

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 637**

51 Int. Cl.:

**C08K 7/14** (2006.01)

**C08L 23/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2015** **E 15176672 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017** **EP 3118249**

54 Título: **Material compuesto reforzado con fibra**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.03.2018**

73 Titular/es:  
**BOREALIS AG (100.0%)**  
**IZD Tower, Wagramerstrasse 17-19**  
**1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:  
**JERABEK, MICHAEL;**  
**STOCKREITER, WOLFGANG y**  
**LUMMERSTORFER, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 659 637 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**

Material compuesto reforzado con fibra

La presente invención se refiere a un material compuesto reforzado con fibra nuevo que comprende una composición de polipropileno que contiene al menos tres polipropilenos que difieren en el peso molecular. La presente invención también se refiere a artículos moldeados por inyección que comprenden dicho material compuesto reforzado con fibra nuevo.

Típicamente, en los materiales compuestos reforzados con fibra, el rendimiento mecánico, como la rigidez y la resistencia, se ajusta con el contenido de fibra. El aumento del contenido de fibra conduce al aumento de la rigidez y la resistencia. Un problema relacionado con altas cargas de fibras es que la longitud de fibra promedio disminuye con el contenido de fibra. La viscosidad de la resina base a temperaturas de procesamiento determina la magnitud de las fuerzas de cizalla locales responsables de la rotura de la fibra. En otras palabras, los materiales fáciles de fluir evitarían la rotura de la fibra; sin embargo, estos tienen la desventaja de que las propiedades mecánicas del material compuesto final que contiene tales materiales son insuficientes.

Además, en los materiales compuestos reforzados con fibra, la calidad de la superficie es un aspecto importante, especialmente en la industria de la automoción. Normalmente, la calidad de la superficie disminuye con el aumento del contenido de fibra de vidrio debido a la relación de aumento de los componentes sólidos en la masa fundida que crea la superficie mate y rugosa característica.

Por tanto, el objeto de la presente invención es crear un material compuesto con un perfil de propiedad equilibrado, es decir, una alta rigidez y resistencia en combinación con una buena procesabilidad y una excelente apariencia de la superficie.

El hallazgo de la presente invención es proporcionar un material compuesto reforzado con fibra con un contenido de fibra (F) de al menos el 35 % en peso y una composición de polipropileno que contiene al menos tres polipropilenos con diferente peso molecular.

Por tanto, la presente invención se refiere a un material compuesto reforzado con fibra que comprende

- (a) una composición de polipropileno (PPC),
- (b) fibras (F),
- (c) un polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP),

en el que dicha composición de polipropileno (PPC) comprende al menos tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3), que difieren en su caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133, preferentemente

- (a1) dicho polipropileno semicristalino (PP1) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 60 g/10 min, y
- (a2) dicho polipropileno semicristalino (PP2) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 40 a 120 g/10 min, y
- (a3) dicho polipropileno semicristalino (PP3) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 180 a 1.000 g/10 min,

con la condición de que el caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP1) sea inferior al caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP2).

Preferentemente, la relación en peso entre las fibras (F) y la composición de polipropileno (PPC)  $[(F)/(PPC)]$  está en el intervalo de 0,7 a 2,0, preferentemente con la condición de que la suma de las fibras (F) y la composición de polipropileno (PPC) en el material compuesto reforzado con fibra sea de al menos el 80 % en peso basado en el peso total del material compuesto reforzado con fibra.

Preferentemente, la relación en peso entre las fibras (F) y el polipropileno modificado polar está en el intervalo de 10 a 50.

Más preferentemente, la presente invención se refiere a un material compuesto reforzado con fibra que comprende

## ES 2 659 637 T3

(a) del 29,0 al 60,0 % en peso, tal como del 29,5 al 60,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de una composición de polipropileno (PPC),

(b) del 39,0 al 70,0 % en peso, tal como del 39,5 al 70,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de las fibras (F),

5 (c) del 0,5 al 5,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de un polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP),

en el que dicha composición de polipropileno (PPC) comprende al menos tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3),

10 (a1) dicho polipropileno semicristalino (PP1) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 60,0 g/10 min, preferentemente en el intervalo de 1,0 a 55 g/10 min,

(a2) dicho polipropileno semicristalino (PP2) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 40,0 a 120 g/10 min, preferentemente en el intervalo de 56 a 120 g/10 min, y

(a3) dicho polipropileno semicristalino (PP3) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 180 a 1.000 g/10 min,

15 con la condición de que el caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP1) sea inferior al caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP2).

En una realización preferida, la composición de polipropileno (PPC) está  $\alpha$ -nucleada.

Además, se prefiere que el material compuesto reforzado con fibra tenga un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,5 a 10,0 g/10 min.

20 De manera adicional, se prefiere que la composición de polipropileno (PPC) tenga un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 25 a 165 g/10 min.

Aún más preferentemente, la relación en peso entre el polipropileno semicristalino (PP2) y la suma de los polipropilenos semicristalinos (PP1) y (PP3)  $[(PP2)/((PP1)+(PP3))]$  está en el intervalo de 0,4 a 3,0.

25 De manera adicional o alternativa al párrafo anterior, la relación en peso entre el polipropileno semicristalino (PP3) y los polipropilenos semicristalinos (PP1)  $[(PP3)/(PP1)]$  está preferentemente en el intervalo de 0,5 a 4,0.

En una realización específica, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica.

30 En una realización preferida adicional, los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3) son homopolímeros de propileno (H-PP1), (H-PP2), (H-PP3). Aún más preferentemente, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3) son homopolímeros de propileno (H-PP1), (H-PP2), (H-PP3).

En otra realización preferida, los polipropilenos semicristalinos (PP2) y (PP3) son los homopolímeros de propileno (H-PP2) y (H-PP3), mientras que el polipropileno semicristalino (PP1) es un copolímero de propileno (R-PP1).

Preferentemente, las fibras (F) se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de metal, fibras de cerámica, fibras de carbono y fibras de grafito, aún más preferentemente, las fibras (F) son fibras de vidrio.

35 En una realización preferida, el diámetro promedio de las fibras (F) está en el intervalo de 5,0 a 20,0  $\mu\text{m}$ .

Aún más preferentemente, la longitud promedio de las fibras (F) está en el intervalo de 2 a 8 mm.

El promotor de la adhesión (AP) es, preferentemente, un polipropileno funcionalizado con anhídrido maleico.

40 La invención también se refiere a un artículo moldeado por inyección, más preferentemente, a un artículo de automoción moldeado por inyección, que comprende el material compuesto reforzado con fibra definido en la presente invención.

A continuación, la invención se describirá con más detalle.

El material compuesto reforzado con fibra

Tal como se ha mencionado anteriormente, el material compuesto reforzado con fibra comprende una composición de polipropileno (PPC), fibras (F) y un polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP). En una realización preferida, la composición de polipropileno (PPC), las fibras (F) y el polipropileno modificado polar (AP) constituyen la parte principal del material compuesto reforzado con fibra. Es decir, en una realización preferida, el material compuesto reforzado con fibra comprende la composición de polipropileno (PPC), las fibras (F) y el polipropileno modificado polar (AP), en el que la composición de polipropileno (PPC) y el polipropileno modificado polar (AP) son los principales componentes poliméricos en el material compuesto reforzado con fibra, es decir, el material compuesto reforzado con fibra no contiene más del 10 % en peso, preferentemente no más del 5 % en peso, basado en la cantidad total de todos los polímeros del material compuesto reforzado con fibra, de polímeros distintos de la composición de polipropileno (PPC) y el polipropileno modificado polar (AP). Tales polímeros adicionales pueden ser, por ejemplo, vehículos poliméricos para aditivos (AD). Por consiguiente, en una realización específica, el material compuesto reforzado con fibra consiste en la composición de polipropileno (PPC), las fibras (F), el polipropileno modificado polar (AP) y los aditivos (AD), incluyendo sus vehículos poliméricos.

Debe indicarse que la presente invención se refiere especialmente al material compuesto reforzado con fibra en el que la composición de polipropileno (PPC) forma una fase continua que es la matriz para las fibras (F). Por consiguiente, se prefiere que el polímero completo contenido en el material compuesto reforzado con fibra forme una fase continua que sea la matriz del material compuesto reforzado con fibra. Resulta evidente a partir de la expresión "el polímero completo contenido en la composición reforzada forma una fase continua que es la matriz del material compuesto reforzado con fibra" que la presente invención se refiere preferentemente al material compuesto reforzado con fibra en el que la fase polimérica forma una fase continua que es la matriz para las fibras. Por ende, el polímero que forma la matriz, es decir, la composición de polipropileno (PPC), para las fibras en el material compuesto es monofásico. Por ende, las propiedades mecánicas deseadas del material compuesto reforzado con fibra están esencialmente controladas por la composición de polipropileno (PPC) en combinación con el promotor de la adhesión (AP) que mejora la adhesión y la inserción de las fibras (F). Se cree que la composición de polipropileno (PPC) de tal material compuesto forma una fase continua. Se excluyen preferentemente otras inserciones de fases elastoméricas que tienen el objetivo de mejorar las mismas propiedades mecánicas.

Por consiguiente, en una realización preferida, la relación en peso entre las fibras (F) y la composición de polipropileno (PPC)  $[(F)/(PPC)]$  está en el intervalo de 0,6 a 2,5, tal como de 0,6 a 2,0, más preferentemente, en el intervalo de 0,8 a 2,6, aún más preferentemente en el intervalo de 0,9 a 2,4, tal como en el intervalo de 1,0 a 2,2, preferentemente con la condición de que la suma de las fibras (F) y la composición de polipropileno (PPC) en el material compuesto reforzado con fibra sea al menos del 80 % en peso, más preferentemente al menos el 85 % en peso, todavía más preferentemente al menos el 90 % en peso, todavía aún más preferentemente al menos el 95 % en peso, tal como al menos el 96 % en peso, basado en el peso total del material compuesto reforzado con fibra.

Preferentemente, la relación en peso entre las fibras (F) y el polipropileno modificado polar está en el intervalo de 10 a 50, más preferentemente en el intervalo de 15 a 40, aún más preferentemente en el intervalo de 20 a 30, tal como en el intervalo de 22 a 28.

De manera adicional o alternativa al párrafo anterior, el material compuesto reforzado con fibra comprende preferentemente

(a) del 29,0 al 60,0 % en peso, más preferentemente del 38,0 al 57,0 % en peso, aún más preferentemente del 42,5 al 53,5 % en peso, tal como del 45,0 al 50,2 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de una composición de polipropileno (PPC),

(b) del 39,0 al 70,0 % en peso, más preferentemente del 42,0 al 60,0 % en peso, aún más preferentemente del 45,0 al 55,0 % en peso, tal como del 48,0 al 52,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de las fibras (F), y

(c) del 0,5 al 5,0 % en peso, más preferentemente del 1,0 al 4,0 % en peso, aún más preferentemente del 1,5 al 3,5 % en peso, tal como del 1,8 al 2,2 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de un polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP).

En otra realización preferida más, el material compuesto reforzado con fibra comprende, preferentemente consiste en,

(a) del 29,0 al 60,0 % en peso, más preferentemente del 38,0 al 57,0 % en peso, aún más preferentemente del 42,5 al 52,5 % en peso, tal como del 45,0 al 49,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de una composición de polipropileno (PPC),

(b) del 39,0 al 70,0 % en peso, más preferentemente del 41,0 al 60,0 % en peso, aún más preferentemente del 45,0 al 55,0 % en peso, tal como del 48,0 al 52,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de las fibras (F),

5 (c) del 0,5 al 5,0 % en peso, más preferentemente del 1,0 al 4,0 % en peso, aún más preferentemente del 1,5 al 3,5 % en peso, tal como del 1,8 al 2,2 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de un polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP), y

(d) del 0,5 al 8,0 % en peso, más preferentemente del 1,0 al 5,0 % en peso, aún más preferentemente del 1,0 al 3,5 % en peso, tal como del 1,2 al 3,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de los aditivos (AD).

10 Se prefiere que la composición de polipropileno (PPC), las fibras (F), el polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP), el agente  $\alpha$ -nucleante opcional (véase la siguiente discusión) y los aditivos opcionales (AD) constituyan la principal parte de la composición reforzada con fibra. Por consiguiente, en una realización preferida, la composición de polipropileno (PPC), las fibras (F), el polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP), el agente  $\alpha$ -nucleante opcional y los aditivos opcionales (AD) constituyen al menos el 70 % en peso, más preferentemente al menos el 80 % en peso, más preferentemente al menos el 90 % en peso, aún más preferentemente al menos el 95 % en peso, tal como al menos el 99 % en peso, de la composición reforzada con fibra. En una realización especialmente preferida, el material compuesto reforzado con fibra consiste en la composición de polipropileno (PPC), las fibras (F), el polipropileno modificado polar (AP), el agente  $\alpha$ -nucleante opcional y los aditivos opcionales (AD).

20 Preferentemente, el material compuesto reforzado con fibra tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 10,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 1,5 a 8,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 1,5 a 7,0 g/10 min.

Todavía más preferentemente, el material compuesto reforzado con fibra tiene

25 (a) módulo de tracción medido según la ISO 527-2 de al menos 11.000 MPa, más preferentemente en el intervalo de 11.000 a 15.000 MPa, tal como en el intervalo de 12.000 a 14.500 MPa,

y/o

(b) resistencia a la tracción medida según la ISO 527-2 de al menos 125 MPa, más preferentemente en el intervalo de 125 a 180 MPa, tal como en el intervalo de 130 a 170 MPa.

30 Preferentemente, el material compuesto reforzado con fibra tiene una resistencia al impacto con muescas medida según la ISO 179 1eA (23 °C) de al menos 10 kJ/m<sup>2</sup>, más preferentemente en el intervalo de 10,0 a 20,0 kJ/m<sup>2</sup>, aún más preferentemente en el intervalo de 12,0 a 18,0 kJ/m<sup>2</sup>.

A continuación, los componentes individuales del material compuesto reforzado con fibra se describirán con más detalle.

La composición de polipropileno (PPC)

35 La composición de polipropileno (PPC) según la presente invención debe comprender al menos tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3) que difieren en su caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C).

40 El término "semicristalino" indica que el polímero no es amorfo. Por consiguiente, se prefiere que el polipropileno semicristalino según la presente invención tenga una fracción soluble en xileno (XCS) de no más del 10 % en peso, en el caso de un homopolímero de propileno semicristalino, la fracción soluble en xileno (XCS) es incluso inferior, es decir, no superior al 6,0 % en peso.

Preferentemente, el polipropileno semicristalino según la presente invención tiene una temperatura de fundición T<sub>m</sub> por encima de 135 °C, más preferentemente por encima de 140 °C. En el caso de un homopolímero de propileno semicristalino, la temperatura de fundición T<sub>m</sub> está por encima de 150 °C, tal como al menos 156 °C. Los intervalos superiores no son superiores a 168 °C, tal como superiores a 165 °C.

45 Preferentemente, la composición de polipropileno (PPC) está  $\alpha$ -nucleada, es decir, comprende un agente  $\alpha$ -nucleante. Más preferentemente, la composición de polipropileno (PPC) está libre de agentes  $\beta$ -nucleantes. El agente  $\alpha$ -nucleante se selecciona preferentemente entre el grupo que consiste en

(i) sales de ácidos monocarboxílicos y ácidos policarboxílicos, por ejemplo, benzoato de sodio o terc-

butilbenzoato de aluminio, y

(ii) dibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 dibencilidensorbitol) y derivados de dibencilidensorbitol sustituidos con alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>, tales como metildibencilidensorbitol, etildibencilidensorbitol o dimetildibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 di(metilbenciliden)sorbitol o derivados de nonitol sustituidos, tales como 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol, y

(iii) sales de diésteres de ácido fosfórico, por ejemplo, 2,2'-metilenbis (4, 6,-di-terc-butilfenil) fosfato o aluminio-hidroxi-bis[2,2'-metilen-bis(4,6-di-t-butilfenil)fosfato], y

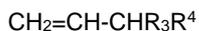
(iv) polímero de vinilcicloalcano o polímero de vinilalcano, y

(v) mezclas de los mismos.

10 Tales agentes nucleantes están disponibles en el mercado y se describen, por ejemplo, en "Plastic Additives Handbook", 5ª edición, 2001 de Hans Zweifel (páginas 967 a 990).

El contenido de agente  $\alpha$ -nucleante de la composición de polipropileno (PPC) es preferentemente de hasta el 5,0 % en peso. En una realización preferida, la composición de polipropileno (PPC) contiene no más de 3.000 ppm, más preferentemente de 1 a 2.000 ppm de un agente  $\alpha$ -nucleante, en particular, seleccionado entre el grupo que consiste en dibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 dibenciliden sorbitol), derivado de dibencilidensorbitol, preferentemente dimetildibencilidensorbitol (por ejemplo, 1,3 : 2,4 di(metilbenciliden)sorbitol) o derivados de nonitol sustituidos, tales como 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol, hidroxibis (2,4,8,10-tetra-terc. butil-6-hidroxi-12H-dibenzo(d,g)(1 ,3,2) dioxafosfocin 6-oxidato) aluminio, tal como NA21, polímero de vinilcicloalcano, polímero de vinilalcano, y mezclas de los mismos.

20 Preferentemente, el agente  $\alpha$ -nucleante comprendido en la composición de polipropileno (PPC) es polímero de vinilcicloalcano y/o polímero de vinilalcano, más preferentemente polímero de vinilcicloalcano, tal como polímero de vinilciclohexano (poliVCH). Particularmente se prefiere el polímero de vinil ciclohexano (poliVCH) como agente  $\alpha$ -nucleante. Se aprecia que la cantidad de vinilcicloalcano, tal como el polímero de vinilciclohexano (poliVCH) y/o el polímero de vinilalcano, más preferentemente del polímero de vinilciclohexano (poliVCH), en la composición de polipropileno (PPC) es de no más de 500 ppm, preferentemente no más de 200 ppm, más preferentemente no más de 100 ppm, tal como en el intervalo de 0,1 a 500 ppm, preferentemente en el intervalo de 0,5 a 200 ppm, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 100 ppm. Además, se aprecia que el polímero de vinilcicloalcano y/o el polímero de vinilalcano se introduce en la composición de polipropileno (PPC) mediante la tecnología BNT, es decir, debido a la producción de uno o más polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3). Con respecto a la tecnología BNT, se hace referencia a las solicitudes internacionales WO 99/24478, WO 99/24479 y, particularmente, WO 00/68315. Según esta tecnología, un sistema de catalizador, preferentemente un procatalizador de Ziegler-Natta o un catalizador de metaloceno, puede modificarse mediante la polimerización de un compuesto de vinilo en presencia del sistema de catalizador, compuesto de vinilo que tiene la fórmula:



35 en la que R<sup>3</sup> y R<sup>4</sup> entre sí forman un anillo saturado, insaturado o aromático de 5 o 6 elementos o representan independientemente un grupo alquilo que comprende de 1 a 4 átomos de carbono, y el catalizador modificado se usa para la preparación de uno o más de los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3). El compuesto de vinilo polimerizado actúa como agente  $\alpha$ -nucleante. La relación en peso del compuesto de vinilo respecto al componente de catalizador sólido en la etapa de modificación del catalizador es preferentemente de hasta 5 (5:1), más preferentemente hasta 3 (3:1), tal como en el intervalo de 0,5 (1:2) a 2 (2:1).

Preferentemente, la composición de polipropileno (PPC) comprende al menos tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3). Más preferentemente, los tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3) son los únicos polipropilenos semicristalinos en la composición de polipropileno (PPC).

Los tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3) deben diferir en su caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C).

45 Por consiguiente, se prefiere que

(a) la relación del caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP2) respecto al caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP1) [MFR<sub>2</sub>(PP2)/MFR<sub>2</sub>(PP1)] esté en el intervalo de 1,5 a 40,0, más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 30,0, aún más preferentemente en el intervalo de 2,5 a 25,0, todavía más preferentemente en el intervalo de 3,0 a 15,0, tal como en el intervalo de 3,0 a 10,0,

50 y

(b) la relación del caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP3) respecto al caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP2)  $[MFR_2(PP3)/MFR_2(PP2)]$  esté en el intervalo de 1,5 a 80,0, más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 50,0, aún más preferentemente en el intervalo de 2,5 a 30,0, todavía más preferentemente en el intervalo de 3,0 a 20,0, tal como en el intervalo de 4,0 a 20,0,

5 y, opcionalmente,

(c) la relación del caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP3) respecto al caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP1)  $[MFR_2(PP3)/MFR_2(PP1)]$  esté en el intervalo de 4,5 a 500,0, más preferentemente en el intervalo de 8,0 a 180,0, aún más preferentemente en el intervalo de 10,0 a 150,0, todavía más preferentemente en el intervalo de 12,0 a 120,0, tal como en el intervalo de 15,0 a 100,0.

10 De manera adicional o alternativa al párrafo anterior,

(a) el polipropileno semicristalino (PP1) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 60,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 55,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 50,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 3,0 a 40,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 8,0 a 30,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 15,0 a 25,0 g/10 min,

(b) dicho polipropileno semicristalino (PP2) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 40,0 a 120 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 50,0 a 100,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 55,0 a 95,0 g/10 min, tal como del 56,0 al 95,0 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo de 60,0 a 90,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 60,0 a 90,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 65,0 a 85,0 g/10 min, y

(c) dicho polipropileno semicristalino (PP3) tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 180 a 1.000 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 200,0 a 800,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 250,0 a 650,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 300,0 a 600,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 350,0 a 550,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 400,0 a 500,0 g/10 min,

con la condición de que el caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP1) sea inferior al caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP2).

Aún más preferentemente, la relación en peso entre el polipropileno semicristalino (PP2) y la suma de los polipropilenos semicristalinos (PP1) y (PP3)  $[(PP2)/((PP1)+(PP3))]$  está en el intervalo de 0,4 a 3,0, por ejemplo, en el intervalo de 0,4 a 3,0, más preferentemente en el intervalo de 0,5 a 2,6, todavía más preferentemente en el intervalo de 0,8 a 2,0, aún más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 1,5.

De manera adicional o alternativa al párrafo anterior, la relación en peso entre el polipropileno semicristalino (PP3) y los polipropilenos semicristalinos (PP1)  $[(PP3)/(PP1)]$  está preferentemente en el intervalo de 0,7 a 4,0, más preferentemente, en el intervalo de 0,8 a 3,0, aún más preferentemente en el intervalo de 0,9 a 2,0, todavía más preferentemente en el intervalo de 0,9 a 1,5.

De manera adicional o alternativa a los dos párrafos anteriores,

(a) la cantidad de los polipropilenos semicristalinos (PP1), basada en la suma total de los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3), está en el intervalo del 10 al 50 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 15 al 46 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 28 al 30 % en peso, tal como en el intervalo del 19 al 25 % en peso,

(b) la cantidad de los polipropilenos semicristalinos (PP2), basada en la suma total de los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3), está en el intervalo del 30 al 80 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 35 al 75 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 40 al 75 % en peso, tal como en el intervalo del 45 al 70 % en peso, y

(c) la cantidad de los polipropilenos semicristalinos (PP3), basada en la suma total de los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3), está en el intervalo del 5 al 45 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 7 al 35 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 10 al 30 % en peso, tal como en el intervalo del 15 al 25 % en peso.

Los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3) pueden ser un copolímero de propileno o un homopolímero de propileno aleatorio, prefiriéndose este último.

La expresión homopolímero de propileno usada en la presente invención se refiere a un polipropileno que consiste, sustancialmente, es decir, en al menos el 99,5 % en peso, basado en el peso total del polipropileno, preferentemente en al menos el 99,6 % en peso, más preferentemente en al menos el 99,8 % en peso, de unidades propileno. En una realización de la presente invención, solo son detectables las unidades de propileno en el homopolímero de propileno.

Si los propilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3) son un copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2), (R-PP3), este comprende monómeros copolimerizables con propileno, es decir,  $\alpha$ -olefinas diferentes a propileno, por ejemplo, comonómeros, tales como etileno y/o  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>10</sub>, en particular, etileno y/o  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>8</sub>, por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2), (R-PP3) comprende, especialmente consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2), (R-PP3) comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización de la presente invención, el copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2), (R-PP3) comprende unidades derivables de etileno y propileno solo.

El contenido de comonómero en el copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2), (R-PP3) es preferente y relativamente bajo, es decir, por debajo del 5,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2) y (R-PP3), respectivamente. En una realización de la presente invención, el contenido de monómero es preferentemente entre el 0,5 % en peso y el 5,0 % en peso, más preferentemente entre el 0,5 % en peso y el 4,0 % en peso, basado en el peso total del copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP1), (R-PP2) y (R-PP3), respectivamente.

Se prefiere especialmente que los polipropilenos semicristalinos (PP2) y (PP3) sean homopolímeros de propileno semicristalino (H-PP2) y (H-PP3).

El polipropileno semicristalino (PP2), tal como el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP2), tiene preferentemente una temperatura de fundición T<sub>m</sub> en el intervalo de 158 a 168 °C, tal como en el intervalo de 160 a 166 °C. Por consiguiente, se prefiere que el polipropileno semicristalino (PP2) sea un homopolímero de propileno semicristalino (H-PP2) que tenga un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 40,0 a 120 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 50,0 a 100,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 55,0 a 95,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 60,0 a 90,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 60,0 a 90,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 65,0 a 85,0 g/10 min. En la técnica se conoce tal homopolímero de propileno semicristalino. Por ejemplo, el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP2) puede ser el producto comercial HJ120UB de Borealis AG.

El polipropileno semicristalino (PP3), tal como el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP3), tiene un caudal de fundición bastante alto y, por tanto, también se denomina polipropileno de alto flujo de fundición. Por consiguiente, el polipropileno semicristalino (PP3), tal como el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP3), tiene el caudal de fundición más alto de los tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3). Tales polímeros de alto flujo de fundición pueden producirse directamente en un reactor de polimerización mediante procesos bien conocidos, descritos en varias solicitudes de patente (por ejemplo, en los documentos EP 0 320 150, EP 0 480 190, EP 0 622 380, EP 1 303 547, EP 1 538 167, EP 1 783 145, WO 2007/140019, etc.). Como alternativa, tales polipropilenos de alto caudal de fundición pueden obtenerse mediante técnicas de reología controlada (CR), que incluyen, por ejemplo, reducción de la viscosidad, que significa que un polímero, que tiene un caudal de fundición bajo, se somete a un tratamiento posreactor, en el que las moléculas de polímero se someten a escisión controlada en estado fundido. La escisión puede llevarse a cabo mediante cizalla mecánica, radiación y oxidación o químicamente con compuestos de peroxi. Preferentemente, los tratamientos de reología controlada se llevan a cabo usando peróxidos orgánicos. El proceso de reducción de la viscosidad de un material de polímero de propileno es bien conocido por aquellos expertos en la materia y se describe en varias solicitudes de patente (por ejemplo, en los documentos US 3 940 379, US 4 951 589, US 4 282 076, US 5 250 631, EP 0 462 574, WO 02/096986, WO 2004/113438, etc.). El polímero usado como compuesto de partida para el tratamiento de reología controlada puede producirse mediante cualquier proceso de polimerización conocido en la técnica. El proceso de polimerización puede ser un proceso continuo o un proceso discontinuo que utiliza métodos conocidos y que opera en fase líquida, opcionalmente, en presencia de un diluyente inerte, o en fase gaseosa o mediante técnicas mixtas de líquido-gas. El proceso se lleva a cabo preferentemente en presencia de un sistema de catalizador estereoespecífico. Como catalizador, se puede usar cualquier catalizador de Ziegler-Natta estereoespecífico habitual o cualquier catalizador de metalloceno capaz de catalizar la formación de un polímero de propileno. El polipropileno producido de este modo está caracterizado por un alto flujo de fundición. Por consiguiente, se prefiere que el polipropileno semicristalino (PP3), tal como el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP3), tenga un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 180 a 1.000 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 200,0 a 800,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 250,0 a 650,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 300,0 a 600,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 350,0 a 550,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 400,0 a 500,0 g/10 min. En la técnica se conocen tales polímeros de alto flujo de fundición. Por ejemplo, el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP2) puede ser el producto comercial

HL504FB de Borealis AG.

El polipropileno semicristalino (PP1) tiene el caudal de fundición más bajo de los tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3). Preferentemente, el polipropileno semicristalino (PP1) es el polímero que está  $\alpha$ -nucleado y, por tanto, también desencadena la  $\alpha$ -nucleación de los otros polímeros.

- 5 El polipropileno semicristalino (PP1) puede ser un copolímero de propileno aleatorio semicristalino (R-PP1) o un homopolímero de propileno semicristalino (H-PP1), prefiriéndose este último.

10 En la técnica se conoce el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP1). Preferentemente, el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP1) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 60,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 1,0 a 55,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 2,0 a 50,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 3,0 a 40,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 10,0 a 30,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 15,0 a 25,0 g/10 min. Por ejemplo, el homopolímero de propileno semicristalino (H-PP1) puede ser el producto comercial HF955MO de Borealis AG. Este producto comercial está  $\alpha$ -nucleado debido a la presencia de ciclohexano de polivinilo (poliVCH).

15 En el caso de que el polipropileno semicristalino (PP1) sea el copolímero de propileno aleatorio semicristalino (R-PP1), el contenido de comonomero en el copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1) es preferente y relativamente bajo, es decir, por debajo del 5,0 % en peso basado en el peso total del copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1). En una realización de la presente invención, el contenido de monómero es preferentemente entre el 0,5 % en peso y el 5,0 % en peso, más preferentemente entre el 0,5 % en peso y el 4,0 % en peso, basado en el peso total del copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1). Preferentemente, el copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1) comprende monómeros copolimerizables con propileno, es decir,  $\alpha$ -olefinas diferentes a propileno, por ejemplo, comonomeros, tales como etileno y/o  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>10</sub>, en particular, etileno y/o  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>8</sub>, por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1) comprende, especialmente consiste en, monómeros copolimerizables con propileno del grupo que consiste en etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1) comprende, aparte de propileno, unidades derivables de etileno y/o 1-buteno. En una realización de la presente invención, el copolímero de polipropileno aleatorio semicristalino (R-PP1) comprende unidades derivables de etileno y/o propileno solamente.

20 En una realización específica, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3).

25 El término "monofásica" indica que la composición de polipropileno (PPC) no contiene (co)polímeros elastoméricos que formen inclusiones como una segunda fase para la mejora de las propiedades mecánicas del material compuesto, tal como alargamiento a la rotura. Una fase polimérica que contenga (co)polímeros elastoméricos como inserciones de una segunda fase se denominaría, por el contrario, heterofásica y no es parte de la presente invención. La presencia de segundas fases o las denominadas inclusiones son, por ejemplo, visibles mediante microscopía de alta resolución, tal como microscopía electrónica o microscopía de fuerza atómica, o mediante análisis térmico dinámico mecánico (DMTA). Específicamente, en el DMTA, la presencia de una estructura multifásica puede identificarse mediante la presencia de al menos dos temperaturas de transición vítrea distintivas. Por ende, en una realización preferida de la presente invención, tales materiales compuestos reforzados con vidrio se excluyen preferentemente de la presente invención. Por tanto, tal como se ha mencionado anteriormente, el material compuesto reforzado con fibra, según la presente invención, comprende preferentemente una matriz polimérica monofásica, es decir, la composición de polipropileno monofásica (PPC), en la que se dispersan las fibras (F).

30 Por consiguiente, se prefiere que la composición de polipropileno monofásica (PPC), según la presente invención, no tenga una temperatura de transición vítrea por debajo de -30, preferentemente por debajo de -25 °C, más preferentemente por debajo de -20 °C.

35 Por el contrario, en una realización preferida, la composición de polipropileno monofásica (PPC), según la presente invención, tiene una temperatura de transición vítrea en el intervalo de -12 a +8 °C, más preferentemente en el intervalo de -10 a +8 °C.

40 Por consiguiente, en una realización preferida específica, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3) como los únicos polímeros semicristalinos, por ejemplo, los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3) constituyen al menos el 80 % en peso, más preferentemente al menos el 90 % en peso, tal como al menos el 95 % en peso de la composición de polipropileno (PPC). En todavía una realización más preferida, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende homopolímeros de polipropileno semicristalino (H-PP1), (H-PP2) y (H-PP3). En una realización muy específica, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende los homopolímeros de propileno semicristalino (H-

5 PP1), (H-PP2) y (H-PP3) como los únicos polímeros semicristalinos, por ejemplo, los homopolímeros de propileno semicristalino (H-PP1), (H-PP2) y (H-PP3) constituyen al menos el 80 % en peso, más preferentemente al menos el 90 % en peso, tal como al menos el 95 % en peso de la composición de polipropileno (PPC). Por ejemplo, en una realización preferida particular, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y consiste en homopolímeros de polipropileno semicristalino (H-PP1), (H-PP2) y (H-PP3). En otra realización preferida, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende el copolímero de propileno aleatorio semicristalino (R-PP1), así como los homopolímeros de propileno semicristalino (H-PP2) y (H-PP3). Preferentemente, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende los homopolímeros de propileno semicristalino (H-PP2) y (H-PP3) y el copolímero de propileno aleatorio semicristalino (R-PP1) como los únicos polímeros semicristalinos, por ejemplo, los homopolímeros de propileno semicristalino (H-PP2) y (H-PP3) y el copolímero de propileno aleatorio semicristalino (R-PP1) constituyen al menos el 80 % en peso, más preferentemente al menos el 90 % en peso, tal como al menos el 95 % en peso de la composición de polipropileno (PPC).

Por tanto, en una realización específica de la invención, la composición de polipropileno (PPC) es monofásica y comprende

15 (a) del 5 al 40 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 7 al 35 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 10 al 30 % en peso, tal como en el intervalo del 15 al 25 % en peso, del homopolímero de propileno semicristalino (H-PP1), basado en el peso total de la composición de polipropileno (PPC), en la que dicho homopolímero de propileno semicristalino (H-PP1) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 40,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 10,0 a 40,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 15,0 a 30,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 18,0 a 25,0 g/10 min,

20 (b) del 30 al 80 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 35 al 75 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 40 al 75 % en peso, tal como en el intervalo del 45 al 70 % en peso, del homopolímero de propileno semicristalino (H-PP2), basado en el peso total de la composición de polipropileno (PPC), en la que dicho homopolímero de propileno semicristalino (H-PP2) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 40,0 a 120 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 50,0 a 100,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 55,0 a 95,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 60,0 a 90,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 60,0 a 90,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 65,0 a 85,0 g/10 min, y

30 (c) del 10 al 50 % en peso, más preferentemente en el intervalo del 15 al 46 % en peso, aún más preferentemente en el intervalo del 28 al 30 % en peso, tal como en el intervalo del 19 al 25 % en peso, del homopolímero de propileno semicristalino (H-PP3), basado en el peso total de la composición de polipropileno (PPC), en la que dicho homopolímero de propileno semicristalino (H-PP3) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 180 a 1.000 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de 200,0 a 800,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de 250,0 a 650,0 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de 300,0 a 600,0 g/10 min, todavía aún más preferentemente en el intervalo de 350,0 a 550,0 g/10 min, tal como en el intervalo de 400,0 a 500,0 g/10 min.

40 Tal composición de polipropileno (PPC) monofásica se obtiene preferentemente mediante mezclado mecánico de los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2) y (PP3), tal como los homopolímeros de propileno semicristalino (H-PP1), (H-PP2) y (H-PP3).

Las fibras (F)

Los componentes esenciales del presente material compuesto reforzado con fibra son las fibras (F).

45 Preferentemente, las fibras (F) se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de metal, fibras de mineral, fibras de cerámica, fibras de carbono y fibras de grafito. Se prefieren las fibras de vidrio. En particular, las fibras de vidrio son fibras de vidrio cortadas, conocidas también como fibras cortas o hebras troceadas.

Las fibras (F) de vidrio cortadas o cortas usadas en la composición reforzada con fibra tienen preferentemente una longitud promedio en el intervalo de 1 a 10 mm, más preferentemente en el intervalo de 2 a 8 mm, todavía más preferentemente en el intervalo de 3 a 5 mm, tal como en el intervalo de 3,0 a 4,5 mm.

50 Las fibras de vidrio cortadas o cortas usadas en la composición reforzada con fibra tienen preferentemente un diámetro promedio de 8 a 20 µm, más preferentemente de 9 a 16 µm, por ejemplo, de 9 a 14 µm.

Preferentemente, las fibras (F) tienen una relación de aspecto de 125 a 650, preferentemente de 150 a 450, más preferentemente de 200 a 440, todavía más preferentemente de 300 a 430. La relación de aspecto es la relación entre la longitud promedio y el diámetro promedio de las fibras.

El promotor de la adhesión (AP)

Para mejorar la compatibilidad entre la composición de polipropileno (PPC) y las fibras (F) se usa preferentemente un promotor de la adhesión (AP).

5 El promotor de la adhesión (AP) comprende preferentemente, más preferentemente es, una poliolefina (funcionalizada) modificada, tal como un polipropileno (funcionalizado) modificado. Los polímeros de  $\alpha$ -olefina modificados, en particular, los homopolímeros y copolímeros de propileno, tal como los copolímeros de propileno de propileno y etileno, son los más preferidos, ya que estos son altamente compatibles con la composición de polipropileno (PPC) del material compuesto reforzado con fibra. También puede usarse polietileno modificado, pero es menos preferido.

10 En términos de estructura, la poliolefina (funcionalizada) modificada, tal como un polipropileno (funcionalizado) modificado, se selecciona preferentemente entre copolímeros en bloque y de injerto.

15 En este contexto, se da preferencia a una poliolefina (funcionalizada) modificada, tal como un polipropileno (funcionalizado) modificado, que contiene grupos que se derivan de compuestos polares, en particular, seleccionados entre el grupo que consiste en anhídridos ácidos, ácidos carboxílicos, derivados ácido carboxílico, aminas primaria y secundaria, compuestos de hidroxilo, oxazolina y epóxidos, y también compuestos iónicos.

20 Los ejemplos específicos de los dichos compuestos polares son anhídridos cíclicos insaturados y sus diésteres alifáticos, y los derivados diácidos. En particular, se puede usar anhídrido maleico y compuestos seleccionados entre maleatos de dialquilo ramificados y lineales C<sub>1</sub> a C<sub>10</sub>, fumaratos de dialquilo ramificados y lineales C<sub>1</sub> a C<sub>10</sub>, anhídrido itacónico, ésteres de dialquilo de ácido itacónico ramificados y lineales C<sub>1</sub> a C<sub>10</sub>, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico y mezclas de los mismos.

Se da preferencia particular al uso de un polímero de propileno, por ejemplo, un homopolímero de propileno, injertado con anhídrido maleico como el polímero modificado, es decir, el promotor de la adhesión (AP).

25 La poliolefina (funcionalizada) modificada, tal como el polipropileno (funcionalizado) modificado, es decir, el promotor de la adhesión (AP), puede producirse de manera sencilla mediante extrusión reactiva del polímero, por ejemplo, con anhídrido maleico en presencia de generadores de radicales libres (tal como peróxidos orgánicos), tal como se divulga, por ejemplo, en el documento EP 0 572 028.

Las cantidades preferidas de los grupos que se derivan de compuestos polares en la poliolefina (funcionalizada) modificada, tal como el polipropileno (funcionalizado) modificado, es decir, el promotor de la adhesión (AP), son del 0,5 al 4 % en peso.

30 Los valores preferidos del caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) para el polímero modificado, es decir, para la poliolefina (funcionalizada) modificada, tal como para el polipropileno (funcionalizado) modificado, es decir, para el promotor de la adhesión (AP), son de 1,0 a 500 g/10 min.

Los aditivos (AD)

35 La composición de polipropileno (PPC) y, por tanto, también el material compuesto reforzado con fibra pueden comprender aditivos (AD). Los aditivos típicos son neutralizantes de ácidos, antioxidantes, colorantes, fotoestabilizantes, estabilizantes térmicos, agentes antirayado, adyuvantes de procesamiento, lubricantes, pigmentos, y similares. Por consiguiente, en una realización, los aditivos (AD) se seleccionan entre el grupo que consiste en neutralizantes de ácido, antioxidantes, colorantes, fotoestabilizantes, estabilizantes térmicos, agentes antirayado, adyuvantes de procesamiento, lubricantes y pigmentos. Tales aditivos comercialmente disponibles y, por ejemplo, descritos en el documento "Plastic Additives Handbook", 6ª edición, 2009, de Hans Zweifel (páginas 1141 a 1190). Según la presente invención, los agentes  $\alpha$ -nucleantes no se consideran aditivos (AD) y se discuten por separado.

40 Además, el término "aditivos (AD)", según la presente invención, también incluye materiales de vehículos, en particular, materiales de vehículos poliméricos, pero no incluye agentes  $\alpha$ -nucleantes que se discuten por separado.

45 El material de vehículo polimérico es un polímero de vehículo para los aditivos (AD) que garantiza una distribución uniforme en la composición de polipropileno (PPC). El material de vehículo polimérico no está limitado a un polímero particular. El material de vehículo polimérico puede ser homopolímero de etileno, copolímero de etileno obtenido a partir de etileno y comonomero de  $\alpha$ -olefina, tal como comonomero de  $\alpha$ -olefina C<sub>3</sub> a C<sub>8</sub>, homopolímero de propileno y/o copolímero de propileno obtenido a partir de propileno y comonomero de  $\alpha$ -olefina, tal como comonomero de  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub> a C<sub>8</sub>.

50

Según una realización preferida, el material de vehículo polimérico es un homopolímero de polipropileno.

5 Para el mezclado de los componentes individuales del presente material compuesto reforzado con fibra, puede usarse un aparato de mezclado o de formación de complejos convencional, por ejemplo, una mezcladora Banbury, un molino de caucho de dos rodillos, una coamasadora Buss o una extrusora de doble husillo. Preferentemente, el mezclado se consigue en una extrusora de doble husillo de corrotación. El material compuesto reforzado con fibra recuperado de la extrusora está normalmente en forma de pellas. A continuación, estas pellas preferentemente se procesan adicionalmente, por ejemplo, mediante moldeo por inyección para generar artículos y productos de la composición reforzada con fibra de la invención.

El artículo

10 La presente invención también se refiere a un artículo moldeado por inyección, tal como un artículo de automoción moldeado por inyección, que comprende la composición reforzada con fibra definida anteriormente. La presente invención, en particular, se refiere a un artículo moldeado por inyección, tal como un artículo de automoción moldeado por inyección, que comprende al menos el 60 % en peso, más preferentemente al menos el 80 % en peso, todavía más preferentemente al menos el 90 % en peso, tal como al menos el 95 % en peso o al menos el 99 % en peso, de la composición reforzada con fibra definida anteriormente. En una realización especialmente preferida, la presente invención se refiere a un artículo moldeado por inyección, tal como un artículo de automoción moldeado por inyección, que consiste en la composición reforzada con fibra definida anteriormente.

A continuación, la presente invención se describirá con más detalle mediante los siguientes ejemplos proporcionados.

## 20 EJEMPLOS

### 1. Definiciones/métodos de medición

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

Cuantificación de la microestructura mediante espectroscopía de RMN

25 La espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa se usa para cuantificar la isotacticidad y la regio-regularidad de los homopolímeros de polipropileno.

30 Se registraron espectros de RMN cuantitativa de  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$  en el estado en solución usando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 400 NMR que opera a 400,15 y 100,62 MHz para  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$ , respectivamente. Todos los espectros registrados que usan un cabezal de sonda de temperatura extendida de 10 mm optimizado para  $^{13}\text{C}$  a 125 °C usando gas nitrógeno para todas las unidades neumáticos.

35 En cuanto a los homopolímeros de polipropileno, se disolvieron aproximadamente 200 mg del 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 térmico, el tubo de RMN se calentó adicionalmente en un horno giratorio durante al menos una hora. Tras la inserción en el imán, el tubo se centrifugó a 10 Hz. Se escogió esta configuración principalmente por la alta resolución necesaria para la cuantificación de la distribución de 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 empleó la excitación de pulso único convencional que utiliza el sistema de desacoplamiento WALTZ 16 de dos niveles 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 adquirieron un total de 8.192 (8k) transitorios por espectros.

Se procesaron los espectros de RMN cuantitativa de  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ , se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas relevantes a partir de las integrales usando programas informáticos propios.

En cuanto a los homopolímeros de polipropileno, todos los desplazamientos químicos sirven de referencia interna al elemento pentavalente isotáctico de metilo (mmmm) a 21,85 ppm.

45 Las señales características que corresponden a los 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 el comonomero se observaron.

La distribución de tacticidad se cuantificó a través de la integración de la región de metilo entre 23,6-19,7 ppm

corrigiendo cualquier sitio no relacionado con las estereosecuencias 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).

5 Específicamente, la influencia de los regio-defectos y el comonomero en la cuantificación de la distribución de tacticidad se corrigió mediante la sustracción del regio-defecto representativo y las integrales de comonomero de las regiones integrales específicas de las estereosecuencias.

Se determinó la isotacticidad al nivel de elemento pentavalente y se indicó como el porcentaje de secuencias de elemento pentavalente isotáctico (mmmm) con respecto a todas las secuencias de elemento pentavalente:

$$[\text{mmmm}] \% = 100 * (\text{mmmm} / \text{suma de todos los elementos pentavalentes})$$

10 La presencia de regio-defectos de 2,1 eritro se indicó mediante la presencia de los dos sitios de metilo a 17,7 y 17,2 ppm y se confirmó mediante otros sitios característicos. No se observaron las señales características que corresponden a otros tipos de regio-defectos (Resconi, L., Cavallo, L., Fait, A., Piemontesi, F., Chem. Rev. 2000, 100, 1253).

La presencia de regio-defectos de 2,1 eritro se cuantificó usando la integral promedia de los dos sitios característicos de metilo a 17,7 y 17,2 ppm:

$$15 \quad P_{21e} = (I_{e6} + I_{e8}) / 2$$

La cantidad de propeno con inserción primaria 1,2 se cuantificó basándose en la región de metilo con la corrección realizada para los sitios incluidos en esta región no relacionados con la inserción primaria y para los sitios de inserción primaria excluidos de esta región:

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

20 Se cuantificó la cantidad total de propeno como la suma de propeno con inserción primaria y el resto de los regio-defectos presentes:

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

Se cuantificó el porcentaje en moles de los regio-defectos de 2,1-eritro con respecto a todo el propeno:

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

25 Se observaron señales características que corresponden a la incorporación de etileno (tal como se describe en Cheng, H. N., Macromolecules 1984, 17, 1950) y el comonomero se calculó como la fracción de etileno en el polímero con respecto a todo el monómero en el polímero.

30 La fracción de comonomero se cuantificó usando el método de W-J. Wang y S. Zhu, Macromolecules 2000, 33 1157, a través de la integración de múltiples señales en toda la región espectral en los espectros de  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ . Este método se escogió por su naturaleza robusta y la capacidad de dar cuenta de la presencia de regio-defectos cuando sea necesario. Las regiones internas se ajustaron ligeramente para aumentar la aplicabilidad en todo el intervalo de contenido de comonomero encontrado.

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

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

35 La **densidad** se mide según la ISO 1183-1 - método A (2004). La preparación de la muestra se realizó mediante moldeo por compresión de acuerdo con la ISO 1872-2:2007.

El **MFR<sub>2</sub> (230 °C)** se mide según la ISO 1133 (230 °C, 2,16 kg de carga).

El **MFR<sub>2</sub> (190 °C)** se mide según la ISO 1133 (190 °C, 2,16 kg de carga).

40 **Temperatura de fundición (T<sub>m</sub>):** medida con un instrumento de calorimetría de barrido diferencial (DSC) Q2000 de TA Instruments en muestras de 5 a 7 mg. La DSC se realiza según la ISO 11357 / parte 3 / método C2 en un ciclo de calor / frío / calor con una velocidad de barrido de 10 °C/min en el intervalo de temperatura de -30 a +225 °C. La temperatura de fundición se determina a partir de la segunda etapa de calentamiento. **La temperatura de transición vítrea T<sub>g</sub>** se determina mediante análisis dinámico mecánico según la ISO 6721-7. Las mediciones se

realizan en modo de torsión en las muestras moldeadas por compresión (40x10x1 mm<sup>3</sup>) entre -100 °C y + 150 °C con una velocidad de calentamiento de 2 °C/min y una frecuencia de 1 Hz.

**El contenido de solubles en frío en xileno (XCS)** se determina a 25 °C según la ISO 16152; 1ª edición; 2005-07-01

- 5 **Módulo de tracción; tensión de tracción a la rotura;** se miden según la ISO 527-2 (velocidad de cruceta = 50 mm/min para la medición de la tensión a la rotura, y 1 mm/min para el módulo de tracción; 23 °C) usando las muestras moldeadas por inyección tal como se describe en el documento EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, 4 mm de espesor).

- 10 **Ensayo de impacto Charpy:** la resistencia al impacto Charpy (con muescas) (Charpy NIS / IS) se mide según la ISO 179 1eA a 23 °C, usando muestras de ensayo de barras moldeadas por inyección de 80x10x4 mm preparadas de acuerdo con la ISO 294-1:1996.

La temperatura de transición vítrea T<sub>g</sub> se determina mediante análisis dinamomecánico según la ISO 6721-7. Las mediciones se realizan en modo de torsión en las muestras moldeadas por compresión (40x10x1 mm<sup>3</sup>) entre -100 °C y + 150 °C con una velocidad de calentamiento de 2 °C/min y una frecuencia de 1 Hz.

- 15 **Longitud de flujo espiral:** Este método especifica un principio para someter a ensayo, mediante el uso de moldeo por inyección, la fluidez de un material plástico teniendo en consideración el efecto de enfriamiento del molde. El plástico se funde y plastifica mediante un husillo en un cilindro caliente. El plástico fundido se inyecta mediante la función del husillo como un pistón en una cavidad con una velocidad y presión determinadas. La cavidad adopta la forma de espiral con una escala dividida para la medición de longitud impresa en el acero. Esto le da la posibilidad de leer la longitud de flujo directamente sobre la muestra en espiral de ensayo moldeada por inyección.

- 20 El ensayo en espiral se llevó a cabo usando un aparato de moldeo por inyección Engel ES 1050/250 HL con un molde en espiral y presión de 60, 100 o 140 MPa (600, 1.000 o 1.400 bar);  
diámetro de husillo: 55 mm;  
presión de inyección de la muestra: 60, 100 o 140 MPa (600, 1.000 o 1.400 bar);  
25 forma de la herramienta: redonda; forma en espiral; longitud 1.545 mm; perfil: trapecio de 2,1 mm de espesor; área transversal de 20,16 mm<sup>2</sup>  
temperatura en la precámara y el troquel: 230 °C;  
temperatura en la zona 2/zona 3/zona 4/zona 5/zona 6: 230 °C/230 °C/220 °C/220 °C/200 °C; ciclo de inyección:  
tiempo de inyección que incluye retención: 6 s;  
30 tiempo de enfriamiento: 10 s;  
velocidad de husillo: 50 mm/s;  
temperatura de herramienta: 40 °C.

La longitud de flujo en espiral puede determinarse inmediatamente después de la operación de inyección.

- 35 **Determinación del valor de gris:** la parte de grabación de imágenes de un sistema de medición óptica, tal como describe Sybille Frank et al. en PPS 25 Intern. Conf. Polym. Proc. Soc 2009 o las Actas de la SPIE, Volumen 6831, págs. 68130T-68130T-8 (2008) desarrollada para la evaluación de la marca de flujo se usó junto con un análisis de imagen específico y una estrategia de evaluación para la caracterización de la calidad de la superficie.

Este método consiste en dos aspectos:

1. Grabación de imágenes:

- 40 el principio básico del sistema de medición es iluminar las placas con una fuente de luz definida (LED) en un entorno cerrado y grabar una imagen con un sistema de cámara CCD.

El tiempo de exposición se calibra mediante una placa de referencia de gris (ajustada a un valor gris de 140) con el fin de compensar los cambios en la iluminación y/o la cámara.

2. Análisis de imagen:

- 45 la muestra está iluminada desde un lado y la parte reflejada hacia arriba de la luz se desvía a través de dos espejos a un sensor CCD. Varias de tales imágenes de valor de gris creadas se promedian y alisan y, posteriormente, analizan en términos de la distribución de valor de gris medida.

Generalmente, se indica la curva de distribución de escala de gris de una muestra medida a partir de una imagen de

188 \* 50 mm (aproximadamente 77.250 píxeles) que muestra la suma de píxeles con el mismo valor de gris sobre el intervalo de valores de gris con valores de gris bajos para la oscuridad en el lado izquierdo y valores de gris altos para los píxeles brillantes en el lado derecho del gráfico. El inicio de la curva de distribución se define como el primer valor de gris más oscuro con 25 píxeles, el máximo de la curva de distribución se define como el valor de gris con el máximo de píxeles y el final de la curva de distribución se define con el último valor de gris más brillante también con 25 píxeles.

La diana para el desarrollo de un buen material de muestra es tener el máximo a la izquierda en el extremo oscuro de la escala de gris y una distribución de valores de grises lo más baja posible, en particular, una pequeña diferencia entre el extremo máximo y brillante de la curva de distribución de escala de gris.

10 Para esta evaluación, se usaron placas de 210x148x3 mm<sup>3</sup> con superficie lisa y una puerta de película de 1,4 mm y se produjeron con un tiempo de recarga de 1,5 s.

Condiciones adicionales:

15 temperatura de fundición: 255 °C para PP-LGF, 250 °C para PP-SGF;  
 temperatura del molde: 55 °C para PP-LGF, 40 °C para PP-SGF;  
 presión dinámica: 1 bar (0,1 MPa) hidráulica.  
**El diámetro de fibra** se determina según la ISO 1888:2006(E), Método B, aumento de microscopio de 1.000.

**2. Ejemplos**

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos:

**Tabla 1a: Ejemplos comparativos**

		<b>EC1</b>	<b>EC2</b>	<b>EC3</b>
<b>H-PP1</b>	[% en peso]*	-	-	47,35
<b>H-PP2</b>	[% en peso]*	-	47,35	-
<b>H-PP3</b>	[% en peso]*	47,35	-	-
<b>AP</b>	[% en peso]*	2	2	2
<b>GF1</b>	[% en peso]*	50	50	50

\* el resto hasta el 100 % en peso son aditivos en niveles normales, incluyendo el material de vehículo polimérico, los antioxidantes y el estabilizante de UV.

20

**Tabla 1b: Ejemplos de la invención**

		<b>EI1</b>	<b>EI2</b>
<b>H-PP1</b>	[% en peso]*	10	10
<b>H-PP2</b>	[% en peso]*	26,45	26,45
<b>H-PP3</b>	[% en peso]*	10	10
<b>AP</b>	[% en peso]*	2	2
<b>GF1</b>	[% en peso]*	-	50

		<b>EI1</b>	<b>EI2</b>
<b>GF2</b>	[% en peso]*	50	-

\* el resto hasta el 100 % en peso son aditivos en niveles normales, incluyendo el material de vehículo polimérico, los antioxidantes y el estabilizante de UV. **H-PP1** es el homopolímero de propileno comercial HF955MO de Borealis AG que tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) de 20 g/10 min, una densidad de 908 kg/m<sup>3</sup> y una temperatura de transición vítrea T<sub>g</sub> de +4 °C. El homopolímero de propileno HF955MO está α-nucleado con ciclohexano de polivinilo (poliVCH).

**H-PP2** es el homopolímero de propileno comercial HJ120UB de Borealis AG que tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) de 75 g/10 min, una densidad de 905 kg/m<sup>3</sup> y una temperatura de transición vítrea T<sub>g</sub> de +2 °C.

**H-PP3** es el homopolímero de propileno de alto flujo comercial HL504FB de Borealis AG que tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) de 450 g/10 min y una temperatura de transición vítrea T<sub>g</sub> de + 0 °C.

**AP** es el polipropileno funcionalizado con anhídrido maleico comercial "Scona TPPP 8112 FA" de Kometra GmbH, Alemania, con una densidad de 0,9 g/cm<sup>3</sup>, que tiene un MFR<sub>2</sub> (190 °C) de aproximadamente 96 g/10 min y un contenido de MAH del 1,4 % en peso.

**GF1** es el producto comercial ECS 03 T-480H de Nippon Electric Glass Co., Ltd. que tiene un diámetro de filamento de 10,5 μm y una longitud de hebra de 3 mm.

**GF2** es la fibra de vidrio comercial "Thermo Flow Chopped Strand 636 for PP" de Johns Manville, que son fibras de vidrio E recubiertas con un apresto basado en silano, una longitud promedio de 4 mm y un diámetro promedio de 13 μm.

**Tabla 2a: Propiedades de los Ejemplos comparativos**

		<b>EC1</b>	<b>EC2</b>	<b>EC3</b>
<b>MFR</b>	(g/10 min)	4,7	2,5	0,7
<b>SFL</b>	[mm]	n.d.	n.d.	406
<b>TM</b>	[MPa]	13.274	13.376	13.897
<b>TS</b>	[%]	153	162	162
<b>Impacto</b>	[kJ/m <sup>2</sup> ]	16,8	15,8	14,7

**Tabla 2b: Propiedades de los Ejemplos de la invención**

		<b>EI1</b>	<b>EI2</b>
<b>MFR</b>	(g/10 min)	4,3	2,3
<b>SFL</b>	[mm]	567	559
<b>TM</b>	[MPa]	12.984	13.196
<b>TS</b>	[%]	150	157
<b>Impacto</b>	[kJ/m <sup>2</sup> ]	12,8	13,2

**SFL** es la longitud de flujo en espiral (230 °/ 40 °) a 60 MPa (600 bar).

**TM** es el módulo de tracción.

**TS** es la resistencia a la tracción.

n.d. no determinado.

**REIVINDICACIONES**

1. Material compuesto reforzado con fibra que comprende

(a) una composición de polipropileno (PPC),

(b) fibras (F),

5 (c) un polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP),

en el que dicha composición de polipropileno (PPC) comprende al menos tres polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3),

(a1) dicho polipropileno semicristalino (PP1) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 60,0 g/10 min,

10 (a2) dicho polipropileno semicristalino (PP2) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 40 a 120 g/10 min, y

(a3) dicho polipropileno semicristalino (PP3) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 180 a 1.000 g/10 min,

15 con la condición de que el caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP1) sea inferior al caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) del polipropileno semicristalino (PP2).

2. Material compuesto reforzado con fibra según la reivindicación 1, en el que el

(a) dicho polipropileno semicristalino (PP1) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 55 g/10 min, y

20 (b) dicho polipropileno semicristalino (PP2) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 56 a 120 g/10 min.

3. Material compuesto reforzado con fibra según la reivindicación 1 o 2, en el que la dicha composición comprende

(a) del 29,0 al 60,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de la composición de polipropileno (PPC),

(b) del 39,0 al 70,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, de las fibras (F), y

25 (c) del 0,5 al 5,0 % en peso, basado en el material compuesto reforzado con fibra, del polipropileno modificado polar como promotor de la adhesión (AP).

4. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que

30 (a) la relación en peso entre las fibras (F) y la composición de polipropileno (PPC) [(F)/(PPC)] está en el intervalo de 0,7 a 2,0, preferentemente con la condición de que la suma de las fibras (F) y la composición de polipropileno (PPC) en el material compuesto reforzado con fibra sea de al menos el 80 % en peso basado en el peso total del material compuesto reforzado con fibra y/o

(b) la relación en peso entre las fibras (F) y el polipropileno modificado polar está en el intervalo de 10 a 50.

5. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición de polipropileno (PPC) está  $\alpha$ -nucleada.

35 6. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que

(a) la composición de polipropileno (PPC) tiene un caudal de fundición MFR<sub>2</sub> (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 25 a 165 g/10 min,

y/o

(b) el material compuesto reforzado tiene un caudal de fundición  $MFR_2$  (230 °C) medido según la ISO 1133 en el intervalo de 1,0 a 10 g/10 min.

7. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que

5 (a) la relación en peso entre el polipropileno semicristalino (PP2) y la suma de los polipropilenos semicristalinos (PP1) y (PP3)  $[(PP2)/((PP1)+(PP3))]$  está en el intervalo de 0,4 a 3,0,

y/o

(b) la relación en peso entre el polipropileno semicristalino (PP3) y los polipropilenos semicristalinos (PP1)  $[(PP3)/(PP1)]$  está en el intervalo de 0,5 a 4,0.

10 8. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición de polipropileno (PPC) es monofásica.

9. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los polipropilenos semicristalinos (PP1), (PP2), (PP3) son homopolímeros de propileno (H-PP1), (H-PP2), (H-PP3).

15 10. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, en el que el polipropileno semicristalino (PP2) y (PP3) son homopolímeros de propileno (H-PP2) y (H-PP3), mientras que el polipropileno semicristalino (PP1) es un copolímero de propileno (R-PP1).

11. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras (F) se seleccionan entre el grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de metal, fibras de cerámica, fibras de carbono y fibras de grafito, preferentemente las fibras (F) son fibras de vidrio.

20 12. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras (F) tienen un diámetro promedio de 5,0 a 20,0  $\mu\text{m}$ .

13. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las fibras (F) tienen una longitud promedio de 2 a 8 mm.

14. Material compuesto reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el promotor de la adhesión (AP) es un polipropileno funcionalizado con anhídrido maleico.

25 15. Artículo moldeado por inyección que comprende el material compuesto reforzado con fibra según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

16. Artículo moldeado por inyección según la reivindicación 15, en el que el artículo es un artículo de automoción.

**FIGURAS**

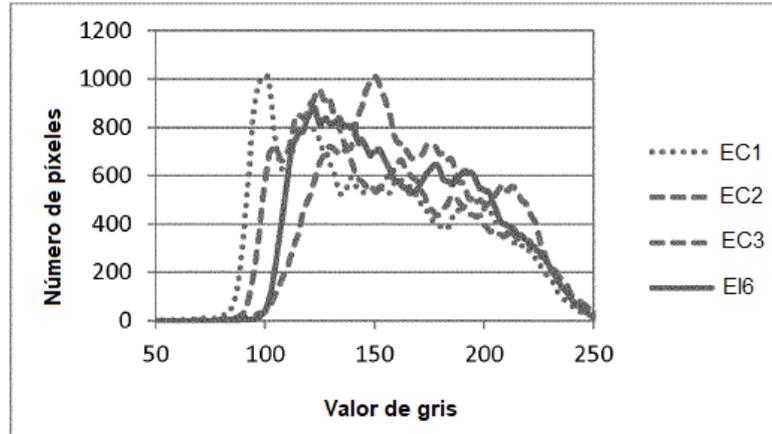


Figura 1

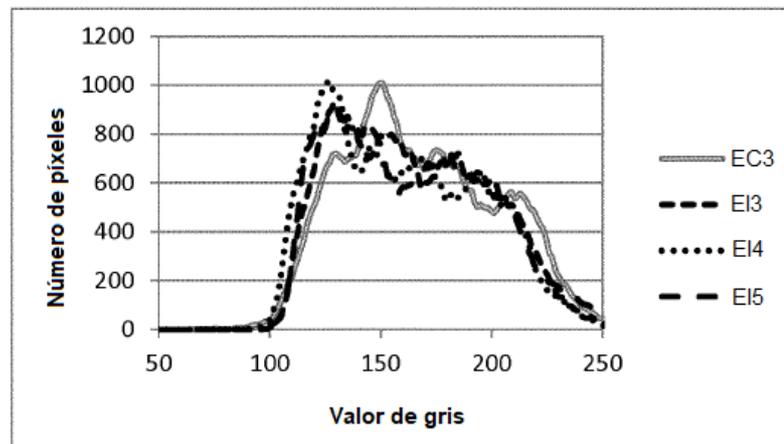


Figura 2