-17	CE-9	CE-10	CE-11
IE-3	% en peso	95,0	90,0	85,0	75,0	60,0			
CE-8	% en peso								75,0
CE-1	% en peso						95,0	75,0	
Cera de polietileno	% en peso	5,0	10,0	15,0	25,0	40,0	5,0	25,0	25,0
MFR ₂	g/10min	4,9	6,2	8,7	16,7	79,0	5,5	23,6	29,8
Tc de la cera de polietileno	°C	83,2	83,7	82,4		113,5			
Tc del copolímero de polipropileno	°C	105,0	105,5	105,6	107,7	106,4	115,0	113,0	107,5
Tm de la cera	°C	126,0	125,5	126,4	126,6	127,3	126,0	127,7	126,1
Tm del copolímero de polipropileno	°C	145,0	144,7	145,3	145,22	143,8	165,0	164,6	143,3

ES 2 723 649 T3

	Unidad	IE-13	IE-14	IE-15	IE-16	IE-17	CE-9	CE-10	CE-11
G'23 °C	MPa	375	369	381	401	506	838	844	508
G'70 °C	MPa	107	103	107	113	155	338	322	145
G'70/G'23 °C		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
Tg de la matriz	°C	-4,3	-4,8	-4,4	-4,2	-4,3	1,4	3,0	-5,9
Tg del caucho	°C	-47,0	-45,8	-42,5	-46,8	-48,6	n.m.	n.m.	n.m.
Tg de la cera	°C	-	-	-	-124,8	-	n.m.	-120,0	-121,1
Módulo de tracción, E	MPa	731	808	869	872	875	1856	1855	1033
Resistencia a la tracción en la rotura, TSB	MPa	20,0	464	21,0	21,0	21,0	37,0	36,0	25,0
Resistencia a la tracción en la fluencia, TSY	MPa	20,0	21,0	21,0	21,0	21,0	37,0	36,0	25,0
Alargamiento en la rotura, EAB	%	526	464	302	99,0	10,0	88,0	5,0	56,0
Alargamiento en la fluencia, EAY	%	15,0	13,0	12,0	11,0	10,0	7,0	5,0	9,0
Flexibilidad		1,03	0,77	0,66	0,60	0,54	0,10	0,07	0,35
*n.m. = no medido									

Tabla 5- Propiedades de las composiciones adhesivas que contienen un copolímero de etileno-acrilato o un plastómero a base de etileno*.

	Unidad	IE-10	IE-11	IE-12
IE-4	% en peso	83,0	85,0	
IE-7	% en peso			90,0
Queo 8230™	% en peso	17,0		10,0
Elvaloy™ AC 1330	% en peso		15,0	
MFR ₂	g/10min	9,0	7,5	8,3
XCS	% en peso	32,3	n.m.	19,6
VI XCS	dl/g	1,19	n.m.	1,07
T _m	°C	141	140	131
Tg de la matriz	°C	-3,7	-5,0	-3,2
Tg del caucho	°C	-49,6	-51,0	-48,5
G'23 °C	MPa	290	326	365
G'70 °C	MPa	78	94	76
G'70/G'23 °C		0,3	0,3	0,2
Vicat-A	°C	103	114	113
Módulo de tracción, E	MPa	490	620	694
Resistencia a la tracción en la rotura, TSB	MPa	14,6	22,0	21,0
Resistencia a la tracción en la fluencia, TSY	MPa	14,6	22,0	21,0
Alargamiento en la rotura, EAB	%	579	550	634
Alargamiento en la fluencia, EAY	%	16,5	16,0	12,0
Flexibilidad		2,31	1,17	0,82

ES 2 723 649 T3

	Unidad	IE-10	IE-11	IE-12
*n.m. = no medido				

REIVINDICACIONES

1. Una composición adhesiva que comprende al menos un copolímero de polipropileno, en la que dicho copolímero de polipropileno tiene:

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

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

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

15 3. Una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en la que el copolímero de polipropileno es un copolímero de polipropileno-1 (PC-1) que tiene al menos un comonomero seleccionado de entre etileno y/o una alfa-olefina C₄-C₁₂ y en la que dicho copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene una flexibilidad >0,8 que se calcula de acuerdo con la ecuación:

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

en la que:

- 20 EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,
 TSY es la resistencia a la tracción en el valor de fluencia, en MPa y
 E es el valor del módulo de tracción, en MPa.

4. Una composición adhesiva de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene:

- 25 a) una temperatura de transición vítrea T_{g1} en el intervalo de -12 a -2 °C y
 b) una temperatura de transición vítrea T_{g2} en el intervalo de -65 a -20 °C.

5. Una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en la que el copolímero de polipropileno-1 (PC-1) tiene:

- 30 a) módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 150 a 450 MPa medido a 23 °C de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07 y
 b) temperatura de fusión en el intervalo de 135 a 155 °C, medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3.

35 6. Una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en la que el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) que comprende unidades procedentes de propileno, etileno y al menos un comonomero seleccionado de entre alfa-olefina C₄-C₁₂ lineal o ramificada y en la que dicho copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene:

- a) una temperatura de transición vítrea T_g en el intervalo de -12 a 0 °C y
 b) un contenido de comonomero total en el intervalo del 6,0 al 15,0 % en peso.

7. Una composición adhesiva de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el copolímero de polipropileno-2 (PC-2) tiene:

- 40 a) módulo de almacenamiento (G'23) en el intervalo de 300 a 600 MPa medido a 23 °C de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07 y
 b) temperatura de fusión en el intervalo de 125 a 135 °C, medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3.

45 8. Una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, en la que 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 norma ISO 527-1 a 23 °C.

ES 2 723 649 T3

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

10. Una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno tiene

- 5
- a) temperatura de fusión < 120 °C, medida de acuerdo con la norma ISO 11357-3,
 - b) módulo de almacenamiento (G'23) < 50 MPa medido a 23 °C de acuerdo con las normas ISO 6721-02 e ISO 6721-07,
 - c) densidad < 0,96 g/cm³ medida de acuerdo con la norma ISO 1183D y
 - d) un MFR₂ en el intervalo de 0,20 a 2000 g/10min, medido de acuerdo con la norma ISO 1133.

- 10
11. Una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que dicha composición adhesiva tiene:

- 15
- a) al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno presente en el intervalo del 0,01 al 50,0 % en peso, el porcentaje de el al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno se calcula sobre la base de la cantidad total de copolímero de polipropileno y de al menos un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno comprendido en la composición adhesiva y
 - b) Flexibilidad > 0,5 y que se calcula de acuerdo con la ecuación:

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

en la que:

- 20
- EAY es el alargamiento en el valor de fluencia,
 - TSY es la resistencia a la tracción en el valor de fluencia, 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 reivindicaciones 1 a 11 y al menos un sustrato.

- 25
13. Un proceso para producir un artículo de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el proceso comprende al menos la etapa de aplicar al menos una composición adhesiva de acuerdo con la reivindicación 1 a 11 sobre al menos una superficie de el al menos un sustrato.

14. Uso de la composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 en la preparación de un artículo de acuerdo con la reivindicación 12.

- 30
15. Un proceso para preparar una composición adhesiva de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 combinando al menos un copolímero de polipropileno con al menos uno de: un polímero distinto de el al menos un copolímero de polipropileno, una resina adherente, un plastificante, un aditivo y/o una carga.