

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 608**

51 Int. Cl.:

D04H 1/4291 (2012.01)

D04H 1/407 (2012.01)

D01D 5/098 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2011** **E 11192142 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015** **EP 2602367**

54 Título: **Copolímeros de PP para estructuras no tejidas fibrosas sopladas en fusión/de pulpa, con propiedades mecánicas mejoradas y un menor consumo de aire caliente**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

FIEBIG, JOACHIM;
SARS, WILHELMUS HENRICUS ADOLF;
WIMMER, HEINZ y
VAN PARIDON, HENK

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 542 608 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

Copolímeros de PP para estructuras no tejidas fibrosas sopladas en fusión/de pulpa, con propiedades mecánicas mejoradas y un menor consumo de aire caliente

[0001] La presente invención se refiere a un nuevo material compuesto que comprende fibra soplada en fusión basada en un copolímero de propileno y un material de sustrato fibroso, a un proceso para la preparación de dicho material compuesto, a artículos realizados a partir del mismo así como al uso del copolímero de propileno para la preparación de dicho material compuesto o artículo, y al uso del copolímero de propileno para reducir el volumen de aire caliente durante un proceso de soplado en fusión.

[0002] El documento WO 2011/092092 describe un elemento laminar soplado en fusión basado en fibras sopladas en fusión que comprenden un copolímero de propileno y se refiere también a artículos realizados a partir del mismo.

[0003] El documento WO 2011/077277 describe un elemento laminar no tejido, coformado y elástico que contiene una matriz de fibras sopladas en fusión y un material absorbente.

[0004] El documento WO 2007/024447 describe capas no tejidas basadas en propileno realizadas mediante un proceso de soplado en fusión, y laminados que incorporan dichas capas.

[0005] Un elemento laminar soplado en fusión, que es una estructura no tejida compuesta por fibras sopladas en fusión, se realiza típicamente en un proceso de una sola etapa en el cual aire a gran velocidad sopla una resina termoplástica fundida proveniente de la boquilla de una matriz de extrusión, sobre un transportador o entramado de recogida para formar el elemento laminar autounible de fibras finas. Aunque se pueden utilizar muchos tipos de polímeros para fibras sopladas en fusión y elementos laminares correspondientes, el polipropileno es uno de los polímeros usados más comúnmente. Normalmente, para la fabricación de elementos laminares soplados en fusión y materiales compuestos fibrosos, se usan homopolímeros de propileno. No obstante, dichos polímeros y los materiales respectivos realizados a partir de los mismos adolecen típicamente de una resistencia mecánica limitada. Por ejemplo, la adherencia entre un material de sustrato fibroso respectivo y un elemento laminar soplado en fusión usado para un laminado, con frecuencia se ve reducida de tal manera que puede observarse una resistencia a la tracción reducida del producto final total. Uno de los planteamientos para superar este problema es combinar elementos laminares soplados en fusión con elementos laminares unidos con hilatura, en donde el elemento laminar unido con hilatura actúa como capa de soporte. Dichos elementos laminares unidos con hilatura/soplados en fusión combinados se pueden producir directamente en línea (SMS) o se pueden laminar por separado. No obstante, el uso de elementos laminares soplados en fusión de polipropileno está limitado en la medida en la que la combinación de elementos laminares soplados en fusión y elementos laminares unidos con hilatura no es suficiente para todas las aplicaciones y, además, las deficientes propiedades mecánicas del elemento laminar soplado en fusión con frecuencia provocan problemas durante los procesos de conversión.

[0006] Además de las propiedades de los polímeros, los parámetros del proceso de soplado en fusión son cruciales en la producción de productos soplados en fusión y de productos finales correspondientes. Durante la preparación de los elementos laminares soplados en fusión y los productos finales, se genera un coste significativo por el aire caliente que se usa para adelgazar las fibras del elemento laminar. Por tanto, desde el punto de vista del proceso de soplado en fusión, resulta económico disponer de una resina polimérica que se pueda usar para lograr propiedades finales del elemento laminar soplado en fusión iguales o mejores con volúmenes de aire inferiores.

[0007] Por tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un material compuesto/artículo que comprende el material compuesto con propiedades mecánicas suficientes, en particular propiedades de adherencia entre las fibras sopladas en fusión y/o el elemento laminar soplado en fusión basado en las mismas y un material de sustrato fibroso laminado con las fibras/el elemento laminar soplados en fusión mencionados. Otro objetivo es alcanzar una fabricación económica de dicho material compuesto/artículo, es decir, que el material compuesto/artículo con propiedades de adherencia mejoradas se obtenga con volúmenes de aire bastante bajos.

[0008] El hallazgo consiste en proporcionar un material compuesto/artículo que comprende fibra soplada en fusión y/o un elemento laminar soplado en fusión basado en un copolímero de propileno con un contenido de comonomeros que no supere el 5,5% en peso y que presente un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 200 g/10 min.

[0009] Así, la presente invención se refiere a un material compuesto que comprende

(a) fibra soplada en fusión, en donde

(i) dicha fibra soplada en fusión comprende por lo menos un 85% en peso de un copolímero de propileno que tiene un contenido de comonomeros de entre el 0,5% en peso y el 7,0% en peso, por ejemplo entre el 0,5% en peso y el 5,5% en peso, el comonomero es etileno y/o por lo menos una α -olefina C_4 a C_{20} ,

(ii) opcionalmente dicha fibra soplada en fusión y/o dicho copolímero de propileno tiene/tienen un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 200 g/10 min, y

(b) por lo menos un material de sustrato fibroso, en donde

el material compuesto comprende hasta un 30% en peso de la fibra soplada en fusión y entre un 70% y un 99% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto.

[0010] Sorprendentemente, se ha observado que dicho material compuesto/artículo que comprende dicho material compuesto tiene unas propiedades mecánicas mucho mejores, en particular propiedades de adherencia, en comparación con materiales compuestos/artículos conocidos que comprenden un homopolímero de propileno. Además, el volumen de aire requerido durante el proceso de soplado en fusión también se puede reducir significativamente sin perder las propiedades requeridas del elemento laminar soplado en fusión.

[0011] Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un artículo que comprende dicho material compuesto, seleccionándose dicho artículo de entre medios de filtración y/o productos absorbentes tales como artículos de higiene y/o artículos de papel tisú. Se prefiere que dicho artículo tenga una resistencia máxima a la tracción a) en la dirección de la máquina (MD) de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2$ °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min y/o b) en la dirección transversal (CD), de por lo menos 10 N medida de acuerdo con la ISO 527-3, sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2$ °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0012] Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un proceso para la preparación de dicho material compuesto, comprendiendo el proceso las etapas de

- (a) proporcionar una fibra soplada en fusión preparada a partir del copolímero de propileno,
- (b) proporcionar por lo menos un material de sustrato fibroso,
- (c) hacer entrar en contacto un chorro del por lo menos un material de sustrato fibroso de la etapa (b) y un chorro de la fibra soplada en fusión de la etapa (a) para formar un material compuesto.

[0013] Según todavía otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de un copolímero de propileno para la preparación de dicho material compuesto o artículo.

[0014] Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de un copolímero de propileno para reducir el volumen de aire caliente durante un proceso de soplado en fusión, en donde la reducción queda definida por la Fórmula (I)

$$(AV-RPP) / (AV-HPP) \leq 0,9 \quad (I)$$

en donde

(AV-RPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] del copolímero de propileno, y (AV-HPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] de un homopolímero de propileno que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min, y una temperatura de fusión (T_m), medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de entre 155°C y 160 °C.

[0015] Cuando en lo sucesivo se hace referencia a realizaciones preferidas o detalles técnicos del material compuesto, debe entenderse que estas realizaciones preferidas o detalles técnicos se refieren también al artículo de la invención, al proceso de la invención así como a los usos de la invención. Si, por ejemplo, se expone que el material compuesto de la invención comprende preferentemente un copolímero de propileno y/o fibra soplada en fusión que tiene una temperatura de fusión de por lo menos 130 °C, también el material compuesto proporcionado en el artículo de la invención, el proceso de la invención así como los usos de la invención comprenden preferentemente un copolímero de propileno y/o fibra soplada en fusión que tiene una temperatura de fusión de por lo menos 130 °C.

[0016] Según una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tiene/tienen una temperatura de fusión de por lo menos 130°C.

[0017] Según otra realización preferida de la presente invención, la fibra soplada en fusión y/o el copolímero de propileno tiene/tienen un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 200 g/10 min y 3.000 g/10 min.

[0018] Según aún otra realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno tiene regiodefectos <2,1> en una magnitud no mayor que el 0,4% molar determinada mediante espectroscopia de ^{13}C .

5 **[0019]** Según una realización preferida de la presente invención, la isotacticidad del copolímero de propileno en pentadas es superior a 95% molar, determinada con espectroscopia de ^{13}C NMR.

10 **[0020]** Según otra realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno se ha viscorreducido con una relación de viscorreducción $[\text{MFR}_2(230\text{ }^\circ\text{C}) \text{ final}/\text{MFR}_2(230\text{ }^\circ\text{C}) \text{ inicial}]$ de 5 a 100, en donde “ $\text{MFR}_2(230\text{ }^\circ\text{C})$ inicial” es el $\text{MFR}_2(230\text{ }^\circ\text{C})$ del copolímero de propileno antes de la viscorreducción y “ $\text{MFR}_2(230\text{ }^\circ\text{C})$ final” es el $\text{MFR}_2(230\text{ }^\circ\text{C})$ del copolímero de propileno después de la viscorreducción.

15 **[0021]** Según todavía otra realización preferida de la presente invención, el comonomero del copolímero de propileno es etileno.

20 **[0022]** Según una realización preferida de la presente invención, el material de sustrato fibroso se basa en un material seleccionado del grupo compuesto por pulpa de madera, rayón, lyocell, algodón, lana, seda, yute, lino, cáñamo, lino sin hilar, poliéster, nailon, polietileno, tereftalato de polietileno, policarbonato, poliacrilato, sales de poliacrilato y mezclas de los mismos.

25 **[0023]** Según otro aspecto preferido, el material compuesto comprende entre un 1% en peso y un 60% en peso de la fibra soplada en fusión y entre un 40% en peso y un 99% en peso del por lo menos un material de sustrato fibroso, más preferentemente comprende entre un 10% en peso y un 50% en peso de la fibra soplada en fusión y entre un 50% en peso y un 90% en peso del por lo menos un material de sustrato fibroso, aún más preferentemente entre un 20% en peso y un 40% en peso de la fibra soplada en fusión y entre un 60% en peso y un 80% en peso del por lo menos un material de sustrato fibroso.

30 **[0024]** Según todavía otra realización preferida de la presente invención, la fibra soplada en fusión está en forma de un elemento laminar soplado en fusión.

35 **[0025]** Según otra realización preferida de la presente invención, el elemento laminar soplado en fusión tiene una resistencia máxima a la tracción a) en la dirección de la máquina (MD) de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm, a una temperatura de $+23 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min y/o b) en la dirección transversal (CD), de por lo menos 5 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm, a una temperatura de $+23 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

40 **[0026]** En lo sucesivo se define de forma más detallada el material compuesto de acuerdo con la presente invención.

45 **[0027]** Uno de los requisitos esenciales es que la fibra que forma parte del material compuesto de la invención sea una fibra soplada en fusión. Las fibras sopladas en fusión difieren esencialmente con respecto a otras fibras, en particular con respecto a aquellas producidas mediante técnica de unión con hilatura. En el proceso de soplado en fusión, un chorro de gas de alta velocidad incide sobre el chorro de polímero fundido a medida que el polímero se extruye desde un pequeño capilar en la matriz de soplado en fusión y adelgaza rápidamente el filamento polimérico desde un diámetro de aproximadamente 500 μm en el capilar reduciéndolo hasta diámetros por debajo de 5,0 μm , por ejemplo reduciéndolo hasta diámetros por debajo de 3,0 μm . Esto se corresponde con una reducción de 500 veces en el diámetro de la fibra y 2.500.000 veces en el área de sección transversal. El proceso se produce en aproximadamente 200 microsegundos a través de una distancia de unos pocos centímetros. Esto equivale a 6 veces más área superficial y 36 veces más fibra en un elemento laminar soplado en fusión de entre 1 y 3 μm , en comparación con un elemento laminar de fibra equivalente producido mediante una técnica de cardado o unión con hilatura. Por lo tanto, la ventaja principal del proceso de soplado en fusión es que se pueden realizar fibras muy finas y elementos laminares soplados en fusión muy ligeros con una uniformidad excelente. El resultado es un elemento laminar soplado en fusión suave con excelentes propiedades de barrera, lo cual significa características de filtración eficaces y resistencia a la penetración por parte de líquidos acuosos. En otras palabras, el proceso que presenta “soplado en fusión” distingue dichas fibras producidas con respecto a fibras producidas con una tecnología diferente. De forma más precisa, las “fibras sopladas en fusión” son muy delgadas con diámetros que no se alcanzan con otros procesos sobre fibras. Además, los elementos laminares realizados a partir de dichas fibras sopladas en fusión son más suaves y tienen un peso menor en comparación con elementos laminares del mismo grosor aunque producidos con otras tecnologías, como el proceso de unión con hilatura.

[0028] Por consiguiente, la fibra soplada en fusión según la presente invención tiene preferentemente un diámetro (promedio) medido, no superior a 5 μm , por ejemplo por debajo de 5 μm , más preferentemente no superior a 3 μm . Se valora en particular que el diámetro (promedio) de la fibra soplada en fusión esté en el intervalo de entre 0,1 μm y 5 μm ,

más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 μm y 4,9 μm , aún más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 μm y 3 μm , por ejemplo entre 1 μm y 3 μm .

[0029] Un requisito específico de la presente invención es que la fibra soplada en fusión comprenda un copolímero de propileno. Preferentemente, la fibra soplada en fusión comprende por lo menos un 85% en peso, más preferentemente por lo menos un 90% en peso, por ejemplo por lo menos un 95% en peso del copolímero de propileno, sobre la base del peso total de la fibra soplada en fusión. Por consiguiente, se valora en particular que la fibra soplada en fusión pueda comprender, además del copolímero de propileno, aditivos típicos, como antioxidantes, estabilizadores, sustancias de carga, colorantes, agentes nucleantes y agentes de desmoldeo. Los antioxidantes primarios y secundarios incluyen, por ejemplo, fenoles impedidos, aminas impedidas, y fosfatos. Los agentes nucleantes incluyen, por ejemplo, benzoato sódico, derivados de sorbitol como bis-(3,4-dimetilbenciliden)sorbitol y derivados de nonitol como 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O[(4-propilfenil)metil]-nonitol. También se pueden incluir otros aditivos, tales como agentes dispersantes, como el monoestearato de glicerol. Los agentes de deslizamiento incluyen, por ejemplo, oleamida y erucamida. También se usan comúnmente desactivadores de catalizadores, por ejemplo, estearato de calcio, hidrotalcita, y óxido de calcio, y/u otros neutralizantes de ácidos conocidos en la técnica. No obstante, la cantidad de dichos aditivos no superará preferentemente el 10% en peso, más preferentemente no será mayor que el 5% en peso, sobre la base del peso total de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar que comprende la fibra soplada en fusión. Por consiguiente, en una realización específica, la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar que comprende la fibra soplada en fusión pueden contener aditivos, en particular aquellos que se mencionan en este párrafo, aunque no otros polímeros. Así, se prefiere que el copolímero de propileno sea el único polímero que se encuentra dentro de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar que comprende la fibra soplada en fusión.

[0030] A continuación se describe más detalladamente el copolímero de propileno.

[0031] Un “comonomero” según esta invención es una unidad polimerizable diferente de propileno. Por consiguiente, el copolímero de propileno según esta invención tiene un contenido de comonomeros de entre el 0,5% en peso y el 7,0% en peso, por ejemplo entre el 0,5% en peso y el 5,5% en peso, preferentemente de entre el 0,5% en peso y el 5% en peso, más preferentemente de entre el 0,5% en peso y el 4,5% en peso, y con la mayor preferencia de entre el 1 y el 4% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno. Por ejemplo, el copolímero de propileno tiene un contenido de comonomeros de entre el 1% en peso y el 3,5% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno.

[0032] La parte restante constituye unidades obtenibles a partir de propileno. Por consiguiente, el contenido de propileno en el copolímero de propileno es preferentemente de por lo menos el 94% en peso, más preferentemente de por lo menos el 93,0% en peso, por ejemplo por lo menos el 94,5% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 93,0% en peso y el 99,5% en peso, por ejemplo entre el 94,5% en peso y el 99,5% en peso, todavía más preferentemente entre el 95% en peso y el 99,5% en peso, aún todavía más preferentemente entre el 95,5% en peso y el 99,5% en peso, y con la mayor preferencia entre el 96% en peso y el 99% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno. Por ejemplo, el copolímero de propileno tiene un contenido de propileno de entre el 96,5% en peso y el 99% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno.

[0033] En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno tiene un contenido de propileno de entre el 96,5% en peso y el 99% en peso y un contenido de comonomeros de entre el 1% en peso y el 3,5% en peso, basándose en el peso total del copolímero de propileno.

[0034] El comonomero del copolímero de propileno es etileno y/o por lo menos una α -olefina C_4 a C_{20} , más preferentemente el comonomero del copolímero de propileno se selecciona del grupo compuesto por etileno, α -olefina C_4 , α -olefina C_5 , α -olefina C_6 , α -olefina C_7 , α -olefina C_8 , α -olefina C_9 , y α -olefina C_{10} , todavía más preferentemente el comonomero del copolímero de propileno se selecciona del grupo compuesto por etileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, y 1-deceno, en donde se prefieren etileno, 1-buteno y 1-hexeno.

[0035] El copolímero de propileno puede contener más de un tipo de comonomero. Así, el copolímero de propileno de la presente invención puede contener uno, dos o tres comonomeros diferentes. No obstante, se prefiere que el copolímero de propileno contenga solamente un tipo de comonomero. Preferentemente, el copolímero de propileno comprende – además de propileno – solamente etileno, 1-buteno, ó 1-hexeno.

[0036] En una realización preferida de la presente invención, el comonomero del copolímero de propileno es solamente etileno.

[0037] Así, el copolímero de propileno es, en una realización preferida, un copolímero de propileno solamente de propileno y etileno, en donde el contenido de etileno está en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 5,5% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 4,5% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 1% en peso y el 4% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno. Por ejemplo, el copolímero de propileno está compuesto por propileno y etileno solamente, en donde el contenido de etileno está en el

- intervalo de entre el 1% en peso y el 3,5% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno. Además, se valora que el contenido de solubles en xileno, del copolímero de propileno y/o de las fibras sopladas en fusión, preferentemente del copolímero de propileno, sea bastante bajo. Por consiguiente, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión, preferentemente el copolímero de propileno, tiene preferentemente una fracción de solubles en xileno en frío (XCS), medida de acuerdo con la ISO 6427 (23°C), no mayor que el 12% en peso, más preferentemente no mayor que el 10% en peso, aún más preferentemente no mayor que el 9,5% en peso, tal como no mayor que el 9% en peso. Así, un intervalo preferido está entre el 1% en peso y el 12% en peso, más preferentemente entre el 1,5% en peso y el 10% en peso, todavía preferentemente entre el 2% en peso y el 9% en peso.
- 5
- 10 **[0038]** Otra característica del copolímero de propileno es la baja cantidad de inserciones fallidas de propileno dentro de la cadena polimérica. Por consiguiente, el copolímero de propileno se caracteriza por una baja cantidad de regiodefectos <2,1>, es decir, no mayor que el 0,4% molar, más preferentemente no mayor que el 0,2% molar, por ejemplo no mayor que el 0,1% molar, determinada por espectroscopia de ¹³C-NMR.
- 15 **[0039]** De manera adicional o alternativa, se valora que el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tenga/tengan un calor de fusión (Hm) de por lo menos 80 J/g, más preferentemente de por lo menos 90 J/g, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 85 J/g y 110 J/g, aún más preferentemente en el intervalo de entre 90 J/g y 105 J/g según se determina por DSC.
- 20 **[0040]** Además, se prefiere que el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tenga/tengan una cristalinidad de por lo menos el 35%, más preferentemente en el intervalo de entre el 40% y el 55%.
- 25 **[0041]** Preferentemente, el copolímero de propileno aleatorio es isotáctico. Por consiguiente, se valora que el copolímero de propileno tenga una concentración de pentadas bastante alta, es decir, superior al 95% molar, más preferentemente superior al 97% molar, todavía más preferentemente superior al 98% molar según se determina con espectroscopia de ¹³C-NMR.
- 30 **[0042]** Además, se valora que los comonomeros presentes dentro del copolímero de propileno estén distribuidos aleatoriamente. La aleatoriedad indica la cantidad de unidades comonoméricas aisladas, es decir, aquellas que no tienen otras unidades comonoméricas en las proximidades, en comparación con la cantidad total de comonomeros de la cadena polimérica. En una realización preferida de la presente invención, la aleatoriedad del copolímero de propileno es de por lo menos el 30%, más preferentemente de por lo menos el 50%, incluso más preferentemente de por lo menos el 60%, y todavía más preferentemente de por lo menos el 65%.
- 35 **[0043]** Tal como se ha mencionado anteriormente, el copolímero de propileno es preferentemente el único componente polimérico dentro de la fibra soplada en fusión. Por consiguiente, la expresión "copolímero de propileno", según esta invención, no abarca sistemas heterofásicos que comprenden un polipropileno y, dispersado en los mismos, un componente elastomérico. De hecho, preferentemente el copolímero de propileno según esta invención no se interpretará como una mezcla de dos polímeros diferentes que no sean miscibles. La expresión que no sean "miscibles"
- 40 indica mezclas poliméricas en donde los diferentes polímeros, debido a su naturaleza diferente, forman fases distinguibles, visibles mediante microscopia de alta resolución, tal como microscopia electrónica o microscopia de fuerzas de barrido. No obstante, esto no excluye la opción de que el copolímero de propileno sea un polímero denominado bimodal o multimodal. A diferencia de los polímeros no miscibles, los polímeros bimodales o multimodales comprenden fracciones que difieren en su distribución del peso molecular y/o su distribución del contenido de comonomeros aunque, sin embargo, son miscibles en el sentido de la invención.
- 45 **[0044]** Así, la expresión "multimodal" o "bimodal" usada en la presente, se refiere a la modalidad del polímero, es decir, la forma de su curva de distribución del contenido de comonomeros, que es la gráfica del contenido de comonomeros en función de la temperatura de elución del método de fraccionamiento por elución con aumento de la temperatura (TREF). La técnica de fraccionamiento por elución con aumento de la temperatura (TREF) fracciona polímeros de propileno de acuerdo con las secuencias cristalizables más largas de la cadena, la cual aumenta casi linealmente con la temperatura de elución (P. Ville et al., *Polymer* 42 (2001) 1953-1967). Por tanto, cuanto mayor sea la temperatura máxima más largas serán las secuencias isotácticas. Además, la técnica de fraccionamiento por elución con aumento de la temperatura (TREF) no fracciona estrictamente polipropileno de acuerdo con la tacticidad sino que lo hace de acuerdo con las secuencias cristalizables más largas de la cadena. Por tanto, en la solubilidad de la cadena del copolímero de propileno influyen la concentración y la distribución de defectos estéricos. En cierta medida, la técnica de fraccionamiento por elución con aumento de la temperatura (TREF) es un método apropiado para caracterizar el copolímero de propileno teniendo en cuenta su distribución de comonomeros.
- 50
- 55 **[0045]** Tal como se explicará posteriormente, el copolímero de propileno se puede producir mezclando diferentes tipos de polímero, es decir, de contenido de comonomeros. No obstante, se prefiere que los componentes poliméricos del copolímero de propileno se produzcan en un proceso de etapas secuenciales, usando reactores en configuración en serie y funcionando con diferentes condiciones de reacción. Como consecuencia, cada fracción preparada en un reactor específico tendrá su propia distribución de contenido de comonomeros.
- 60

[0046] Cuando las curvas de distribución de estas fracciones se superponen para obtener la curva de distribución del contenido de comonomeros del polímero final, estas curvas pueden presentar dos o más máximos o por lo menos estar ensanchadas de forma diferenciada cuando se comparan con curvas correspondientes a las fracciones individuales. A un polímero de este tipo, producido en dos o más etapas en serie, se le denomina bimodal o multimodal en función del número de etapas.

[0047] Por consiguiente, el copolímero de propileno según esta invención puede ser bimodal o multimodal, pero no una mezcla de polímeros no miscibles (fracciones poliméricas). Por lo tanto, en una realización de la presente invención, el copolímero de propileno es multimodal, por ejemplo bimodal, a la vista del contenido de comonomeros. En otra realización preferida, el copolímero de propileno es unimodal a la vista de la distribución de comonomeros.

[0048] Además, se valora que exista una dependencia entre la temperatura de fusión y el contenido de comonomeros, en particular etileno, dentro del copolímero de propileno. A este respecto, se sabe que con el aumento del contenido de comonomeros, en particular con el aumento de etileno, la temperatura de fusión se reduce. En una realización preferida de la presente invención, la temperatura de fusión y el contenido de comonomeros, es decir, el contenido de etileno, deben cumplir una relación específica.

[0049] Preferentemente, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión según la presente invención cumple la ecuación (1), más preferentemente la ecuación (1a), aún más preferentemente la ecuación (1b),

$$\frac{T_m[^\circ\text{C}]}{[^\circ\text{C}]} \geq 160 - \frac{C2[\% \text{ peso}] \times 5,25}{[\% \text{ peso}]} \quad (1)$$

$$\frac{T_m[^\circ\text{C}]}{[^\circ\text{C}]} \geq 161 - \frac{C2[\% \text{ peso}] \times 5,25}{[\% \text{ peso}]} \quad (1a)$$

$$\frac{T_m[^\circ\text{C}]}{[^\circ\text{C}]} \geq 162 - \frac{C2[\% \text{ peso}] \times 5,25}{[\% \text{ peso}]} \quad (1b)$$

en donde

$T_m [^\circ\text{C}]$ es la temperatura de fusión [dada en $^\circ\text{C}$] de la fibra soplada en fusión y/o del copolímero de propileno, preferentemente del copolímero de propileno, medida de acuerdo con la ISO 11357-3,
 $C2 [\% \text{ peso}]$ es la cantidad [dada en porcentaje en peso] de comonomero, preferentemente de etileno, dentro de la fibra soplada en fusión y/o del copolímero de propileno, preferentemente dentro del copolímero de propileno, determinada con espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).

[0050] Además, se valora que el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión según esta invención tenga/tengan una temperatura de fusión T_m , medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de por lo menos 130°C , preferentemente por lo menos 135°C , más preferentemente por lo menos 137°C , tal como por lo menos 140°C . Por consiguiente, la temperatura de fusión está en el intervalo preferentemente de entre 130°C y 157°C , y más preferentemente entre 135°C y 155°C .

[0051] Otro requisito obligatorio del copolímero de propileno y/o de la fibra soplada en fusión es su índice de fluidez bastante alto, que difiere(n) con respecto a otros polímeros y/o fibras obtenidos mediante la técnica de unión con hilatura. El índice de fluidez depende principalmente del peso molecular medio. Esto es debido al hecho de que las moléculas largas confieren al material una menor tendencia a fluir que las moléculas cortas. Un aumento del peso molecular significa una reducción del valor de MFR. El índice de fluidez (MFR) se mide en g/10 min del polímero descargado a través de una matriz definida, bajo condiciones especificadas de temperatura y presión y con la medición de la viscosidad del polímero en la que, a su vez, para cada tipo de polímero, influye principalmente su peso molecular aunque también su grado de ramificación. El índice de fluidez medido bajo una carga de 2,16 kg a 230°C (ISO 1133) se indica como $\text{MFR}_2 (230^\circ\text{C})$.

[0052] Por consiguiente, se prefiere que en la presente invención el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tenga/tengan un $\text{MFR}_2 (230^\circ\text{C})$ de por lo menos 200 g/10 min, más preferentemente de por lo menos 400 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 200 g/10 min y 3.000 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 400 y 2.000 g/10 min.

[0053] En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tiene/tienen un $\text{MFR}_2 (230^\circ\text{C})$ en el intervalo de entre 600 g/10 min y 1.800 g/10 min, y más preferentemente en el intervalo de entre 800 g/10 min y 1.600 g/10 min. Por ejemplo, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión

tiene/tienen un MFR₂ (230 °C) en el intervalo de entre 1.000 g/10 min y 1.400 g/10 min, por ejemplo entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min.

[0054] Un copolímero de propileno con un índice de fluidez tan alto se obtiene preferentemente mediante viscorreducción. Por consiguiente, se valora que el copolímero de propileno según esta invención se obtenga mediante viscorreducción de un polímero de propileno con las mismas propiedades que las indicadas en la presente invención aunque con un índice de fluidez (MFR₂) inferior.

[0055] De este modo, se prefiere que el copolímero de propileno antes de la viscorreducción tenga un MFR₂ (230°C) no mayor que 150 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 15 g/10 min y 120 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 20 g/10 min y 100 g/10 min.

[0056] Preferentemente, el copolímero de propileno usado inicialmente se selecciona de tal manera que la relación de viscorreducción [MFR₂ (230°C) final / MFR₂ (230°C) inicial] esté entre 5 y 100, en donde "MFR₂ (230°C) inicial" es el MFR₂ (230°C) del copolímero de propileno antes de la viscorreducción y "MFR₂ (230°C) final" es el MFR₂ (230°C) del copolímero de propileno (R-PP) después de la viscorreducción.

[0057] En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno se ha viscorreducido con una relación de viscorreducción [MFR₂ (230 °C) final/MFR₂ (230 °C) inicial] de 20 a 100, más preferentemente 20 a 80, aún más preferentemente 30 a 80 y de la forma más preferente 40 a 80, en donde "MFR₂ (230 °C) inicial" es el MFR₂ (230 °C) del copolímero de propileno antes de la viscorreducción y "MFR₂ (230 °C) final" es el MFR₂ (230 °C) del copolímero de propileno después de la viscorreducción.

[0058] De forma adicional o alternativa, el copolímero de propileno se caracteriza por una distribución del peso molecular bastante estrecha en la medida en la que el polímero preferentemente ha experimentado viscorreducción. La viscorreducción de polímeros no solamente hace que aumente el índice de fluidez sino que, adicionalmente, estrecha la distribución del peso molecular. Por consiguiente, se valora que la distribución del peso molecular (M_w/M_n) del copolímero de propileno y/o de la fibra soplada en fusión se encuentre en el intervalo de entre 2 y 6, más preferentemente en el intervalo de entre 2,5 y 5,5.

[0059] Además, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión realizada a partir del copolímero de propileno se caracteriza por un módulo de tracción específico, medido de acuerdo con la ISO 527-3 usando una muestra moldeada por inyección, tal como se describe en la EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, grosor de 4 mm). Por lo tanto, se prefiere que el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tenga un módulo de tracción de por lo menos 500 MPa, más preferentemente de por lo menos 700 MPa y con la mayor preferencia en el intervalo de entre 500 MPa y 1.400 MPa. Por ejemplo, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tiene un módulo de tracción en el intervalo de entre 700 MPa y 1.200 MPa y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 800 MPa y 1.000 MPa.

[0060] Además, el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión realizada a partir del copolímero de propileno se caracteriza/caracterizan por una relación específica del módulo de tracción con respecto al contenido de comonomeros dentro del copolímero de propileno y/o la fibra. Así, se prefiere que el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión cumpla(n) la ecuación (2), más preferentemente la ecuación (2a),

$$\frac{TM[MPa]}{[MPa]} \geq 1.200 + \frac{C2[\% \text{ peso}] \times 145}{[\% \text{ peso}]} \quad (2)$$

$$\frac{TM[MPa]}{[MPa]} \geq 1.250 + \frac{C2[\% \text{ peso}] \times 145}{[\% \text{ peso}]} \quad (2a)$$

en donde

TM [MPa] es el módulo de tracción [dado en MPa] de la fibra soplada en fusión y/o del copolímero de propileno, preferentemente dentro del copolímero de propileno, medido de acuerdo con la ISO 527-3 usando una muestra moldeada por inyección según se describe en la EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, 4 mm de grosor),

C2 [%peso] es la cantidad [dada en porcentaje en peso] de comonomero, preferentemente de etileno, dentro de la fibra soplada en fusión y/o dentro del copolímero de propileno, preferentemente dentro de dicho copolímero de propileno, determinada con espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).

[0061] En una realización preferida de la presente invención, la fibra soplada en fusión se proporciona en forma de un elemento laminar soplado en fusión.

[0062] Por consiguiente, el elemento laminar soplado en fusión es preferentemente un elemento laminar no tejido. La expresión “elemento laminar no tejido” en el significado de la presente invención, se refiere a un elemento laminar que comprende fibras sopladas en fusión individuales que se han constituido en un elemento laminar y se han unido entre sí por cualesquiera medios tales como por tratamiento químico, mecánico, térmico y/o con disolventes, aunque no tejiéndolas o por punto.

[0063] Preferentemente, el elemento laminar soplado en fusión según la presente invención tiene una resistencia máxima a la tracción

(a) en la dirección de la máquina (MD) de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min y/o

(b) en la dirección transversal (CD), de por lo menos 5 N medida de acuerdo con la ISO 527-3, sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0064] Por ejemplo, el elemento laminar soplado en fusión según la presente invención tiene una resistencia máxima a la tracción en la dirección de la máquina (MD) de entre 10 N y 35 N y, preferentemente, entre 15 N y 30 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0065] De manera adicional o alternativa, el elemento laminar soplado en fusión según la presente invención tiene una resistencia máxima a la tracción en la dirección transversal (CD) de entre 5 N y 30 N y, preferentemente, entre 5 N y 20 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0066] El gramaje del elemento laminar soplado en fusión que forma parte del material compuesto depende en gran medida del uso final, aunque se prefiere que el elemento laminar soplado en fusión tenga un gramaje de por lo menos 15 g/m^2 .

[0067] Preferentemente, el elemento laminar soplado en fusión de la presente invención tiene un gramaje de por lo menos 20 g/m^2 , más preferentemente por lo menos 25 g/m^2 , aún más preferentemente por lo menos 30 g/m^2 y con la mayor preferencia de por lo menos 35 g/m^2 . Por consiguiente, el elemento laminar soplado en fusión de la presente invención tiene un gramaje de entre 20 g/m^2 y 150 g/m^2 , más preferentemente entre 25 g/m^2 y 125 g/m^2 , aún más preferentemente entre 30 g/m^2 y 100 g/m^2 y con la mayor preferencia entre 35 g/m^2 y 75 g/m^2 . Por ejemplo, el elemento laminar soplado en fusión de la presente invención tiene un gramaje de entre 35 g/m^2 y 65 g/m^2 y más preferentemente entre 40 g/m^2 y 60 g/m^2 .

[0068] En lo sucesivo se describe más detalladamente la preparación del copolímero de propileno.

[0069] El copolímero de propileno según se define en la presente invención se puede preparar polimerizando, en un reactor de suspensión (*slurry*), por ejemplo un reactor de bucle, propileno opcionalmente junto con etileno y/o por lo menos otra α -olefina C_4 a C_{20} (comonómeros), en presencia de un catalizador de polimerización para producir una parte del copolímero de propileno. A continuación, esta parte se transfiere a un reactor de fase gaseosa subsiguiente, tras lo cual, en el reactor de fase gaseosa, se hace reaccionar propileno en presencia de otro etileno y/o por lo menos una α -olefina(s) C_4 a C_{20} (comonómeros) adecuadamente seleccionados, con el fin de producir una parte adicional en presencia del producto de reacción de la primera etapa. Esta secuencia de reacción proporciona una mezcla de reactor de partes (i) y (ii) que constituyen el copolímero de propileno. Evidentemente, por la presente invención, es posible que la primera reacción se lleve a cabo en un reactor de fase gaseosa mientras que la segunda reacción de polimerización se lleva a cabo en un reactor de suspensión, por ejemplo, un reactor de bucle. Además también es posible invertir el orden de producción de las partes (i) y (ii), el cual se ha descrito anteriormente en el orden de producir primero la parte (i) y a continuación producir la parte (ii). El proceso anteriormente descrito, que comprende por lo menos dos etapas de polimerización, resulta ventajoso teniendo en cuenta el hecho de que proporciona etapas de reacción fácilmente controlables que permiten la preparación de una mezcla de reactor deseada. Las etapas de polimerización se pueden ajustar, por ejemplo seleccionando apropiadamente la aportación de monómeros, la aportación de comonómeros, la aportación de hidrógeno, la temperatura y la presión con el fin de ajustar adecuadamente las propiedades de los productos de polimerización obtenidos. En particular es posible obtener una multimodalidad, preferentemente bimodalidad, del copolímero de propileno, con respecto a la distribución de comonómeros, por ejemplo etileno, así como con respecto a los pesos moleculares y los valores de MFR_2 (230°C) durante dichos procedimientos de polimerización de múltiples fases.

[0070] Dicho proceso se puede llevar a cabo usando cualquier catalizador adecuado para la preparación del copolímero de propileno. Preferentemente, el proceso que se ha descrito anteriormente se lleva a cabo usando un catalizador

- Ziegler-Natta, en particular un catalizador Ziegler-Natta de alto rendimiento (del tipo denominado de cuarta y quinta generación para diferenciarlo con respecto a los catalizadores Ziegler-Natta denominados de segunda generación, de bajo rendimiento). Un catalizador Ziegler-Natta adecuado a utilizar de acuerdo con la presente invención comprende un componente de catalizador, un componente de co-catalizador y por lo menos un dador de electrones (un dador interno y/o externo de electrones, preferentemente por lo menos un dador externo). Preferentemente, el componente de catalizador es un componente de catalizador basado en Ti-Mg y típicamente el co-catalizador es un compuesto basado en Al-alquilo. Los catalizadores adecuados se dan a conocer en particular en los documentos US 5.234.879, WO 92/19653, WO 92/19658 y WO 99/33843.
- [0071]** Son dadores externos preferidos los dadores basados en silano conocidos, tales como diciticlopentil dimetoxi silano o ciclohexil metildimetoxi silano.
- [0072]** Una realización de un proceso según se ha descrito anteriormente es un proceso de fase gaseosa en bucle, tal como el desarrollado por Borealis, conocido como tecnología Borstar[®], que se describe por ejemplo en los documentos EP 0 887 379 A1 y WO 92/12182.
- [0073]** Con respecto al proceso preferido y antes mencionado de fase gaseosa en suspensión, se puede proporcionar la siguiente información general con respecto a las condiciones del proceso.
- [0074]** Temperatura de entre 40°C y 110°C, preferentemente entre 60°C y 100°C, en particular entre 80°C y 90°C, con una presión en el intervalo de entre 20 bares y 80 bares, preferentemente entre 30 bares y 60 bares, con la opción de adicionar hidrógeno con el fin de controlar el peso molecular. El producto de reacción de la polimerización de suspensión, que se lleva a cabo preferentemente en un reactor de bucle, se transfiere a continuación al reactor subsiguiente de fase gaseosa, en donde la temperatura está preferentemente dentro del intervalo de entre 50°C y 130°C, más preferentemente entre 80°C y 100°C, a una presión en el intervalo de entre 5 bares y 50 bares, preferentemente entre 15 bares y 35 bares, nuevamente con la opción de adicionar hidrógeno con el fin de controlar el peso molecular.
- [0075]** El tiempo de residencia puede variar en las zonas de los reactores que se han identificado anteriormente. En una realización preferida de la presente invención, el tiempo de residencia en el reactor de suspensión, por ejemplo el reactor de bucle, está en el intervalo de entre 0,5 horas y 5 horas, por ejemplo entre 0,5 horas y 2 horas, mientras que el tiempo de residencia en el reactor de fase gaseosa estará en general entre 1 hora y 8 horas.
- [0076]** Las propiedades del copolímero de propileno producido con el proceso expresado anteriormente en líneas generales se pueden ajustar y controlar con las condiciones de proceso que son conocidas por los expertos, por ejemplo mediante uno o más de los siguientes parámetros de proceso: temperatura, aportación de hidrógeno, aportación de comonomero, aportación de propileno, catalizador, tipo y cantidad de dador externo, repartición entre dos o más componentes de un polímero multimodal.
- [0077]** En caso de que el copolímero de propileno se someta a una etapa de viscorreducción, la viscorreducción se puede llevar a cabo según cualquier manera conocida, por ejemplo usando un agente de viscorreducción de peróxido. Los agentes de viscorreducción típicos son 2,5-dimetil-2,5-bis(tert.butil-peroxi)hexano (DHBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox 101 y Trigonox 101), 2,5-dimetil-2,5-bis(tert.butilperoxi)hexano-3 (DYBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox 130 y Trigonox 145), peróxido de dicumilo (DCUP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Luperox DC y Perkadox BC), peróxido de di-tert.butilo (DTBP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Trigonox B y Luperox Di), peróxido de tert.butil-cumilo (BCUP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Trigonox T y Luperox 801) y bis(tert.butilperoxiisopropil)benceno (DIPP) (por ejemplo, vendido con los nombres comerciales Perkadox 14S y Luperox DC). Las cantidades adecuadas de peróxido a utilizar según la presente invención en principio son conocidas por los expertos y se pueden calcular fácilmente sobre la base de la cantidad de copolímero de polipropileno que debe someterse a viscorreducción, el valor de MFR₂ (230 °C) del copolímero de propileno que debe someterse a viscorreducción y el MFR₂ (230 °C) objetivo deseado del producto a obtener. Por consiguiente, las cantidades típicas de agente de viscorreducción de peróxido están entre el 0,005 % en peso y el 0,5 % en peso, más preferentemente entre el 0,01 % en peso y el 0,2 % en peso, sobre la base de la cantidad total de copolímero de propileno utilizado.
- [0078]** Típicamente, la viscorreducción de acuerdo con la presente invención se lleva a cabo en una extrusora, de manera que, en las condiciones adecuadas, se obtiene un aumento del índice de fluidez. Durante la viscorreducción, las cadenas de masa molar superior del producto de partida se rompen estadísticamente con mayor frecuencia que las moléculas de menor masa molar, dando como resultado, tal como se ha indicado anteriormente, una reducción global del peso molecular medio y un aumento del índice de fluidez.
- [0079]** El polímero de propileno así obtenido se usa en forma de pellets o gránulos para la preparación del material compuesto de la invención.

[0080] Otro requisito de la presente invención es que el material compuesto comprenda además por lo menos un material de sustrato fibroso.

5 **[0081]** Así, en lo sucesivo se describe más detalladamente el por lo menos un material de sustrato fibroso que forma parte del presente material compuesto.

10 **[0082]** Se aprecia que la expresión “material de sustrato fibroso”, en el significado de la presente solicitud, se refiere a un material particulado alargado que tiene una longitud que típicamente supera su ancho. En este contexto, un material de sustrato fibroso se refiere a un material que tiene una longitud no superior a 10 cm, más preferentemente no superior a 7 cm, aún más preferentemente en el intervalo de entre 0,1 mm y 7 cm, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 0,1 y 50 mm, aún todavía más preferentemente en el intervalo de entre 0,5 y 10 mm. De manera adicional o alternativa, dicho material de sustrato fibroso tiene un ancho (diámetro) no superior a 80 µm, más preferentemente no superior a 50 µm, más preferentemente en el intervalo de entre 1 y 40 µm. Por consiguiente, el material de sustrato fibroso tiene preferentemente una relación de longitud con respecto al ancho de por lo menos 10, más preferentemente de por lo menos 30, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 30 y 100, aún más preferentemente en el intervalo de entre 40 y 80, por ejemplo en el intervalo de entre 50 y 70. El material de sustrato fibroso puede ser un material monocompone

20 **[0083]** Por ejemplo, el material de sustrato fibroso se puede basar en un material seleccionado del grupo compuesto por pulpa de madera, rayón, lyocell, algodón, lana, seda, yute, lino, cáñamo, lino sin hilar, poliéster, nailon, polietileno, tereftalato de polietileno, policarbonato y mezclas de los mismos.

25 **[0084]** Preferentemente, por lo menos un material de sustrato fibroso es una fibra celulósica. La expresión “fibra celulósica”, en el significado de la presente invención, se refiere a una fibra basada en celulosa, en donde la celulosa se puede obtener a partir de cualquier fuente, ya sea natural o fabricada. La fibra celulósica comprende preferentemente celulosa en una cantidad de por lo menos el 75% en peso, más preferentemente el 80% en peso, aún más preferentemente el 85% en peso y, con la mayor preferencia, por lo menos el 90% en peso, sobre la base del peso total de la fibra celulósica.

30 **[0085]** Preferentemente, el material de sustrato fibroso que es una fibra celulósica se basa en un material seleccionado del grupo compuesto por pulpa de madera, rayón, lyocell, algodón, lana, yute, lino, cáñamo, lino sin hilar, y mezclas de los mismos.

35 **[0086]** En una realización preferida de la presente invención, el por lo menos un material de sustrato fibroso que es una fibra celulósica es preferentemente una fibra de pulpa de madera. Dicha fibra celulósica se puede obtener a partir de varias fuentes y calidades mediante el procesamiento y el refinado de madera en fibras. Dichas etapas de procesamiento y refinado pueden incluir, por ejemplo, combinaciones de etapas de tratamiento de trituración, térmico y/o químico. La fuente de dicha fibra celulósica no es crítica para la presente invención, es decir, la fibra celulósica se puede obtener a partir de árboles de madera blanda así como de madera dura.

40 **[0087]** Se pueden obtener fibras de pulpa de madera adecuadas a partir de una pulpa mecánica, tal como madera triturada, pulpa termo-mecánica (TMP) o pulpa quimio-termo-mecánica (CTMP), así como pulpa química, tal como pulpa *kraft* o pulpa de sulfato, o pulpa reciclada.

45 **[0088]** A este respecto, la “pulpa mecánica” se prepara típicamente moliendo astillas de madera para pulpa, de manera que se obtengan componentes de fibra, mediante el uso de energía mecánica. La “pulpa de madera triturada” se obtiene en general a partir de árboles de madera blanda, tales como abeto rojo (*spruce*), pino, abeto blanco (*fir*), alerce y tsuga, aunque también algunas maderas duras, tales como eucalipto. La pulpa de madera triturada se produce típicamente triturando madera en fibras relativamente cortas mediante el uso de piedras. La “pulpa termomecánica” se obtiene a partir de un proceso termo-mecánico en el que astillas de madera o serrín se ablanda con vapor antes de introducirlo en un refinador presurizado. La “pulpa quimio-termo-mecánica” se obtiene tratando astillas de madera con agentes químicos, tales como sulfito de sodio y vapor y con un tratamiento mecánico subsiguiente. La “pulpa química” se obtiene tratando astillas de madera o serrín con agentes químicos, para liberar las fibras celulósicas extrayendo agentes aglomerantes tales como resinas de lignina y gomas. El sulfato o la Kraft son dos tipos de pulpas químicas en donde Kraft es el proceso predominante de obtención de pulpa en la producción de pulpa química. La “pulpa reciclada” se obtiene a partir de papel y cartón reciclados o residuos de papel. La pulpa reciclada puede comprender, además de las fibras celulósicas, otros materiales, tales como sustancias de carga y adhesivos utilizados para facilitar la fabricación original de papel.

60 **[0089]** En una realización preferida de la presente invención, el por lo menos un material de sustrato fibroso que es una fibra celulósica se obtiene a partir de pulpa mecánica y/o pulpa reciclada.

[0090] En otra realización preferida de la presente invención, el por lo menos un material de sustrato fibroso comprende una mezcla de por lo menos dos materiales de sustrato fibrosos, en donde por lo menos un material de sustrato fibroso

es una fibra celulósica según se ha definido anteriormente. Preferentemente, el material de sustrato fibroso comprende una mezcla de dos materiales de sustrato fibrosos, es decir, una fibra celulósica según se ha definido anteriormente y otro tipo de un material de sustrato fibroso. Más preferentemente, el material de sustrato fibroso comprende fibra de pulpa de madera como fibra celulósica y otro tipo de material de sustrato fibroso. Por ejemplo, el otro tipo de material de sustrato fibroso se basa en un material seleccionado del grupo compuesto por rayón, lyocell, algodón, lana, seda, yute, lino, cáñamo, lino sin hilar, poliéster, nailon, polietileno, tereftalato de polietileno, poliacrilato, sales de poliacrilato y policarbonato. Preferentemente, el otro tipo de material de sustrato fibroso se basa en un material seleccionado del grupo compuesto por poliéster, nailon, polietileno, tereftalato de polietileno, poliacrilato, sales de poliacrilato y policarbonato.

[0091] En una realización preferida de la presente invención, el otro tipo de material de sustrato fibroso constituye menos del 50% en peso, sobre la base del total del material de sustrato fibroso, preferentemente menos del 40% en peso y más preferentemente menos del 30% en peso. Por consiguiente, se valora que la fibra celulósica constituya por lo menos el 50% en peso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso, preferentemente por lo menos el 60% en peso y más preferentemente por lo menos el 70% en peso.

[0092] Preferentemente, el material de sustrato fibroso comprende entre un 50% en peso y un 99% en peso de la fibra celulósica y entre un 1% en peso y un 50% en peso del otro tipo de material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso. Más preferentemente, el material de sustrato fibroso comprende entre un 60% en peso y un 99% en peso de la fibra celulósica y entre un 1% en peso y un 40% en peso del otro tipo de material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso. Con la mayor preferencia, el material de sustrato fibroso comprende entre un 70% en peso y un 99% en peso de la fibra celulósica y entre un 1% en peso y un 30% en peso del otro tipo de material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso.

[0093] Por ejemplo, el material de sustrato fibroso comprende entre un 90% en peso y un 99% en peso de fibra de pulpa de madera y entre un 1% en peso y un 10% en peso de otro tipo de material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso, preferentemente, el otro tipo de material de sustrato fibroso está basado en tereftalato de polietileno (PET).

[0094] Alternativamente, el material de sustrato fibroso comprende entre un 65% en peso y un 75% en peso de fibra de pulpa de madera y entre un 25% en peso y un 35% en peso de otro tipo de material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso. Preferentemente, el otro tipo de material de sustrato fibroso se basa en tereftalato de polietileno (PET).

[0095] En otra realización preferida de la presente invención, el material de sustrato fibroso comprende entre un 75% en peso y un 99% en peso de fibra de pulpa de madera y entre un 1% en peso y un 25% en peso de otro tipo de un material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material de sustrato fibroso. Preferentemente, el otro tipo de material de sustrato fibroso se basa en poliacrilato y/o sal de poliacrilato. Por ejemplo, la sal de poliacrilato es acrilato de sodio.

[0096] Se prefiere que el material compuesto comprenda la fibra soplada en fusión y/o elemento laminar soplado en fusión basado en las fibras sopladas en fusión, en una cantidad de por lo menos un 1% en peso, preferentemente de por lo menos un 3% en peso, más preferentemente de por lo menos un 5% en peso y con la mayor preferencia por lo menos un 7% en peso, sobre la base del peso total del material compuesto. Por consiguiente, se valora que el material compuesto comprenda el material de sustrato fibroso en una cantidad inferior al 99% en peso, preferentemente inferior al 97% en peso, más preferentemente inferior al 95% en peso y, con la mayor preferencia, inferior al 93% en peso, sobre la base del peso total del material compuesto.

[0097] En una realización preferida de la presente invención, el material compuesto comprende entre un 1% en peso y un 30% en peso de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar soplado en fusión basado en la fibra soplada en fusión, y entre un 70% en peso y un 99% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto. Preferentemente, el material compuesto comprende entre un 3% en peso y un 30% en peso de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar soplado en fusión basado en la fibra soplada en fusión y entre un 70% en peso y un 97% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto. Más preferentemente, el material compuesto comprende entre un 5% en peso y un 30% en peso de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar soplado en fusión basado en la fibra soplada en fusión y entre un 70% en peso y un 95% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto. Con la mayor preferencia, el material compuesto comprende entre un 7% en peso y un 30% en peso de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar soplado en fusión basado en la fibra soplada en fusión, y entre un 70% en peso y un 93% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto. Por ejemplo, el material compuesto comprende entre un 7% en peso y un 20% en peso de la fibra soplada en fusión y/o el elemento laminar soplado en fusión basado en la fibra soplada en fusión y entre un 80% en peso y un 93% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto.

[0098] El material compuesto según se define en la presente invención se puede preparar mediante un proceso que comprende las etapas de

- (a) proporcionar fibra soplada en fusión, preparada a partir del copolímero de propileno según se ha definido anteriormente,
- (b) proporcionar por lo menos un material de sustrato fibroso según se ha definido anteriormente,
- (c) hacer entrar en contacto un chorro del por lo menos un material de sustrato fibroso de la etapa (b) y un chorro de la fibra soplada en fusión de la etapa (a) para formar un material compuesto.

[0099] Las etapas de proporcionar fibra soplada en fusión, proporcionar el por lo menos un material de sustrato fibroso y hacer entrar en contacto un chorro del por lo menos un material de sustrato fibroso y un chorro de la fibra soplada en fusión se pueden llevar a cabo mediante todas las técnicas bien conocidas para aquellos versados en la materia. Por ejemplo, el material compuesto de la presente invención se puede preparar mediante un proceso que se describe como técnica de coformado en los documentos WO 2011/034523 A1, US 4.100.324; US 5.350.624; US 5.508.102 y en las solicitudes de patente US n.º 2003/0200991 y 2007/0049153. La materia objeto de estos documentos en relación con la técnica de coformado se incorporan a la presente a título de referencia en su totalidad.

[0100] El material compuesto de la presente invención se puede utilizar en una amplia variedad de artículos. Por ejemplo, el material compuesto de la presente invención se puede incorporar en artículos, tales como productos absorbentes y/o medios de filtración.

[0101] Los ejemplos de productos absorbentes comprenden artículos de higiene seleccionados del grupo compuesto por pañales, artículos para incontinencia y artículos de higiene femenina, tales como compresas; y/o artículos de papel tisú, tales como toallitas húmedas seleccionadas del grupo compuesto por toallas de papel, papel higiénico, pañuelos de papel, toallitas húmedas para bebés y/o adultos, toallitas de limpieza, toallitas abrillantadoras, toallitas desmaquillantes, y toallitas para el coche.

[0102] Los artículos de papel tisú tales como las toallitas húmedas se pueden proporcionar en forma seca o en forma pre-humedecida. Si el artículo de papel tisú es un artículo pre-humedecido, el mismo puede comprender un líquido, por ejemplo, para limpiar, desinfectar, higienizar, etcétera. Preferentemente, el líquido comprende agua o emulsión de aceite en agua. Preferentemente, el líquido comprende agua en una cantidad de por lo menos el 80% en peso, más preferentemente por lo menos el 85% en peso, aún más preferentemente por lo menos el 90% en peso y, con la mayor preferencia, por lo menos el 95% en peso, sobre la base del peso total del líquido.

[0103] En una realización preferida de la presente invención, el artículo de papel tisú puede comprender el líquido en una cantidad de entre el 10% en peso y el 2.000% en peso, más preferentemente entre el 50% en peso y el 1.500% en peso, aún más preferentemente entre el 100% en peso y el 1.000% en peso y, con la mayor preferencia, entre el 200% en peso y el 750% en peso, sobre la base del peso total del artículo de papel tisú.

[0104] Si el artículo es un medio de filtración, dicho artículo es preferentemente una bolsa de una aspiradora y/o un filtro.

[0105] Los productos absorbentes, es decir, artículos de higiene y/o artículos de papel tisú, y/o los medios de filtración se pueden proporcionar en una amplia variedad de formas. Por ejemplo, los productos absorbentes y/o los medios de filtración pueden tener una forma circular, ovalada, rectangular o irregular.

[0106] los artículos de la presente invención pueden comprender, además del material compuesto de la invención, un género unido con hilatura conocido en la técnica.

[0107] En particular, se valora que el artículo de la invención tenga una resistencia máxima a la tracción en la dirección de la máquina (MD) de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+ 23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0108] Por ejemplo, el artículo tiene una resistencia máxima a la tracción en la dirección de la máquina (MD) de entre 10 N y 50 N, preferentemente entre 15 N y 45 N y, con la mayor preferencia, entre 20 N y 40 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+ 23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0109] De manera adicional o alternativa, el artículo de la invención tiene una resistencia máxima a la tracción en la dirección transversal (CD) de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+ 23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0110] Por ejemplo, el artículo de la invención tiene una resistencia máxima a la tracción en la dirección transversal (CD) de entre el 10 N y 40 N, preferentemente entre 15 N y 35 N y, con la mayor preferencia, entre 15 N y 30 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2$ °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

[0111] A este respecto, se puede deducir que el copolímero de propileno según se ha definido anteriormente también se puede usar para mejorar la adherencia entre un elemento laminar soplado en fusión y un material de sustrato fibroso en un material/artículo compuesto, especialmente en comparación con materiales/artículos compuestos que comprenden un homopolímero de propileno. De este modo, se valora que, en otro aspecto de la presente invención, se proporcione el uso del copolímero de propileno que se ha definido anteriormente para mejorar la adherencia entre un elemento laminar soplado en fusión y un material de sustrato fibroso en un material/artículo compuesto, expresada por la resistencia máxima a la tracción, orientada en la dirección de la máquina (MD), en donde la mejora viene definida por la Fórmula (II)

$$(MD-RPP) / (MD-HPP) \geq 1,1 \quad (II)$$

en donde

(MD-RPP) es la resistencia máxima a la tracción, orientada en la dirección de la máquina (MD) [N] del copolímero de propileno, y

(MD-HPP) es la resistencia máxima a la tracción en la dirección de la máquina (MD) [N] de un homopolímero de propileno que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min, y una temperatura de fusión (T_m), medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de entre 155 °C y 160 °C.

[0112] A la vista de los buenos resultados logrados para el material/artículo compuesto con respecto a las propiedades mecánicas, en particular propiedades de adherencia que se expresan mediante las resistencias a la tracción, utilizando el copolímero de propileno, otro aspecto de la presente invención se refiere al uso del copolímero de propileno según se ha definido anteriormente para la preparación de un material compuesto según se ha definido anteriormente o un artículo según se ha definido anteriormente.

[0113] Además, debe indicarse que el material/artículo compuesto que comprende dicho copolímero de propileno se puede preparar en un proceso de soplado en fusión usando parámetros de procesamiento mejorados. En particular, se valora que el volumen de aire requerido durante el proceso de soplado en fusión se pueda reducir significativamente sin perder las propiedades requeridas del elemento laminar soplado en fusión y los artículos obtenidos a partir de este último.

[0114] Así, en otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de un copolímero de propileno para reducir el volumen de aire caliente durante un proceso de soplado en fusión, en donde la reducción viene definida por la Fórmula (I)

$$(AV-RPP) / (AV-HPP) \leq 0,9 \quad (I)$$

en donde

(AV-RPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] del copolímero de propileno, y

(AV-HPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] de un homopolímero de propileno que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230°C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min, y una temperatura de fusión (T_m), medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de entre 155 °C y 160 °C.

[0115] En una realización preferida de la presente invención, la reducción del volumen de aire caliente usando el copolímero de propileno [(AV-RPP) / (AV-HPP)] es mayor que 0,8 y, más preferentemente, mayor que 0,7, en donde (AV-RPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] del copolímero de propileno, y (AV-HPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] de un homopolímero de propileno que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min, y una temperatura de fusión (T_m), medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de entre 155 °C y 160 °C.

[0116] Por ejemplo, la reducción del volumen de aire caliente usando el copolímero de propileno [(AV-RPP) / (AV-HPP)] está entre 0,5 y 0,9, más preferentemente entre 0,5 y 0,9 y, con la mayor preferencia, entre 0,6 y 0,9, en donde (AV-RPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] del copolímero de propileno, y (AV-HPP) es el volumen de aire caliente [m³/h] de un homopolímero de propileno que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min, y una temperatura de fusión (T_m), medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de entre 155 °C y 160 °C.

[0117] A continuación se describirá más detalladamente la presente invención por medio de los ejemplos que se proporcionan más adelante.

1. Definiciones/métodos de medición

[0118] Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la anterior descripción general de la invención así como en los siguientes ejemplos a no ser que se defina lo contrario.

Cuantificación de la isotacticidad en polipropileno mediante espectroscopia de ^{13}C NMR

[0119] La isotacticidad se determina mediante espectroscopia de resonancia magnética nuclear (NMR) ^{13}C cuantitativa después de una asignación básica como, por ejemplo en: V. Busico y R. Cipullo, *Progress in Polymer Science*, 2001, 26, 443 a 533. Se ajustan parámetros experimentales para garantizar la medición de espectros cuantitativos para esta tarea específica como, por ejemplo, en: S. Berger y S. Braun, *200 and More NMR Experiments: A Practical Course*, 2004, Wiley-VCH, Weinheim. Se calculan cantidades usando relaciones corregidas simples de las integrales de señales de sitios representativos según una manera conocida en la técnica. La isotacticidad se determina en el nivel de las pentadas, es decir, la fracción mmmm de la distribución de pentadas.

Cuantificación de la microestructura por espectroscopia de NMR

[0120] Se usó espectroscopia de resonancia magnética nuclear (NMR) cuantitativa para cuantificar la isotacticidad, la regio-regularidad y el contenido de comonómeros de los polímeros.

[0121] Se registraron espectros de NMR $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ cuantitativa en el estado de solución usando un espectrómetro de NMR Bruker Advance III 400 que funcionaba 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.

[0122] Para homopolímeros de polipropileno, se disolvieron aproximadamente 200 mg de material en 1,2-tetracloroetano- d_2 (TCE- d_2). Para garantizar una solución homogénea, después de la preparación de la muestra inicial en un bloque calefactor, el tubo de NMR se calentó adicionalmente en un horno rotatorio durante por lo menos 1 hora. Tras la inserción en el imán, el tubo se hizo girar a 10 Hz. Esta configuración se escogió principalmente por la alta resolución necesaria para la cuantificación de la distribución de la tacticidad (Busico, V., Cipullo, R., *Prog. Polym. Sci.* 26 (2001) 443; Busico, V.; Cipullo, R., Monaco, G., Vacatello, M., Segre, A.L., *Macromolecules* 30 (1997) 6251). Se utilizó una excitación convencional de un solo impulso haciendo uso del esquema de desacoplamiento WALTZ16 bi-nivel y NOE (Zhou, Z., Kuemmerle, R., Qiu, X., Redwine, D., Cong, R., Taha, A., Baugh, D. Winniford, B., *J. Mag. Reson.* 187 (2007) 225; Busico, v., Carbonniere, P., Cipullo, R., Pellecchia, R., Severn, J., Talarico, G., *Macromol. Rapid Commun.* 2007, 28, 11289). Se adquirió un total de 8.192 (8k) transitorios por espectro.

[0123] Para copolímeros de etileno-propileno, se disolvieron aproximadamente 200 mg de material en 3 ml de 1,2-tetracloroetano- d_2 (TCE- d_2) junto con acetilacetato de cromo (III) ($\text{Cr}(\text{acac})_3$) dando como resultado una solución 65 mM de agente de relajación en disolvente (Singh, G., Kothari, A., Gupta, V., *Polymer Testing* 28 5 (2009), 475). Para garantizar una solución homogénea, después de la preparación de la muestra inicial en un bloque calefactor, el tubo de NMR se calentó adicionalmente en un horno rotatorio durante por lo menos 1 hora. Tras la inserción en el imán, el tubo se hizo girar a 10 Hz. Esta configuración se escogió principalmente por la alta resolución y era cuantitativamente necesaria para una cuantificación precisa del contenido de etileno. Se utilizó una excitación convencional de un solo impulso sin NOE, usando un ángulo de inclinación optimizado, un retardo de recirculación de 1 s y un esquema de desacoplamiento WALTZ16 bi-nivel (Zhou, Z., Kuemmerle, R., Qiu, X., Redwine, D., Cong, R., Taha, A., Baugh, D. Winniford, B., *J. Mag. Reson.* 187 (2007) 225; Busico, V., Carbonniere, P., Cipullo, R., Pellecchia, R., Severn, J., Talarico, G., *Macromol. Rapid Commun.* 2007, 28, 11289). Se adquirió un total de 6.144 (6k) transitorios por espectro.

[0124] Se procesaron y se integraron espectros de NMR de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ cuantitativa y se determinaron propiedades cuantitativas relevantes a partir de las integrales usando programas de ordenador privativos.

[0125] Para copolímeros de etileno-propileno todos los desplazamientos químicos se remitieron indirectamente al grupo metileno central del bloque de etileno (EEE) a 30,00 ppm usando el desplazamiento químico del disolvente. Este planteamiento permitió una remisión comparable incluso cuando esta unidad estructural no estaba presente.

[0126] Para homopolímeros de polipropileno, todos los desplazamientos químicos se remitieron internamente a la pentada isotáctica de metilo (mmmm) a 21,85 ppm.

[0127] Se observaron señales características correspondientes a regio defectos (Resconi, L., Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., *Chem. Rev.* 2000, 100, 1253; Wang, W-J., Zhu, S., *Macromolecules* 33 (2000), 1157; Cheng, H. N., *Macromolecules* 17 (1984), 1950) o comonómero.

[0128] La distribución de la tacticidad se cuantificó a través de la integración de la región de metilo entre 23,6 y 19,7 ppm corrigiendo cualquier sitio no relacionado con las estéreo-secuencias de interés (Busico, V., Cipullo, R., *Prog. Polym. Sci.* 26 (2001) 443; Busico, V., Cipullo, R., Monaco, G., Vacatello, M., Segre, A.L., *Macromolecules* 30 (1997) 6251).

[0129] Específicamente, se corrigió la influencia de los regio-defectos y el comonomero sobre la cuantificación de la distribución de la tacticidad mediante la resta de integrales representativas de regio-defectos y comonomeros con respecto a las regiones de integrales específicas de las estéreo-secuencias.

[0130] La isotacticidad se determinó en el nivel de las pentadas y se comunicó como el porcentaje de secuencias de pentadas isotácticas (mmmm) con respecto a todas las secuencias de pentadas:

$$[\text{mmmm}] \% = 100 * (\text{mmmm} / \text{suma de todas las pentadas})$$

[0131] Se indicó la presencia de regio-defectos 2,1 eritro (regiodefectos <2,1>) por la presencia de los dos sitios de metilo en 17,7 y 17,2 ppm y la misma se confirmó mediante otros sitios característicos. No se observaron señales características correspondientes a otros tipos de regio-defectos (Resconi, L., Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., *Chem. Rev.* 2000, 100, 1253).

[0132] Se cuantificó la cantidad de regio-defectos 2,1 eritro usando la integral promedio de los dos sitios de metilo característicos en 17,7 y 17,2 ppm:

$$P_{21e} = (I_{e6} + I_{e8}) / 2$$

[0133] Se cuantificó la cantidad de propeno insertado primario 1,2 basándose en la región de metilo, llevándose a cabo una corrección para sitios incluidos en esta región no relacionados con la inserción primaria y para sitios de inserción primaria excluidos de esta región:

$$P_{12} = I_{CH3} + P_{12e}$$

[0134] Se cuantificó la cantidad total de propeno como la suma de propeno insertado primario y la totalidad del resto de regio-defectos presentes:

$$P_{total} = P_{12} + P_{21e}$$

[0135] Se cuantificó el porcentaje molar de regio-defectos 2,1 eritro con respecto a todo el propeno:

$$[21e] \text{ mol\%} = 100 * (P_{21e} / P_{total})$$

[0136] Para los copolímeros, se observaron señales características correspondientes a la incorporación de etileno (Cheng, H. N., *Macromolecules* 17 (1984), 1950).

[0137] Habiéndose observado también regio-defectos (Resconi, L., Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., *Chem. Rev.* 2000, 100, 1253; Wang, W-J., Zhu, S., *Macromolecules* 33 (2000), 1157; Cheng, H. N., *Macromolecules* 17 (1984), 1950) se requirió una corrección para la influencia de dichos defectos sobre el contenido de comonomeros.

[0138] Se cuantificó la fracción molar de etileno en el polímero usando el método de Wang et. al. (Wang, W-J., Zhu, s., *Macromolecules* 33 (2000), 1157) a través de la integración de múltiples señales por la región espectral completa de un espectro de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ adquirido con el uso de condiciones definidas. Este método se escogió por su precisión, naturaleza robusta y capacidad de tener en cuenta la presencia de regio-defectos cuando fuera necesario. Las regiones de integrales se ajustaron ligeramente para aumentar su aplicabilidad a un mayor intervalo de contenido de comonomeros.

[0139] La incorporación de comonomeros en porcentaje molar en el polímero se calculó a partir de la fracción molar de acuerdo con:

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

[0140] La incorporación de comonomeros en porcentaje en peso en el polímero se calculó a partir de la fracción molar de acuerdo con:

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

[0141] La distribución de secuencias de comonomeros en el nivel de las triadas se determinó usando el método de Kakugo et al. (Kakugo, M., Naito, Y., Mizunuma, K., Miyatake, T. *Macromolecules* 15 (1982) 1150) a través de la integración de múltiples señales por la región espectral completa de un espectro de $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ adquirido con el uso de condiciones definidas. Este método se escogió por su naturaleza robusta. Las regiones integrales se ajustaron ligeramente para aumentar su aplicabilidad a un mayor intervalo de contenido de comonomeros.

[0142] El porcentaje molar de una secuencia de triadas dada de un comonomero en el polímero se calculó a partir de la fracción molar determinada por el método de Kakugo et al. (Kakugo, M., Naito, Y., Mizunuma, K., Miyatake, T. *Macromolecules* 15 (1982) 1150) de acuerdo con:

$$\text{XXX} [\% \text{molar}] = 100 * f_{\text{XXX}}$$

[0143] La incorporación de los comonomeros en fracción molar en el polímero, según se determina a partir de la distribución de secuencias de comonomeros en el nivel de las triadas, se calculó a partir de la distribución de triadas usando relaciones necesarias conocidas (Randall, J. *Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys.* 1989, C29, 201):

$$f_{\text{XEX}} = f_{\text{EEE}} + f_{\text{PEE}} + f_{\text{PEP}}$$

$$f_{\text{XPX}} = f_{\text{PPP}} + f_{\text{EPP}} + f_{\text{PEP}}$$

donde PEE y EPP representa la suma de las secuencias reversibles PEE/EEP y EPP/PPE respectivamente.

[0144] La aleatoriedad de la distribución del comonomero se cuantificó como la cantidad relativa de secuencias de etileno aisladas en comparación con todo el etileno incorporado. La aleatoriedad se calculó a partir de la distribución de secuencias de triadas usando la relación:

$$R(\text{E}) [\%] = 100 * (f_{\text{PEP}} / f_{\text{XEX}})$$

Aleatoriedad

[0145] En las mediciones de FTIR, se moldearon por compresión, a 225°C, películas de un grosor de 250 mm y las mismas se analizaron en un instrumento de FTIR Perkin-Elmer System 2000. El área del pico de etileno (760 a 700 cm^{-1}) se usó como una medida del contenido de etileno total. La banda de absorción para la estructura -P-E-P- (una unidad de etileno entre unidades de propileno) se produce a 733 cm^{-1} . Esta banda caracteriza el contenido de etileno aleatorio. Para secuencias de etileno más largas (más de dos unidades), se produce una banda de absorción a 720 cm^{-1} . En general, para los copolímeros aleatorios se observa un hombro correspondiente a series de etileno más largas. La calibración para el contenido total de etileno basado en el área y el contenido de etileno aleatorio (PEP) basado en la altura de los picos a 733 cm^{-1} se realizó por ^{13}C NMR. (*Thermochemica Acta*, 66 (1990) 53-68).

$$\text{Aleatoriedad} = \text{contenido de etileno aleatorio (-P-E-P-)} / \text{contenido de etileno total} \times 100\%.$$

[0146] El peso molecular medio en número (M_n), el peso molecular medio en peso (M_w) y la distribución de pesos moleculares (MWD) se determinan mediante cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) usando un instrumento Waters Alliance GPCV 2000 con viscosímetro en línea. La temperatura del horno es 140°C. Como disolvente se usa triclorobenceno (ISO 16014).

[0147] El MFR₂ (230°C) se mide de acuerdo con la ISO 1133 (230°C, 2,16 kg de carga).

Cuantificación del contenido de comonomeros mediante espectroscopia de FTIR

[0148] Para cuantificar la cantidad de comonomero se usó la espectroscopia infrarroja (IR) cuantitativa. La calibración se logró por correlación con el contenido de comonomeros determinado mediante espectroscopia cuantitativa de resonancia magnética nuclear (NMR).

[0149] El procedimiento de calibración basado en resultados obtenidos a partir de espectroscopia de ^{13}C -NMR cuantitativa, se emprendió según la manera convencional que está bien documentada en la bibliografía. La cantidad de comonomero (N) se determinó en forma de porcentaje en peso (% peso) por medio de:

$$N = k_1 (A / R) + k_2$$

donde A es la absorción máxima definida de la banda del comonomero, R la absorción máxima definida como altura de pico correspondiente al pico de referencia, y k₁ y k₂ las constantes lineales obtenidas por calibración.

[0150] Para sistemas de poli(etileno-co-propeno-co-buteno) (EPB) la cuantificación se logró por medio de dos bandas de absorción características:

- contenido de 1-buteno vía 760 cm^{-1} (corrección de línea base lineal entre 750 y 810 cm^{-1})
- contenido de etileno vía 720 cm^{-1} ó 730 cm^{-1} (corrección de línea base lineal entre 710 y 750 cm^{-1})

[0151] La banda usada para la cuantificación del contenido de etano se selecciona en función de si el contenido de etileno es aleatorio (730 cm^{-1}) o de tipo bloque (720 cm^{-1}). La absorción a 4.324 cm^{-1} se usó como banda de referencia.

[0152] La cantidad de comonomero (N), determinada en forma de porcentaje molar (% molar), se obtuvo mediante conversión de unidades de porcentaje en peso (% peso) a través del uso del peso molecular (Mw) del comonomero:

$$\text{NA}[\% \text{molar}] = (\text{NA}[\% \text{peso}] / \text{MwA}) / ((\text{NA}[\% \text{peso}] / \text{MwA}) + (\text{NB}[\% \text{peso}] / \text{MwB}) + ((100[\% \text{peso}] - \text{NA}[\% \text{peso}] - \text{NB}[\% \text{peso}]) / \text{MwC}))$$

[0153] Se registraron espectros infrarrojos en estado sólido usando un espectrómetro de FTIR sobre películas delgadas (entre 100 y $800\text{ }\mu\text{m}$) moldeadas por compresión, con una resolución de 4 cm^{-1} , y los mismos se analizaron en modo de transmisión. El **módulo de tracción de los polímeros** se evalúa de acuerdo con la ISO 527-1 (velocidad del travesaño = 1 mm/min ; 23°C) usando muestras moldeadas por inyección según se describe en EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, grosor de 4 mm).

Temperatura de fusión Tm

[0154] La temperatura de fusión (temperatura de pico) Tm se midió mediante DSC de acuerdo con la ISO 11357-1 usando la temperatura de pico del segundo calentamiento de un ciclo de calentamiento-enfriamiento-calentamiento con una velocidad de 10 K/min entre la temperatura ambiente y 210°C .

[0155] La entalpía de fusión (Hm) [calor de fusión] se midió con el método de DSC de acuerdo con la ISO 11357-3.

Cristalinidad

[0156] La cristalinidad de los polímeros se calculó a partir de la entalpía de fusión Hm en un experimento convencional de calorimetría diferencial de barrido (DSC) de acuerdo con la ISO 3146 funcionando a una velocidad de calentamiento de 10 K/min y suponiendo una entalpía de fusión de 209 J/g para un homopolímero de propileno completamente cristalino (véase, por ejemplo, la siguiente referencia: Markus Gahleitner, Pirjo Jääskeläinen, Ewa Ratajski, Christian Paulik, Jens Reussner, Johannes Wolfschwenger & Wolfgang Neiss 1, *Propylene-Ethylene Random Copolymers: Comonomer Effects on Crystallinity and Application Properties*, *J.Appl.Polym.Sci.* 95 (2005) 1073-81).

[0157] **Solubles en xileno (XCS, % en peso):** el contenido de solubles en xileno (XCS) se determina a 23°C de acuerdo con la ISO 6427.

Gramaje del elemento laminar

[0158] El peso unitario (gramaje) de los elementos laminares en g/m^2 se determinó de acuerdo con la ISO 536:1995.

Propiedades de tracción del elemento laminar

[0159] La resistencia a la tracción de los elementos laminares se determinó en concordancia con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm y una longitud efectiva entre mordazas de 100 mm usando una máquina para ensayos de tracción Zwick 005. Las muestras se cortaron en la dirección de la máquina (MD) y transversal (CD). La temperatura de prueba fue de $+23 \pm 2^\circ\text{C}$ y se usó una velocidad de prueba de 100 mm/min hasta el punto de rotura, midiéndose el estiramiento por la distancia de las mordazas sobre la base de la distancia inicial de las mismas. Se sometieron a prueba 10 muestras a partir de las cuales se calculó una curva media de fuerza con respecto al estiramiento. A partir de estas curvas medias, se determinó la resistencia a la tracción como la fuerza máxima alcanzada y se determinaron las elongaciones a fuerza máxima.

2. Preparación de los ejemplos

2.1 Muestras poliméricas

Ejemplo de la invención (IE):

[0160] Como material de partida para la viscorreducción se usó un copolímero de propileno aleatorio polimerizado utilizando un catalizador Ziegler-Natta comercial de 4ª generación que tiene un MFR₂ de 20 g/10 min y un contenido de

etileno, según se determina por FTIR, del 3,3% en peso. La viscorreducción se llevó a cabo en una extrusora co-rotativa de doble husillo, a entre 200 y 230°C, usando una cantidad apropiada de (tert.butilperoxi)-2,5-dimetilhexano (Trigonox 101, distribuido por Akzo Nobel, Países Bajos) para lograr un MFR₂ de 1.200 g/10 min. El polímero resultante se caracteriza por un punto de fusión de 150 °C, un módulo de tracción de 1.150 MPa según se determina sobre muestras moldeadas por inyección.

Ejemplo comparativo (CE):

[0161] Se usó el homopolímero de propileno comercial Borflow™ HL512FB (Borealis) que tiene un MFR₂ de 1.200 g/10 min producido en un proceso de viscorreducción. Este polímero se caracteriza por un punto de fusión de 158 °C y un módulo de tracción de 1.515 MPa según se determina sobre muestras moldeadas por inyección.

2.2 Elementos laminares soplados en fusión y pruebas

[0162] Los materiales se han convertido en elementos laminares soplados en fusión en una línea piloto de soplado en fusión Reicofil de 250 mm de ancho, usando una matriz con agujeros de 0,4 mm de diámetro y 35 agujeros por pulgada. La temperatura de fusión se fijó a 285 °C y la temperatura del aire a 280 °C. El rendimiento de la línea fue 66 kg/h/m y la distancia desde la matriz al colector se fijó a 150 mm, 300 mm y 500 mm, respectivamente. Para cada ajuste, el volumen de aire caliente se ha aumentado al máximo y se produjeron elementos laminares que tenían un gramaje de 50 g/m².

[0163] La tabla 1 resume datos referentes al volumen de aire y las propiedades mecánicas con respecto al ejemplo de la invención IE y el elemento comparativo CE para las distancias respectivas de la matriz al colector.

Tabla 1:

Muestra	DCD	Volumen de aire	Resistencia máxima a la tracción MD	Resistencia máxima a la tracción CD	Elongación MD	Elongación CD
	[mm]	[m ³ /h]	[N]	[N]	[%]	[%]
CE	150	220	22,9	7,2	1,2	2
CE	300	330	26,1	16,8	18	34
CE	500	410	16,1	14,7	22	40
IE	150	190	19,5	8,1	5,1	18,2
IE	300	230	27,9	12,6	24	11,5
IE	500	280	17,1	16,8	20	19

A partir de los resultados obtenidos, puede deducirse que las propiedades mecánicas correspondientes a los elementos laminares soplados en fusión que se han preparado a partir del ejemplo de la invención IE, son comparables a las de aquellos que se han preparado a partir del ejemplo comparativo CE.

2.3 Preparación del compuesto y pruebas

[0164] El ejemplo de la invención IE así como el ejemplo comparativo CE se han depositado sobre diferentes sustratos de papel usando un gramaje de 33 g/m². Como sustrato de papel se utilizaron papel higiénico así como un papel de limpieza industrial de 40 g/m². La temperatura de fusión se fijó a 285°C y la temperatura del aire a 280 °C. El rendimiento de la línea fue 66 kg/h/m y la distancia de la matriz al colector se fijó a 150 mm, al mismo tiempo que se mantenía un peso de soplado en fusión de 50 g/m².

[0165] La tabla 2 resume datos referentes al volumen de aire y las propiedades mecánicas con respecto al ejemplo de la invención IE y el ejemplo comparativo CE depositados sobre sustratos de papel diferentes.

Tabla 2:

Muestra	Sustrato	Volumen de aire	Resistencia máxima a la tracción MD	Resistencia máxima a la tracción CD	Elongación MD	Elongación CD
		[m ³ /h]	[N]	[N]	[%]	[%]
CE	Papel higiénico	220	21,9	18,2	0,9	0,9
CE	Papel de limpieza	220	10,2	9,7*	0,8	0,8*
IE	Papel higiénico	190	24,5	20,9	1,7	1,2
IE	Papel de limpieza	190	32,7	12,9*	2	1,2*

*: medida con una longitud inicial de 50 mm

[0166] Tal como puede deducirse a partir de las resistencias a la tracción medidas para el material compuesto que comprende un sustrato de papel y el ejemplo comparativo CE, este polímero apenas presenta adherencia alguna al

5 material de sustrato fibroso. Por contraposición a esto, el material compuesto que comprende el ejemplo de la invención IE y sustratos de papel como material de sustrato fibroso presenta un aumento de las resistencias a la tracción. Por lo tanto, el material compuesto preparado a partir del ejemplo de la invención IE presenta una adherencia mejorada en comparación con un material compuesto preparado a partir de un homopolímero de propileno (según se muestra para el ejemplo comparativo CE). Además, puede deducirse que el uso del ejemplo de la invención IE para preparar dicho compuesto requiere volúmenes de aire caliente significativamente menores en comparación con el uso del ejemplo comparativo CE.

REIVINDICACIONES

1. Material compuesto que comprende
 - 5 (a) fibra soplada en fusión, en donde
 - (i) dicha fibra soplada en fusión comprende por lo menos un 85% en peso de un copolímero de propileno que tiene un contenido de comonómeros de entre el 0,5 y el 7,0% en peso, el comonómero es etileno y/o por lo menos una α -olefina C_4 a C_{20} ,
10 (ii) opcionalmente dichas fibras sopladas en fusión y/o dicho copolímero de propileno tiene/tienen un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de por lo menos 200 g/10 min, y
 - (b) por lo menos un material de sustrato fibroso, en donde
- 15 el material compuesto comprende entre un 1 y un 30% en peso de la fibra soplada en fusión y entre un 70 y un 99% en peso del material de sustrato fibroso, sobre la base del peso total del material compuesto.
2. Material compuesto según la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno y/o la fibra soplada en fusión tiene/tienen una temperatura de fusión de por lo menos 130 °C.
- 20 3. Material compuesto según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la fibra soplada en fusión y/o el copolímero de propileno tiene/tienen un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 200 g/10 min y 3.000 g/10 min.
- 25 4. Material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero de propileno tiene regiodefectos <2,1> en una magnitud no superior al 0,4% molar, determinados por espectroscopia de ¹³C.
5. Material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la isotacticidad en pentadas del copolímero de propileno es superior al 95% molar, determinada con espectroscopia de ¹³C NMR.
- 30 6. Material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero de propileno se ha viscorreducido con una relación de viscorreducción [MFR₂ (230 °C) final / MFR₂ (230 °C) inicial] de 5 a 100, en donde
"MFR₂ (230 °C) inicial" es el MFR₂ (230 °C) del copolímero de propileno antes de la viscorreducción y
35 "MFR₂ (230 °C) final" es el MFR₂ (230 °C) del copolímero de propileno después de la viscorreducción.
7. Material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el comonómero del copolímero de propileno es etileno.
- 40 8. Material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de sustrato fibroso está basado en un material seleccionado del grupo compuesto por pulpa de madera, rayón, lyocell, algodón, lana, seda, yute, lino, cáñamo, lino sin hilar, poliéster, náilon, polietileno, tereftalato de polietileno, poliacrilato, sales de poliacrilato, policarbonato y mezclas de los mismos.
- 45 9. Material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fibra soplada en fusión está en forma de un elemento laminar soplado en fusión.
10. Material compuesto según la reivindicación 9, en el que el elemento laminar soplado en fusión tiene una resistencia máxima a la tracción
50 (a) en la dirección de la máquina (MD) de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de +23 ± 2 °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min y/o
55 (b) en la dirección transversal (CD), de por lo menos 5 N medida de acuerdo con la ISO 527-3, sobre muestras rectangulares cortadas a partir del elemento laminar con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de +23 ± 2 °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min.
11. Artículo que comprende un material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, seleccionándose dicho artículo de entre medios de filtración y/o productos absorbentes tales como artículos de higiene y/o artículos de papel tisú.
- 60 12. Artículo según la reivindicación 11, en el que el artículo tiene una resistencia máxima a la tracción

(a) en la dirección de la máquina (MD), de por lo menos 10 N, medida de acuerdo con la ISO 527-3 sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2$ °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min y/o

(b) en la dirección transversal (CD), de por lo menos 10 N medida de acuerdo con la ISO 527-3, sobre muestras rectangulares cortadas a partir del artículo con un ancho de 50 mm y una longitud de 140 mm a una temperatura de $+23 \pm 2$ °C y una velocidad de prueba de 100 mm/min.

13. Proceso para la preparación de un material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende las etapas de

(a) proporcionar una fibra soplada en fusión, preparada a partir del copolímero de propileno según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,

(b) proporcionar por lo menos un material de sustrato fibroso según se ha definido en las reivindicaciones 1 ó 8,

(c) hacer entrar en contacto un chorro del por lo menos un material de sustrato fibroso de la etapa (b) y un chorro de la fibra soplada en fusión de la etapa (a) para formar un material compuesto.

14. Uso de un copolímero de propileno según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, para la preparación de un material compuesto según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 ó un artículo según se ha definido en las reivindicaciones 1 ó 12.

15. Uso de un copolímero de propileno según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la preparación de un material compuesto según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 ó un artículo según se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, para reducir el volumen de aire caliente durante un proceso de soplado en fusión, en donde la reducción viene definida por la fórmula (I)

$$(AV-RPP) / (AV-HPP) \leq 0,9 \quad (I)$$

en donde

(AV-RPP) es el volumen de aire caliente [m^3/h] del copolímero de propileno, y (AV-HPP) es el volumen de aire caliente [m^3/h] de un homopolímero de propileno que tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, de entre 1.100 g/10 min y 1.300 g/10 min, y una temperatura de fusión (T_m), medida de acuerdo con la ISO 11357-3, de entre 155°C y 160 °C.