

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 328**

51 Int. Cl.:

D04H 1/435 (2012.01)

C08L 23/10 (2006.01)

D04H 3/14 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2013 PCT/EP2013/074655**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO14086614**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2013 E 13802903 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2925920**

54 Título: **Fibras de polipropileno y productos textiles**

30 Prioridad:

03.12.2012 US 201213691984

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

17.10.2018

73 Titular/es:

**EXXONMOBIL CHEMICAL PATENTS INC. (50.0%)
5200 Bayway Drive
Baytown, TX 77520, US y
REIFENHÄUSER GMBH & CO. KG
MASCHINENFABRIK (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MACDONALD, JEANNE MARIE;
DOUFAS, ANTONIOS K.;
SARRAZIN, JEROME;
FERRY, WILLIAM MICHAEL;
KULKARNI, RAHUL RAVINDRA;
THURMAN, DEREK WADE;
MITCHELL, CYNTHIA ANN;
FREY, DETLEF;
SCHLAG, PETER;
GEUS, HANS-GEORG y
CINQUEMANI, CLAUDIO**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 686 328 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

Fibras de polipropileno y productos textiles

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a fibras fabricadas con polímeros de propileno, a hilos y a productos textiles fabricados con las fibras, y a artículos fabricados con las fibras, los hilos y los productos textiles. Las fibras y los productos textiles tienen una excelente combinación de propiedades de tensión y textura útiles en diversas aplicaciones, tales como productos higiénicos, productos médicos y productos de consumo.

Antecedentes de la invención

El polipropileno se usa convencionalmente para producir fibras y productos textiles no tejidos hilados para una amplia gama de artículos, tales como, por ejemplo, artículos higiénicos desechables que incluyen pañales, compresas sanitarias, pantalones de entrenamiento, productos para la incontinencia de adultos, batas de hospital, toallitas para bebés, toallitas húmedas, paños de limpieza y similares. El producto textil no tejido de polipropileno típico puede imitar el aspecto, la textura y la resistencia de un producto textil tejido. En combinación con otros materiales, proporcionan un espectro de productos con diversas propiedades, y también se usan solos o como componentes de prendas de vestir, artículos para el hogar, atención sanitaria, ingeniería, bienes industriales y de consumo. Convencionalmente, los materiales a base de propileno, tales como el polipropileno, que presentan una excelente capacidad de hilatura (por ejemplo, fabricación estable sin roturas de fibras finas de aproximadamente 0,7-2 denier y, en particular, de aproximadamente 1-1,5 denier) adolecen de malas propiedades de las fibras y/o de los productos textiles (por ejemplo, baja resistencia a la tracción/tenacidad). Por el contrario, las composiciones de polipropileno que presentan propiedades de fibras/productos textiles aceptables, tales como una buena resistencia a la tracción, tienen una mala procesabilidad asociada con las roturas y los goteos de las fibras en la línea de hilatura, en particular, cuando se fabrican fibras finas (por ejemplo < 20 micrómetros o equivalentemente < 2 denier). Por tanto, existe un interés general en conferir una resistencia a la tracción superior tanto en la dirección de la máquina (DM) como en la dirección transversal (DT) de los productos textiles no tejidos de polipropileno, que, a la vez, presenten una excelente procesabilidad y capacidad de hilatura, en particular, para aplicaciones que requieren resistencia mecánica mejorada, tal como artículos higiénicos desechables.

Asimismo, en general, a bajos gramajes del producto textil (por ejemplo <15 g/m²), altas velocidades de línea (por ejemplo, > 600 m/min) y altas tasas de rendimiento, las resinas de polipropileno convencionales no proporcionan las propiedades de resistencia del producto textil deseadas. Por tanto, es deseable desarrollar fibras y productos textiles de polipropileno que presenten una alta resistencia del producto textil a bajos gramajes de producto textil y altas velocidades de línea. Esto permite que el convertidor de productos textiles reduzca el calibrado del proceso de unión por hilatura utilizando menos resina de polipropileno (producto textil de gramaje inferior) sin sacrificar las propiedades mecánicas del producto textil. Cuando se usan para preparar productos textiles hilados de bajo gramaje (inferior a aproximadamente 15 g/m²) a altas velocidades de línea (tales como de 900 m/min o superiores), las resinas de polipropileno típicas tienden a mostrar resistencias a la tracción específicas (resistencia a la tracción en N por 5 cm de anchura del producto textil dividida entre el gramaje del producto textil) de aproximadamente 1 N/5 cm/gsm o inferiores (gsm siendo g/m²) en la dirección transversal (cruzada) cuando se procesan en una configuración de hilado de tres haces.

Las referencias adicionales de interés incluyen: las patentes de EE.UU. n.º 7.105.603; 6.583.076; 5.723.217; 5.726.103; publicaciones de patente de EE.UU. n.º 2010/233927; 2011/059668; 2011/081817; 2012/0116338, 2010/0233928; 2008/0182940; 2008/0172840; 2009/0022956; publicaciones PCT n.º WO 2010/087921; WO 2006/044083; WO 2006/118794; WO 2007/024447; WO 2005/111282; WO 2001/94462; JP 2007-023398 A (JAPAN POLYCHEM CORP, 1 de febrero de 2007); y *Journal Of Applied Polymer Science*, John Wiley and Sons Inc., Nueva York, Mayo de 2001, Vol. 80, n.º 8, pág. 1243-1252. US2012-0116338A desvela fibras hiladas fabricadas con polipropileno viscorreducido con un índice de fluidez superior a 50 dg/min. El documento US2010/0233928A desvela productos textiles que comprenden fibras finas hiladas por fusión que comprenden uno o más polipropilenos primarios que tienen una distribución de los pesos moleculares inferior a 3,5 y un índice de fluidez en el intervalo de 5 a 500 dg/min, teniendo las fibras al menos uno de un diámetro medio inferior a 20 µm o un denier (g/9.000 m) inferior a 2,0.

Breve resumen de la invención

La presente invención se refiere a fibras que tienen una excelente combinación de propiedades, incluyendo la resistencia/tenacidad de las fibras, y a productos textiles no tejidos que comprenden las fibras, productos textiles que tienen propiedades de tracción y propiedades de textura ventajosas incluso a bajas resistencias de gramaje de producto textil y/o producidas a altas velocidades de línea de producción. Las fibras pueden fabricarse con composiciones de polímero de propileno que tengan una excelente combinación de propiedades reológicas, de cristalización y de taticidad. Ciertos productos textiles no tejidos ventajosos de la presente invención comprenden fibras de polímero de propileno compuestas de un polímero de propileno que comprende al menos el 50 % molar de

propileno, teniendo dicho polímero:

- 5 a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 10 dg/min a aproximadamente 21,5 dg/min;
 b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8)] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28;
 c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe a continuación, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 131 °C; y
 10 d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97 o superior.

15 Ventajosamente, dicho producto textil se puede obtener hilando con una velocidad de línea de producción de al menos 400 m/min y/o tiene una anisotropía de tracción del producto textil, como se define en el presente documento, inferior a 3,0 cuando se produce a una velocidad de línea de producción de 900 m/min.

Además, la invención proporciona una fibra de polipropileno que comprende un polímero de propileno que comprende al menos el 50 % molar de propileno, teniendo dicho polímero:

- 20 a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 10 dg/min a aproximadamente 21,5 dg/min;
 b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8) en el presente documento] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28;
 25 c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe en el presente documento, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 131 °C; y
 d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97 o superior.

30 También se desvela en el presente documento otra serie de combinaciones de atributos reológicos, de cristalización y de tacticidad que definen las composiciones de polímeros de propileno usados en ciertas realizaciones ilustrativas de la invención.

35 En una realización ilustrativa, las fibras y los productos textiles de la invención se pueden fabricar con una composición que sea un polímero de propileno de calidad de reactor o un polímero de propileno de reología controlada (viscorreducido). Los polímeros de propileno pueden ser polímeros de propileno viscorreducido, que puedan obtenerse mediante un proceso que comprende poner en contacto un polímero de propileno que tenga un MFR de 0,1 a 8 dg/min (preferentemente, de 0,5 a 6 dg/min, preferentemente, de 0,8 a 3 dg/min), con un agente de viscorreducción (tal como peróxido), en condiciones suficientes para obtener un polímero de propileno que tenga a)
 40 un MFR de 10 dg/min o superior, preferentemente, de 10 a 25, preferentemente, de 14 a 19 dg/min como se describe más detalladamente en el presente documento.

45 Las fibras de la presente invención tienen excelentes propiedades de tracción, por ejemplo, resistencia a la tracción, alargamiento y módulo de flexión. Los productos textiles fabricados con fibras tienen excelentes combinaciones de propiedades de tracción y propiedades de textura, por ejemplo, a mano. La presente invención también se refiere a productos textiles no tejidos hilados que tienen la combinación deseable de alta resistencia del producto textil (tanto en la dirección DM como en la dirección DT) con bajos gramajes del producto textil (por ejemplo, inferiores a 15 gsm) y altas velocidades de línea de producción de productos textiles (por ejemplo, superiores a 400 m/min, en especial, superiores a 600 m/min). Las fibras y los productos textiles de la presente invención se pueden fabricar a altas
 50 velocidades de línea con excelente capacidad de procesamiento/hilatura.

Breve descripción de las figuras

55 La Figura 1 representa la evolución de la tangente de pérdida ($\tan\delta$) en un experimento reológico de enfriamiento SAOS.
 La Figura 2 representa la viscosidad compleja de los Ejemplos 1, 3, 10, 12, 13, 14, 16 y 18.

Definiciones

60 Una "olefina", denominada, como alternativa, "alqueno", es un compuesto lineal, ramificado o cíclico de carbono e hidrógeno que tiene al menos un doble enlace. Para los fines de la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas a la misma, cuando se hace referencia a un polímero o copolímero que comprende una olefina, que incluye, pero sin limitación, etileno, propileno y buteno, la olefina presente en dicho polímero o copolímero es la forma polimerizada de la olefina. Por ejemplo, cuando se dice que un copolímero tiene un contenido
 65 de "propileno" del 35-55 % en peso, se entiende que la unidad métrica del copolímero se deriva de propileno en la reacción de polimerización, y dichas unidades derivadas están presentes en el 35-55 % en peso, basado en el peso

del copolímero. Un "polímero" tiene dos o más unidades méricas iguales o diferentes. Un "homopolímero" es un polímero que tiene unidades méricas que son iguales. Un "copolímero" es un polímero que tiene dos o más unidades méricas que son diferentes entre sí. Un "terpolímero" es un polímero que tiene tres unidades méricas que son diferentes entre sí. El término "diferente" cuando se usa para referirse a las unidades méricas indica que las unidades méricas se diferencian entre sí en al menos un átomo o son isoméricamente diferentes. Por consiguiente, la definición de copolímero, como se usa en el presente documento, incluye terpolímeros y similares. Un "polímero de propileno", también denominado "polipropileno", es un polímero que comprende un 50 % molar o más unidades derivadas de propileno. Un oligómero normalmente es un polímero que tiene un bajo peso molecular (tal como un PM_n inferior a 25.000 g/mol, preferentemente, inferior a 2.500 g/mol) o un número bajo de unidades méricas (tal como 75 unidades méricas o menos).

Como se usa en el presente documento, la nueva notación para los Grupos de la Tabla Periódica se usa como se describe en "Chemical and Engineering News", 63(5), 27 (1985).

Como se usa en el presente documento, "catalizador de metaloceno" significa un compuesto de metal de transición del Grupo 4 que tiene al menos un grupo ciclopentadienilo, indenilo o fluorenilo unido al mismo, que es capaz de iniciar la catálisis de la olefina, normalmente, en combinación con un activador.

El término "catalizador" y la expresión "compuesto catalizador" se definen para indicar un compuesto capaz de iniciar la catálisis. En la descripción del presente documento, el catalizador se puede describir como un precursor de catalizador, un compuesto de precatalizador o un compuesto de metal de transición, y estos términos se usan indistintamente. Un compuesto catalizador puede usarse por sí mismo para iniciar la catálisis o puede usarse en combinación con un activador para iniciar la catálisis. Cuando el compuesto catalizador se combina con un activador para iniciar la catálisis, el compuesto catalizador se suele denominar precatalizador o precursor del catalizador. Un "sistema catalizador" es una combinación de al menos un compuesto catalizador, un activador opcional, un coactivador opcional y un material de soporte opcional, en el que el sistema puede polimerizar los monómeros a un polímero. Para los fines de la presente invención y sus reivindicaciones, cuando se describen sistemas catalizadores que comprenden formas estables neutras de los componentes, un experto en la materia entiende bien que la forma iónica del componente es la forma que reacciona con los monómeros para producir polímeros.

Como se usa en el presente documento, "fibras" puede referirse a filamentos, hilos o fibras cortadas.

Un "filamento" se refiere a una fibra monolítica también denominada "monofilamento" o "filamento continuo". Para disipar cualquier duda, el término "filamento" se extiende a los filamentos que se forman y se disponen como un producto textil en un proceso continuo, por ejemplo, como un producto textil no tejido hilado, sin un aislamiento intermedio de los filamentos.

Un hilo es un conjunto de dos o más fibras que se ensamblan con o sin torsión. Dichas dos o más fibras pueden ser iguales o diferentes, pero, preferentemente, son iguales. Las fibras usadas para formar un hilo pueden ser, cada una independientemente, un filamento, pueden ser, cada una independientemente, un hilo, o pueden ser una mezcla de filamentos e hilos. Muchos hilos consisten en una multiplicidad de filamentos.

Un "hilo de filamento" (también denominado en el presente documento un "hilo de filamento continuo") es un conjunto de al menos dos filamentos que están ensamblados con o sin torsión.

"Fibras cortadas" (a las que también se hace referencia en el presente documento como "cortadas") son longitudes de filamento o hilo que se han cortado a partir de filamentos o hilos continuos. Las fibras cortas normalmente tendrán una longitud uniforme. Las longitudes típicas de las fibras cortadas son, por ejemplo, de hasta 500 mm, en especial, de hasta 200 mm, por ejemplo, una longitud en el intervalo de 3 mm a 200 mm.

Las fibras "reforzadas" o "texturizadas" son fibras que han sido tratadas, por ejemplo, mediante rizado u otros medios, para modificar la textura de un producto textil fabricado a partir de las fibras.

En relación con las fibras, "parcialmente orientadas" se refiere a fibras hiladas, en especial, fibras hiladas por fusión, que se han estirado en estado fundido sin estirarse en estado sólido, y "completamente orientadas" se refiere a fibras que han experimentado una orientación en estado sólido, por ejemplo, mediante estiramiento en estado sólido. Las fibras que están completamente orientadas pueden haber sido, pero no necesariamente han sido, estiradas por fusión antes de someterse a un estiramiento en estado sólido.

Los "hilos parcialmente orientados" son fibras hiladas (que pueden ser un solo filamento o un conjunto de más de un filamento), en especial, fibras hiladas por fusión, que están parcialmente orientadas.

Los "hilos completamente orientados" son fibras hiladas (que pueden ser un solo filamento o un conjunto de más de un filamento), en especial, fibras hiladas por fusión, que están completamente orientadas.

Una buena capacidad de hilatura se define en la presente invención como aquella en la que no se rompen fibras, no

hay goteos ni piezas duras durante un período de funcionamiento de 8 horas a velocidades de producción en el intervalo de 0,3 a 0,6 gmo (gramos por minuto por orificio) cuando se forman fibras de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 5 (preferentemente, de 0,8 a aproximadamente 4, preferentemente 0,8 a aproximadamente 2,5, preferentemente, de aproximadamente 1 a aproximadamente 1,6) denier para productos textiles que tienen un gramaje de 5 a 25 g/m² (preferentemente, de aproximadamente 7 a aproximadamente 20 g/m², preferentemente, de aproximadamente 8 a aproximadamente 15 g/m², preferentemente, de aproximadamente 9 a aproximadamente 11 g/m²). Las piezas duras son pequeños agregados de plástico que afectan negativamente a la homogeneidad del producto textil no tejido.

- 10 Para los fines de la presente invención y sus reivindicaciones, cuando se describe que un polímero que tiene un 0 % en peso de agente de nucleación presente, significa que no se han añadido agentes de nucleación externos al polímero. La expresión no significa que el polímero no contiene "agentes de nucleación internos", es decir, materiales que están presentes en el polímero puro tal como se produce, que actúan como agentes de nucleación. Cuando se describe que un polímero tiene una cierta propiedad con un 0 % en peso de agente de nucleación presente, significa que el ensayo se realiza en un polímero al que no se han añadido agentes de nucleación externos. Por ejemplo, la expresión "que tiene una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto) con un 0 % de agente de nucleación de al menos aproximadamente 123 °C o más" significa que el polímero en cuestión tiene una T_{pc} de al menos aproximadamente 123 °C o superior cuando se mide en una muestra del polímero al que no se han añadido agentes de nucleación externos antes del ensayo de DSC. Esta expresión no pretende indicar que no se puedan añadir agentes de nucleación a los polímeros como parte del proceso de producción normal.

- 25 En la presente memoria descriptiva, "velocidad de línea de producción" significa, en relación con un producto textil no tejido, la velocidad lineal de una banda u otra superficie sobre la que se depositan las fibras para formar el producto textil no tejido y así se corresponde esencialmente con la velocidad de entrega del producto textil no tejido de la sección de formación de un aparato de formación de productos textiles no tejidos.

Descripción detallada

- 30 Los inventores han descubierto que, sorprendentemente, las fibras fabricadas con composiciones a base de propileno caracterizadas por una combinación única de parámetros moleculares reológicos de fusión, de cristalización y de tacticidad específicos presentan una combinación superior de capacidad de hilatura durante la fabricación, y propiedades de tracción de las fibras/productos textiles en las fibras en sí y en los productos textiles que comprenden dichas fibras. En una realización, las fibras y los productos textiles se fabrican con composiciones que tienen distintas características reológicas (incluyendo elasticidad en estado fundido) y de adelgazamiento por cizalla, comportamiento diferenciado de DSC (calorimetría diferencial de barrido) y cristalización bajo cinética de flujo controlada por reometría rotacional. Contrariamente a los polipropilenos previos, las composiciones preferidas a partir de las que se pueden obtener las fibras de la invención no requieren distribuciones de pesos moleculares limitadas (PM_p/PM_n) para lograr una mejor capacidad de hilatura y propiedades de las fibras. Por lo tanto, las composiciones no tienen que fabricarse con catalizadores de metaloceno para la obtención de PM_p/PM_n limitadas, aunque el uso de catalizadores de metaloceno (y PM_p/PM_n limitadas) sigue siendo viable, siempre que la composición satisfaga el intervalo definido de atributos composicionales descritos en el presente documento. Ciertas composiciones especialmente preferidas descritas en el presente documento son las desveladas en la solicitud internacional de EE.UU. en trámite junto con la presente, titulada "Polímeros de propileno", que reivindica la prioridad de la solicitud de EE.UU. 61/732.451 asignada a ExxonMobil Chemical Patents Inc. presentada en la misma fecha que la presente solicitud, cuya divulgación completa se ha incorporado por referencia en el presente documento. Las fibras de la invención son ventajosamente hilos parcialmente orientados, hilos totalmente orientados, monofilamentos y fibras cortadas, y son particularmente útiles para la formación de productos textiles hilados, productos textiles de soplado en fusión, combinaciones de estructuras de productos textiles hilados y de soplado en fusión, así como hilos parcialmente orientados, hilos totalmente orientados y fibras cortadas.

- 55 En una realización preferida de la invención, las fibras y/o los productos textiles comprenden un polímero de propileno viscorreducido, que normalmente se puede obtener mediante la viscorreducción de un polímero de propileno que tiene un MFR de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 8 dg/min (preferentemente, de 0,6 a 6 dg/min, preferentemente, de 0,8 a 3 dg/min) antes de la formación de dichas fibras o dicho producto textil.

- 60 En una realización preferida de la invención, las fibras y los productos textiles comprenden un polímero de propileno viscorreducido (reología controlada) o un polímero de propileno de calidad de reactor (es decir, un polímero de propileno que no se ha tratado para la viscorreducción) o combinaciones de los mismos. En el caso de una composición de propileno viscorreducido, el polímero inicial antes de la etapa de viscorreducción se denominará "polímero base".

Composiciones poliméricas

- 65 En una realización preferida de la invención, las composiciones de polímeros de propileno de la invención pueden comprender polímeros a base de propileno viscorreducido (reología controlada), de calidad de reactor (no

viscorreducido) y/o combinaciones de los mismos. Las composiciones de polímero de propileno de la invención se forman preferentemente en fibras, bandas, piezas moldeadas u otras formas.

5 En ciertas realizaciones preferidas, la presente invención se refiere a fibras y a productos textiles que comprenden polímeros de propileno que comprenden al menos el 50 % molar de propileno (preferentemente, al menos el 80 % molar de propileno, preferentemente, al menos el 90 % molar de propileno, preferentemente, el 100 % molar de propileno), teniendo dicho polímero:

- 10 a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 10 a aproximadamente 21,5 dg/min (preferentemente, de 12 a 22 dg/min, preferentemente, de 13 a 20 dg/min, preferentemente, de 14 a 19 dg/min, preferentemente, de 14 a 18 dg/min, preferentemente, de 14 a 17 dg/min,
- b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8)] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28 (preferentemente, de 2 a 15, preferentemente, de 2,5 a 6,5);
- 15 c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe a continuación, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 131 °C (preferentemente, 133 °C o superior, preferentemente, 135 °C o superior, preferentemente, 136 °C o superior, preferentemente, 137 °C o superior); y
- 20 d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97 o superior (preferentemente de 97 a 150, preferentemente de 100 a 140, preferentemente 105 a 130); y opcionalmente
- e) una tangente de pérdida, $\tan\delta$, [definida por la siguiente Ec. (2)] a una frecuencia angular de 0,1 rad/s a 190 °C de aproximadamente 10 a aproximadamente 70 (preferentemente de 14 a aproximadamente 70, preferentemente de 35 a 65, preferentemente de 45 a 55.

25

En una realización preferida de la invención, el polímero de propileno es homopolímero de propileno.

Las composiciones poliméricas de propileno de la invención preferidas útiles en las fibras y los productos textiles reivindicados en el presente documento incluyen polímeros de propileno que tienen además una o más de las siguientes propiedades:

30

1. un PM_p de 30.000 a 2.000.000 g/mol, preferentemente, de 150.000 a 300.000, más preferentemente de 190.000 a 240.000, medido por GPC descrita en el apartado de métodos de ensayo; y/o
- 35 2. una T_f (segunda fusión, velocidad de la rampa de 1 °C/min, también denominada " T_{pf} ") de 100 °C a 200 °C, preferentemente, de 110 °C a 185 °C, preferentemente, de 115 °C a 175 °C, más preferentemente de 140 °C a 170 °C, más preferentemente de 155 °C a 167 °C, medida mediante el método de DSC descrito a continuación en los métodos de ensayo; y/o
3. un porcentaje de cristalinidad (basado en el calor de cristalización) del 20 % al 80 %, preferentemente del 30 % al 70 %, más preferentemente del 35 % al 55 % medido mediante el método de DSC descrito a continuación en los métodos de ensayo; y/o
- 40 4. una temperatura de transición vítrea, T_g , de -50 °C a 120 °C, preferentemente, de -20 °C a 100 °C, más preferentemente, de -0 °C a 90 °C, determinada mediante el método de DSC que se describe a continuación en los métodos de ensayo; y/o
- 45 5. una temperatura de cristalización, T_c , (velocidad de la rampa de 1 °C/min, también denominada " T_{pc} ") determinada en una muestra que tiene un 0 % en peso de agente de nucleación de 15 °C a 150 °C, preferentemente de 110 °C a 150 °C, más preferentemente de 126 °C a 147 °C, preferentemente de 129 °C a 139 °C, medida mediante el método de DSC descrito a continuación en los métodos de ensayo y/o
6. un índice de ramificación (g'_{vis}) de 0,85 o superior, preferentemente, 0,90 o superior, preferentemente, 0,95 o superior, preferentemente, 0,99 o superior.

50

En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una PM_p/PM_n de 1 a 7, preferentemente, de 1,2 a 5, más preferentemente, de 1,5 a 4, medida mediante GPC.

55 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una PM_z/PM_p de 1,5 a 2,5, más preferentemente, de 1,8 a 2,2, más preferentemente, de 1,9 a 2,1, medida mediante GPC.

60 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min, 190 °C, en la que la muestra de polímero que se va a ensayar tiene agente de nucleación al 0 %, como se describe a continuación) de 131 °C o superior, preferentemente, 135 °C o superior, preferentemente, 136 °C o superior, preferentemente, 137 °C.

65 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen un índice de relación de tensión adimensional R_1

[definido por la siguiente Ec. (7)] a 190 °C de 1,2 a 4,5, preferentemente, de 1,8 a 3,6, preferentemente, de 2 a 3, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

5 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8)] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28, preferentemente, de 2 a 15, preferentemente, de 2,5 a 6,5, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

10 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen un índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3 [definido por la siguiente Ec. (9)] a 190 °C de 6 a 13, preferentemente, de 6,5 a 12,5, preferentemente, de 7 a 10, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

15 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 [definido por la siguiente Ec. (10)] a 190 °C de 1,5 a 20, preferentemente, de 1,7 a 10,7, preferentemente, de 2 a 6, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

20 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una tangente de pérdida ($\tan\delta$) a una frecuencia angular de 0,1 rad/s [definida por la siguiente Ec. (2)] a 190 °C de aproximadamente 14 a aproximadamente 70, preferentemente, de 35 a 65, preferentemente, de 45 a 55, determinada mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

25 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una longitud media de secuencia meso [definida por la siguiente Ec. (16)] de 97 o superior, preferentemente, de 100 o superior, preferentemente, de 105 o superior, determinado mediante el método de RMN de ^{13}C descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo. Como alternativa, cualquiera de las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una longitud media de secuencia meso [definida por la siguiente Ec. (16)] de 97 a 150, preferentemente, de 100 a 140, preferentemente, de 105 a 130. En ciertas realizaciones, son posibles longitudes medias de las secuencias meso inferiores siempre que la longitud media de secuencia meso sea de al menos 55.

30 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pf} (segundo calor, medida por DSC a una velocidad de calentamiento de 1 °C por minuto) de 120 °C o superior, 140 °C o superior, preferentemente, de 155 °C o superior, preferentemente, de 160 °C o superior, determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

35 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pf} (medida por DSC a una velocidad de calentamiento de 10 °C por minuto) de 120 °C o superior, preferentemente, 140 °C o superior, preferentemente, de 155 °C o superior, preferentemente, de 160 °C o superior, determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

40 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pc} (medida por DSC a una velocidad de enfriamiento de 1 °C por minuto, en la que el polímero que se va a medir tiene un 0 % en peso de agente de nucleación) de 125 °C o superior, preferentemente, de 126 °C o superior, preferentemente, de 127 °C o superior, preferentemente, de 128 °C o superior, preferentemente, de 129 °C, preferentemente, de 130 °C o superior, preferentemente, de 133 °C o superior, determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

45 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pc} (medida por DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto, en la que el polímero que se va a medir tiene un 0 % en peso de agente de nucleación) de 115 °C o superior, preferentemente, 116 °C o superior, preferentemente, 117 °C o superior, preferentemente, 118 °C o superior, preferentemente, 119 °C o superior, preferentemente, 120 °C o superior, preferentemente, 121 °C o superior, preferentemente, 122 °C o superior, preferentemente, 123 °C o superior, determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

50 En cualquier realización de la presente invención, la composición a partir de la que se forman las fibras o los

5 productos textiles puede tener un parámetro de sobrefriamiento SPC [definido por la siguiente Ec. (12)] (medido por DSC a una velocidad de calentamiento y enfriamiento de 1 °C por minuto, en las que el polímero que se va a ensayar tiene un 0 % de agente de nucleación) de -11 °C o inferior, Preferentemente, de -15 °C o inferior, o preferentemente inferior a -17 °C, determinado mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

10 En cualquier realización de la presente invención, la composición puede tener un parámetro de sobrefriamiento SPC [definido por la siguiente Ec. (12)] (medido por DSC a una velocidad de calentamiento y enfriamiento de 10 °C por minuto, en las que el polímero que se va a ensayar tiene un 0 % de agente de nucleación) de aproximadamente -1 °C o inferior, preferentemente, de -3,5 °C o inferior, determinado mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

15 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min), $T_{c, reol}$, en la que el polímero que se va a medir tiene un 0 % en peso de agente de nucleación) de 131 °C o superior, preferentemente, 135 °C o superior, preferentemente, 136 °C o superior, preferentemente, 137 °C o superior, determinada mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo, y un índice de relación de tensión adimensional R_1 [definido por la siguiente Ec. (7)] a 190 °C de 1,2 a 4,5, preferentemente, de 1,8 a 3,6, Preferentemente, de 2 -3, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

25 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pf} (medida por DSC a una velocidad de calentamiento de 1 °C por minuto) de 140 °C o superior, preferentemente, de 155 °C o superior, preferentemente, de 160 °C o superior, determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo y materiales, y un índice de relación de tensión adimensional R_1 [definido por la siguiente Ec. (7)] a 190 °C de 1,2 a 4,5, preferentemente, de 1,8 a 3,6, preferentemente, de 2 a 3, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

30 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una $T_{c, reol}$ de 131 °C, preferentemente, 135 °C o superior, preferentemente, 136 °C o superior, preferentemente, 137 °C o superior, determinada mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo, y un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 [definido por la siguiente Ec. (10)] a 190 °C de 1,5 a 20, preferentemente, de 1,7 a 10,7, preferentemente, de 2 a 6, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

40 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pc} (medida por DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 1 °C por minuto, en la que el polímero que se va a medir tiene un 0 % en peso de agente de nucleación) de 125 °C o superior (preferentemente, de 126 °C o superior, preferentemente, de 127 °C o superior, preferentemente, de 128 °C o superior, preferentemente, de 130 °C o superior, preferentemente, de 133 °C o superior), determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de ensayo, y un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 [definido por la siguiente Ec. (10)] a 190 °C de 1,50 a 20, preferentemente, de 1,7 a 10,7, preferentemente, de 2 a 6, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

50 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender composiciones de polímero de propileno que tienen una T_{pc} (medida por DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto, en la que el polímero que se va a medir tiene un 0 % en peso de agente de nucleación) de 115 °C o superior, preferentemente, 116 °C o superior, preferentemente, 117 °C o superior, preferentemente, 118 °C o superior, preferentemente, 119 °C o superior, preferentemente, 120 °C o superior, preferentemente, 122 °C o superior, preferentemente, 123 °C o superior, determinada mediante el método de DSC descrito a continuación en el apartado de ensayo, y un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 [definido por la siguiente Ec. (10)] a 190 °C de 1,5 a 20, preferentemente, de 1,7 a 10,7, preferentemente, de 2 a 6, determinado mediante el método de reología SAOS descrito a continuación en el apartado de métodos de ensayo.

60 En cualquier realización de la presente invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden comprender una composición de polímero de propileno que comprenda un polímero a base de propileno que tenga:

- (1) un MFR en el intervalo de aproximadamente 10 dg/min a aproximadamente 21,5 dg/min;
- (2) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8)] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28;
- (3) una temperatura de inicio de cristalización bajo flujo $T_{c, reol}$ (a través de reología SAOS, 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 131 °C o superior;
- (4) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97

o superior.

El polímero a base de propileno puede tener opcionalmente además una tangente de pérdida ($\tan\delta$) a una frecuencia angular de 0,1 rad/s [definida por la Ec. (2)] a 190 °C de aproximadamente 14 a aproximadamente 70.

En cualquier realización de la presente invención, el polímero a base de propileno puede tener además un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 (definido por la siguiente Ec. (10)) a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 20; y una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 1 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 125 °C o superior.

En cualquier realización de la presente invención, el polímero a base de propileno puede tener opcionalmente además

1)

- a) un índice de relación de tensión adimensional R_1 (definido por la siguiente Ec. (7)) a 190 °C de aproximadamente 1,2 a aproximadamente 4,5; o
- b) un índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3 (definido por la siguiente Ec. (9)) a 190 °C de aproximadamente 6 a aproximadamente 13; o
- c) un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 (definido por la siguiente Ec. (10)) a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 20; o
- d) una tangente de pérdida ($\tan\delta$) a una frecuencia angular de 0,1 rad/s (definida por la siguiente Ec. (2)) a 190 °C de aproximadamente 14 a aproximadamente 70; o
- e) una relación de tensión (SR) a una velocidad de cizalla de 500 s⁻¹ (definida por la siguiente Ec. (6)) a 190 °C de aproximadamente 3,1 a aproximadamente 6,1; y

2)

- a) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 1 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 125 °C o superior; o
- b) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 117 °C o superior; o
- c) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 10 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -1 °C; o
- d) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -11 °C; y

3) un número total de defectos (estéreo y regio) por cada 10.000 monómeros inferior a aproximadamente 103.

En otra realización preferida de la invención, las fibras o los productos textiles de la invención comprenden una composición de polímero de propileno que tiene:

1) un MFR en el intervalo de aproximadamente 14 dg/min a aproximadamente 19 dg/min; y

2)

- a) un índice de relación de tensión adimensional R_1 (definido por la siguiente Ec. (7)) a 190 °C de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 3,0; o
- b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 (definido por la siguiente Ec. (8)) a 190 °C de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 6,5; o
- c) un índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3 (definido por la siguiente Ec. (9)) a 190 °C de aproximadamente 7,0 a aproximadamente 10,0; o
- d) un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 (definido por la siguiente Ec. (10)) a 190 °C de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 6,0; o
- e) una tangente de pérdida ($\tan\delta$) a una frecuencia angular de 0,1 rad/s (definida por la siguiente Ec. (2)) a 190 °C de aproximadamente 35 a aproximadamente 65; o
- f) una relación de tensión (SR) a una velocidad de cizalla de 500 s⁻¹ (definida por la siguiente Ec. (6)) a 190 °C de aproximadamente 3,3 a aproximadamente 4,0; y

3)

- a) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo $T_{c, reol}$ (a través de reología SAOS, 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 134 °C o superior; o
- b) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 1 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 133 °C o superior; o
- c) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 123 °C o superior; o

- d) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 10 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -3,5 °C; o
 e) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -17,0 °C; y

5

4)

- a) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ¹³C de al menos aproximadamente 100 o superior; o
 b) un número total de defectos (estéreo y regio) por cada 10.000 monómeros inferior a aproximadamente 100.

10

15

20

25

30

Las composiciones de polímero de propileno útiles en las fibras o los productos textiles de la invención incluyen homopolímeros de polipropileno, copolímeros de polipropileno, copolímeros de polipropileno de impacto y mezclas de los mismos. El homopolímero puede ser polipropileno isotáctico, polipropileno sindiotáctico o mezclas de los mismos, que incluyen mezclas con polímero atáctico. El copolímero puede ser un copolímero aleatorio, un copolímero estadístico, un copolímero de bloques o mezclas de los mismos. El método de fabricación de los polímeros de propileno no es relevante, ya que pueden prepararse mediante suspensión, solución, fase gaseosa, un proceso de polimerización supercrítico como el descrito en la patente de EE.UU. n.º 7.807.769, un proceso de polimerización homogéneo en supersolución como el descrito en la publicación de solicitud de patente de EE.UU. n.º 2010/0113718 u otros procesos adecuados, y mediante el uso de sistemas catalizadores apropiados para la polimerización de poliolefinas, tales como catalizadores de tipo Ziegler-Natta, catalizadores de tipo metaloceno, otros sistemas catalizadores apropiados o combinaciones de los mismos. Dichos catalizadores son bien conocidos en la técnica, y se describen en, por ejemplo, "ZIEGLER CATALYSTS" (Gerhard Fink, Rolf Mülhaupt y Hans H. Brintzinger, Eds., Springer-Verlag 1995); Resconi *et al.*, "Selectivity in Propene Polymerization with Metallocene Catalysts", 100 *CHEM. REV.* 1253-1345 (2000); y "I, II METALLOCENE-BASED POLYOLEFINS" (Wiley & Sons 2000). En una realización preferida, los polímeros de propileno útiles se preparan mediante los catalizadores, activadores y procesos descritos en las patentes de EE.UU. n.º 6.342.566; US 6.384.142; 5741563; y publicaciones PCT n.º WO 03/04020 y WO 97/19991 US. En otra realización preferida, los catalizadores descritos en la patente de EE.UU. n.º 7.807.769 y la publicación de solicitud de patente de EE.UU. n.º 2010/0113718 son útiles para fabricar polímeros de propileno útiles en la presente invención.

35

40

En una realización preferida, las composiciones de polímero de propileno de las que están compuestas las fibras o los productos textiles de la invención pueden ser de una calidad de reactor unimodal, una calidad de reactor bimodal, una mezcla en reactor o una mezcla de extrusión de dos o más polímeros de propileno (por ejemplo, una mezcla de MFR de 36 dg/min y 2 dg/min). En otra realización, las composiciones de polímero de propileno pueden tener una distribución de pesos moleculares (PM_p/PM_n) unimodal, bimodal o multimodal de especies de polímero determinada mediante GPC. Por bimodal o multimodal se entiende que el cromatograma de GPC-SEC tiene más de un punto máximo o de inflexión. Un punto de inflexión es el punto en el que la segunda derivada de la curva cambia de signo (por ejemplo, de negativo a positivo o viceversa).

45

50

55

La composición usada en las fibras o en los productos textiles de la presente invención presenta ventajosamente propiedades físicas favorables de piezas moldeadas que incluyen una alta rigidez (módulo de flexión), alta resistencia a la tracción en deformación, alta deformación elástica y alta temperatura de distorsión térmica, incluso sin el uso de un agente de nucleación. En otra realización, la composición de polímero de propileno tiene un módulo de flexión secante del 1 % determinado por ASTM D790A (con agente de nucleación al 0 %) de aproximadamente 1.310,05 MPa (190 kpsi) o superior, preferentemente, superior a aproximadamente 1.379 MPa (200 kpsi), preferentemente, superior a aproximadamente 1.447,95 MPa (210 kpsi).

En otra realización de la invención, la composición de polímero de propileno tiene un límite elástico determinado por ASTM 638 (con agente de nucleación al 0 %) superior a aproximadamente 32,4 MPa (4.700 psi), preferentemente, superior a aproximadamente 34,5 MPa (5.000 psi), preferentemente, superior a aproximadamente 35,2 MPa (5.100 psi). En otra realización de la invención, la composición tiene una deformación elástica determinada por ASTM638 (con agente de nucleación al 0 %) superior al aproximadamente 7 %, Preferentemente, superior al aproximadamente 8 % y preferentemente, superior al aproximadamente 9 %.

60

En otra realización de la invención, la composición de polímero de propileno tiene una resistencia a la tracción con deformación de aproximadamente 32,4 MPa (4.700 psi) o superior, preferentemente, superior a aproximadamente 34,5 MPa (5.000 psi), preferentemente, superior a aproximadamente 35,2 MPa (5.100 psi) (según lo determinado por ASTM 638 con agente de nucleación al 0 %).

65

En otra realización de la invención, la composición de la que se componen las fibras o los productos textiles de la invención puede tener una temperatura de distorsión térmica a 0,45 MPa (66 psi) determinada por ASTM D 648 (con agente de nucleación al 0 %) de aproximadamente 95 °C o superior, preferentemente, superior a aproximadamente 98 °C, preferentemente, superior a aproximadamente 100 °C, preferentemente, superior a aproximadamente 105 °C.

La microestructura polimérica se determina mediante espectroscopia de RMN de ^{13}C como se describe en el apartado de métodos de ensayo de más adelante, que incluye la concentración de díadas isotácticas y sindiotácticas ([m] y [r]), tríadas ([mm] y [rr]) y péntadas ([mmmm] y [rrrr]). La designación "m" o "r" describe la estereoquímica de pares de grupos de propileno contiguos, "m" se refiere a meso y "r" a racémico. Los polímeros presentes en la composición de polímero de propileno útil en las fibras o los productos textiles de la presente invención tienen un cierto nivel de tacticidad. Preferentemente, los polímeros presentes en la composición de polímero de propileno útil en la presente invención tienen un cierto nivel de isotacticidad. Por tanto, en una realización de la invención, se usa polipropileno isotáctico en las composiciones de polímero de propileno para las fibras o los productos textiles de la invención. De manera similar, se puede usar polipropileno altamente isotáctico en otra realización de las fibras o los productos textiles de la invención. Como se usa en el presente documento, "isotáctico" se define como que tiene al menos un 10 % de péntadas isotácticas según el análisis de RMN de ^{13}C . Como se usa en el presente documento, "altamente isotáctico" se define como que tiene al menos un 60 % de péntadas isotácticas según el análisis de RMN de ^{13}C . En otra realización de la invención, la composición que comprende las fibras o los productos textiles puede tener una longitud de secuencia meso LSM media (definido por la siguiente Ec. (16)) determinado mediante RMN de ^{13}C (descrito en el apartado de ensayos) superior a aproximadamente 97, preferentemente, superior a aproximadamente 100, preferentemente, superior a aproximadamente 105, preferentemente, de 97 a 150, preferentemente, de 100 a 140, preferentemente, de 105 a 130.

En otra realización de la invención, el polímero usado en las composiciones de polímero de propileno que comprenden las fibras o los productos textiles es sindiotáctico, preferentemente, altamente sindiotáctico. Como se usa en el presente documento, "sindiotáctico" se define como que tiene al menos un 10 % de péntadas sindiotácticas según el análisis de ^{13}C . Como se usa en el presente documento, "altamente sindiotáctico" se define como que tiene al menos un 60 % de péntadas sindiotácticas según el análisis de ^{13}C .

En otra realización de la invención, las composiciones de polímero de propileno pueden comprender una mezcla de un polímero táctico con un polímero de propileno atáctico. El polipropileno atáctico se define como aquel con menos del 10 % de péntadas isotácticas o sindiotácticas. Los polipropilenos atácticos preferidos normalmente tienen un PM_p de 10.000 hasta 1.000.000 g/mol.

Los polímeros de propileno útiles para la fabricación de fibras o productos textiles incluyen aquéllos producidos por sistemas catalizadores de metaloceno que incluyen aquellos polímeros de propileno que tienen un índice de amplitud de distribución de la composición (CDBI) del 60 % o superior, preferentemente, del 70 % o superior, preferentemente, del 80 % o superior, preferentemente, del 90 % o superior. (El CDBI se mide como se describe en el documento WO 93/03093, con la modificación de que se descarta cualquier fracción que tenga un peso molecular medio en peso (PM_p) inferior a 25.000 g/mol).

En otra realización de la invención, las fibras o los productos textiles de la invención pueden ser de una mezcla de composiciones de polímero de propileno, por ejemplo, se puede mezclar además un polímero, como se define en el presente documento, que tiene al menos el 50 % molar de propileno con un MFR de 10 a 21,5 dg/min con cualquier polipropileno descrito en la presente, tal como un homopolipropileno que tenga un MFR de 22 dg/min o superior, preferentemente, de 20 a 30 dg/min, preferentemente, de 22 a 28 dg/min, preferentemente, de aproximadamente 25 dg/min. Las composiciones de polímero de propileno con un MFR de 10 a 21,5 dg/min pueden estar presentes en dichas mezclas del 1 % en peso al 99 % en peso, basado en el peso de la mezcla, preferentemente, del 5 % en peso al 50 % en peso, preferentemente, del 5 % en peso al 25 % en peso. Preferentemente, el homopolipropileno que tiene un MFR de 22 dg/min o superior está presente en la mezcla del 99 % en peso al 1 % en peso, basado en el peso de la mezcla (preferentemente, del 95 al 50 % en peso, preferentemente, del 95 al 75 % en peso), y la composición de polímero de propileno con un MFR de 10 a 21,5 dg/min está presente en la mezcla del 1 % en peso al 99 % en peso, basado en el peso de la mezcla, preferentemente, del 5 % en peso al 50 % en peso, preferentemente, del 5 % en peso al 25 % en peso.

Polímeros de propileno útiles para la viscorreducción

En una realización preferida de la invención, las fibras o los productos textiles comprenden una composición de polímero de propileno producida por viscorreducción de un polímero de propileno base que tiene un MFR de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 8 dg/min. Los polímeros de propileno base útiles en el presente documento para producir los polímeros viscorreducidos incluyen homopolímeros de polipropileno, copolímeros de polipropileno y mezclas de los mismos. El homopolímero puede ser polipropileno isotáctico, polipropileno sindiotáctico o mezclas de los mismos (incluyendo mezclas con polipropileno atáctico). El copolímero puede ser un copolímero aleatorio, un copolímero estadístico, un copolímero de bloques o mezclas de los mismos. El método de fabricación del polímero de propileno base no es relevante, ya que puede fabricarse mediante suspensión, solución, fase gaseosa, un proceso de polimerización supercrítico como el descrito en la patente de EE.UU. nº 7.807.769, un proceso de polimerización homogéneo en solución como el descrito en la publicación de solicitud de patente de EE.UU. nº 2010/0113718 u otros procesos adecuados, y mediante el uso de sistemas catalizadores apropiados para la polimerización de poliolefinas, tales como catalizadores de tipo Ziegler-Natta, catalizadores de tipo metaloceno, otros sistemas catalizadores apropiados o combinaciones de los mismos. Dichos catalizadores son bien conocidos en la técnica, y se describen en, por ejemplo, "ZIEGLER CATALYSTS" (Gerhard Fink, Rolf Mülhaupt y

Hans H. Brintzinger, Eds., Springer-Verlag 1995); Resconi *et al.*, "Selectivity in Propene Polymerization with Metallocene Catalysts", 100 *CHEM. REV.* 1253-1345 (2000); y "I, II METALLOCENE-BASED POLYOLEFINS" (Wiley & Sons 2000). En una realización preferida, los polímeros de propileno base se fabrican mediante los catalizadores, activadores y procesos descritos en las patentes de EE.UU. n.º 6.342.566, 6.384.142 y 5741563; y las publicaciones PCT n.º WO 03/040201 y WO 97/19991.

En una realización preferida, el polímero de propileno base puede ser una calidad de reactor unimodal, una calidad de reactor bimodal, una mezcla en reactor o una mezcla de extrusión de dos o más polímeros de propileno (por ejemplo, una mezcla de MFR de 0,8 dg/min y 2 dg/min). El polímero base puede tener una distribución de pesos moleculares (PM_p/PM_n) unimodal, bimodal o multimodal de especies de polímero determinada mediante GPC. Por bimodal o multimodal se entiende que el cromatograma de GPC-SEC tiene más de un punto máximo o de inflexión. Un punto de inflexión es aquel punto en el que la segunda derivada de la curva cambia de signo (por ejemplo, de negativo a positivo o viceversa). Por lo general, el polímero base se viscorreduce hasta un MFR final preferentemente en el intervalo de 10 a 25 dg/min, más preferentemente, de 14 a 19 dg/min. En otra realización de la invención, el polímero base puede no requerir craqueo de peróxido para aumentar el MFR, siempre que el polímero base en el reactor tenga el MFR deseable (por ejemplo, en el intervalo de 10 a 25 dg/min y características reológicas). La composición también podría ser una mezcla de extrusión de dos o más polímeros de propileno con o sin etapa de craqueo con peróxido, siempre que se satisfaga la combinación de los parámetros reológicos de fusión clave, cristalización y atributos de tacticidad.

Los polímeros de propileno base preferidos útiles para fabricar el polímero viscorreducido para su uso en las fibras y en los productos textiles de la presente invención normalmente tienen:

1. un PM_p de 240.000 a 2.000.000 g/mol, preferentemente de 265.000 a 800.000, más preferentemente, de 300.000 a 600.000, medido mediante el método de GPC descrito en el apartado del método de ensayo; y/o
2. una PM_p/PM_n de 1 a 25, preferentemente, de 1,6 a 15, más preferentemente, de 2 a 8, más preferentemente, de 3 a 6 medida mediante el método de GPC descrito en el apartado de métodos de ensayo; y/o
3. una T_f (segunda fusión, velocidad de la rampa de 1 °C/min, también denominada " T_{pf} ") de 100 °C a 200 °C, preferentemente, de 120 °C a 185 °C, preferentemente, de 130 °C a 175 °C, más preferentemente de 140 °C a 170 °C, incluso más preferentemente de 155 °C a 167 °C, medida mediante el método de DSC descrito a continuación en los métodos de ensayo; y/o; y/o
4. un porcentaje de cristalinidad (basado en el calor de cristalización) del 20 % al 80 %, preferentemente, del 10 % al 70, más preferentemente, del 35 % al 55 % medido mediante el método de DSC descrito a continuación en los métodos de ensayo; y/o
5. una temperatura de transición vítrea (T_v) de -50 °C a 120 °C, preferentemente, de -20 °C a 100 °C, más preferentemente, de -0 °C a 90 °C, determinada mediante el método de DSC que se describe a continuación en los métodos de ensayo; y/o
6. una temperatura de cristalización (T_c , velocidad de la rampa de 1 °C/min, también denominada " T_{pc} ") con un 0 % en peso de agente de nucleación de 50 °C a 170 °C, preferentemente, de 100 °C a 150 °C, más preferentemente, de 110 °C a 145 °C, preferentemente, de 115 °C a 135 °C, medida mediante el método de DSC descrito a continuación en los métodos de ensayo; y/o
7. un índice de ramificación (g'_{vis}) de 0,85 o superior, preferentemente, 0,90 o superior, preferentemente, 0,95 o superior, preferentemente, 0,99 o superior, medido mediante el método de GPC descrito en el apartado de métodos de ensayo; y/o
8. un MFR (ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de 0,1 a 8 dg/min, preferentemente, de 0,5 a 5 dg/min, más preferentemente, de 0,8 a 3 dg/min) y/o
9. al menos una tacticidad del 10 % (por ejemplo, al menos sindiotácticos o al menos un 10 % de isotácticos).

El homopolímero de propileno o copolímero de propileno base útil en las fibras y los productos textiles de la presente invención tiene preferentemente cierto nivel de isotacticidad. Por tanto, en una realización de la invención, se usa polipropileno isotáctico como el polímero base de propileno de la presente invención. De manera similar, se puede usar polipropileno altamente isotáctico en otra realización como el polímero base. En otra realización de la invención, el polímero de propileno base puede tener una longitud de secuencia meso LSM media (definido por la siguiente Ec. (16)) determinado mediante RMN de ^{13}C (descrito en el apartado de métodos de ensayo) superior a aproximadamente 50, más preferentemente, superior a aproximadamente 80, más preferentemente, superior a aproximadamente 100, más preferentemente, superior a aproximadamente 105.

En otra realización de la invención, el polímero de propileno base útil en el presente documento es sindiotáctico, preferentemente, altamente sindiotáctico. Como se usa en el presente documento, "sindiotáctico" se define como que tiene al menos un 10 % de péntadas sindiotácticas según el análisis de ^{13}C . Como se usa en el presente documento, "altamente sindiotáctico" se define como que tiene al menos un 60 % de péntadas sindiotácticas según el análisis de ^{13}C .

En otra realización de la invención, el polímero de propileno base útil en la presente invención puede comprender una mezcla de un polímero táctico (tal como polipropileno isotáctico o polipropileno altamente isotáctico) con un polímero de propileno atáctico. El polipropileno atáctico se define como aquel con menos del 10 % de péntadas

isotácticas o sindiotácticas. Los polipropilenos atácticos útiles normalmente tienen un PM_p de 10.000 hasta 1.000.000 g/mol.

Los polímeros de propileno base útiles en el presente documento incluyen aquéllos producidos por sistemas catalizadores de metaloceno que incluyen aquellos polímeros de propileno que tienen un índice de amplitud de distribución de la composición (CDBI) del 60 % o superior, preferentemente, del 70 % o superior, preferentemente, del 80 % o superior, preferentemente, del 90 % o superior. (El CDBI se mide como se describe en el documento WO 93/03093, con la modificación de que se descarta cualquier fracción que tenga un peso molecular medio en peso (PM_p) inferior a 25.000 g/mol).

Viscorreducción / Escisión de cadenas

El término "viscorreducción" y la expresión "escisión de cadenas" se usan indistintamente, y se definen como el proceso de uso de uno o más iniciadores de radicales libres para aumentar el índice de fluidez del polímero (MFR). Esto se describe en la patente de EE.UU. n.º 6.747.114, que se incorpora en el presente documento como referencia en su totalidad. Un "iniciador de radicales libres" se define como un fragmento molecular que tiene uno o más electrones desapareados.

En el contexto de la presente memoria descriptiva, un polímero se somete a escisión de cadenas cuando el polímero base, o una mezcla de polímeros, se trata con un iniciador de radicales libres, por ejemplo, peróxido, preferentemente, mientras el polímero está en estado fundido, más preferentemente, en un estado completamente fundido. Preferentemente, la escisión de cadenas está controlada. Por ejemplo, cuando se usa un iniciador de radicales libres, los radicales libres de los polímeros que se están tratando se producen mediante la escisión térmica del peróxido. También se pueden utilizar otras fuentes de radicales libres tales como compuestos diazo, oxígeno u otros compuestos. En cualquier caso, se contempla que los radicales libres producidos a partir del iniciador (por ejemplo, peróxido) sustraen el hidrógeno terciario del resto de propileno del polímero. El radical libre resultante se desproporciona en dos cadenas de menor peso molecular, una con una olefina cerca del extremo y la otra un polímero saturado. Este proceso puede continuar con la generación de polímeros de peso molecular sucesivamente más bajo. Por tanto, en las condiciones apropiadas, se inicia la escisión de cadenas para producir la degradación controlada del polímero o mezcla de polímeros.

La reticulación es un proceso competitivo que puede ocurrir durante la escisión de cadenas. En una reacción de reticulación, los radicales libres se combinan para formar macromoléculas ramificadas de mayor peso molecular. Finalmente, esta reacción de síntesis puede conducir a la vulcanización del polímero. En copolímeros de etileno y propileno, este equilibrio de reticulación y degradación depende principalmente de la composición del copolímero. Dado que la reacción de degradación se asocia exclusivamente con los restos de propileno, las cantidades menores de propileno en el copolímero tienden a favorecer la reticulación frente a la degradación. Sin embargo, debe reconocerse que las reacciones de escisión y de reticulación no son excluyentes entre sí. Es decir, incluso durante la degradación, puede producirse cierta cantidad de ramificaciones. En algunos casos, las reacciones de ramificación y escisión son aleatorias y no conducen a un aumento de PM_p/PM_n . La cantidad de ramificación depende de una serie de variables, principalmente, de las condiciones de reacción, y la composición de los polímeros y el grado de degradación. Los copolímeros aleatorios que tienen un mayor contenido de etileno deberían generar un mayor nivel de ramificación que aquellos con un contenido de etileno más bajo. Por tanto, la velocidad o el grado de degradación puede ser esencialmente proporcional a las cantidades relativas de sitios de propileno y etileno. Por ejemplo, si están presentes demasiados sitios de etileno, el uso del peróxido u otro iniciador de radicales libres puede dar lugar a la reticulación en lugar de la escisión de cadenas, y el material que se está tratando no se degradará a un MFR superior. Por tanto, un aspecto importante de determinadas realizaciones específicas de las fibras y los productos textiles de la presente invención se refiere a las cantidades relativas de los polímeros usados en la mezcla. En las mezclas de los polímeros de propileno base, estos procesos de degradación se producen para ambos polímeros independientemente entre sí.

El iniciador de radicales libres, por ejemplo, peróxido, se puede añadir al polímero mientras el polímero está en forma sólida, por ejemplo, recubriendo los microgránulos de polímero con un iniciador, tal como peróxido, que puede estar en polvo, líquido o de otra forma, en cuyo caso se dice que el polímero se "trata" con el iniciador cuando el iniciador se activa, lo que normalmente ocurre a una temperatura superior al punto de fusión del polímero. Preferentemente, sin embargo, el iniciador de radicales libres se añade al polímero tras la formación del polímero, pero mientras el polímero está en estado fundido, por ejemplo, durante el procesamiento posterior a la polimerización, tal como cuando una mezcla de polímeros (que puede incluir disolvente) se introduce en un devolatalizador o en una extrusora, que normalmente se encuentra a una temperatura elevada).

El término "fundido" se refiere a la condición del polímero cuando se funde cualquier porción del polímero, e incluye completamente fundido y parcialmente fundido. Preferentemente, el polímero se trata con un iniciador de radicales libres mientras la temperatura del polímero está por encima de su punto de fusión.

En un método, el agente de viscorreducción puede ser un peróxido, y un peróxido orgánico en otra realización, en la que al menos un grupo metilo, o un alquilo o arilo superior está unido a uno o ambos átomos de oxígeno del

peróxido. En otro método más, el agente de viscorreducción puede ser un peróxido estéricamente impedido, en el que el grupo alquilo o arilo asociado con cada átomo de oxígeno es al menos un átomo de carbono secundario, un átomo de carbono terciario en otra realización. Los ejemplos no limitantes de peróxidos estéricamente impedidos ("agentes de viscorreducción") incluyen 2,5-bis(*terc*-butilperoxi)-2,5-dimetilhexano, 2,5-dimetil-2,5-bis-(*t*-butilperoxi)-hexin-3,4-metil-4-*t*-butilperoxi-2-pentanona, 3,6,6,9,9-pentametil-3-(etilacetato)-1,2,4,5-tetraoxi-ciclononano y α,α' -bis-(*terc*-butilperoxi)diisopropilbenceno, y mezclas de los mismos, y cualquier otro peróxido impedido secundario o terciario. Un peróxido preferido es 2,5-bis(*terc*-butilperoxi)-2,5-dimetilhexano, también conocido con el nombre comercial: Luperox 101 o Trigonox 101. Luperox 101 o Trigonox 101 se pueden alimentar en la extrusora puros en forma líquida o como una mezcla maestra en aceite mineral (por ejemplo, mezcla de 50/50 en peso/peso de Trigonox 101/aceite mineral). Otro peróxido común usado como agente de viscorreducción para el polipropileno es el peróxido de di-*t*-amilo más comúnmente conocido con el nombre comercial DTAP. Como alternativa, el iniciador de radicales libres puede incluir un compuesto diazo, o cualquier otro compuesto o producto químico que promueva los radicales libres en una cantidad suficiente para producir la degradación como se especifica en el presente documento.

Los polímeros de propileno preferidos útiles en las fibras y los productos textiles de la presente invención, incluyen aquellos que han sido tratados con un agente de viscorreducción de modo que su MFR se aumenta en al menos el 10 %, preferentemente, en al menos el 50 %, preferentemente en al menos el 100 %, preferentemente, en al menos el 300 %, preferentemente, en al menos el 500%, preferentemente, en al menos el 650 %. En caso de que el polímero sea una mezcla de diferentes polímeros de propileno, entonces un MFR medio basado en la regla de mezcla de peso logarítmico (Robeson, L.M., "Polymer Blends", Carl Hanser Verlag, Munich 2007, Capítulo 6, pág. 368) de los MFR de los componentes individuales de la mezcla se usa para determinar el MFR de la mezcla, y se encontró que conduce a una excelente estimación del MFR de la mezcla de los sistemas estudiados. Por ejemplo, para un sistema de dos componentes, el \ln (índice de fluidez de la mezcla) = (fracción en peso del componente 1 x \ln (índice de fluidez del componente 1) + fracción en peso del componente 2 x \ln (índice de fluidez del componente 2)). En otra realización, el polímero viscorreducido tiene un MFR que es de 10 a 25 unidades (dg/min) superior al del polímero base usado para fabricar el polímero viscorreducido, preferentemente, de 12 a 22 dg/min, preferentemente, de 14 a 19 dg/min.

30 Aditivos

Se puede incorporar una variedad de aditivos a los polímeros y las mezclas de polímeros descritos anteriormente usados para fabricar las fibras y los productos textiles para diversos fines. Dichos aditivos incluyen, por ejemplo, estabilizadores, antioxidantes, cargas, colorantes, agentes de nucleación y aditivos de deslizamiento. Los antioxidantes primarios y secundarios incluyen, por ejemplo, fenoles impedidos, aminas impedidas y fosfatos. Los agentes de nucleación incluyen, por ejemplo, benzoato de sodio, talco y otros productos químicos. Asimismo, también se pueden emplear otros agentes de nucleación tales como el producto de olefina de Ziegler-Natta u otro polímero altamente cristalino. Otros aditivos tales como agentes dispersantes, por ejemplo, Acrowax C, también pueden incluirse. Los agentes de deslizamiento incluyen, por ejemplo, oleamida y erucamida. Los desactivadores de catalizadores también se usan comúnmente, por ejemplo, estearato de calcio, hidrotalcita, óxido de calcio, neutralizadores de ácidos y otros productos químicos conocidos en la técnica.

Otros aditivos pueden incluir, por ejemplo, Ignífugos/retardantes de la llama, plastificantes, agentes curativos, aceleradores curativos, retardadores del curado, adyuvantes de procesamiento, resinas pegajosas y similares. Los aditivos mencionados anteriormente también pueden incluir cargas y/o materiales de refuerzo, ya sea añadidos independientemente o incorporados a un aditivo. Los ejemplos incluyen negro de humo, arcilla, talco, carbonato de calcio, mica, sílice, silicato, combinaciones de los mismos y similares. Otros aditivos que pueden emplearse para mejorar las propiedades incluyen agentes antibloqueo, lubricantes y agentes de nucleación. Las listas descritas en el presente documento no pretenden incluir todos los tipos de aditivos que pueden emplearse con la presente invención.

Se sabe que, en la fabricación de algunas fibras hiladas por fusión, se pueden incluir tensioactivos y otros agentes activos al polímero que se va a procesar en estado fundido. Únicamente a modo de ejemplo, las patentes de EE.UU. n.º 3.973.068 y 4.070.218 muestran un método para mezclar un tensioactivo con el polímero y luego procesar en estado fundido la mezcla para formar el producto textil deseado. El producto textil se trata después para forzar el tensioactivo a la superficie de las fibras. Esto se suele realizar calentando la banda sobre una serie de rodillos calentados, y se suele denominar "floración". Como otro ejemplo, la patente de EE.UU. n.º 4.578.414 describe fibras de polímero de olefina humectable formadas a partir de una composición que comprende una poliolefina y uno o más agentes tensioactivos. Se afirma que los agentes tensioactivos florecen en las superficies de las fibras en las que al menos uno de los agentes tensioactivos permanece parcialmente incrustado en la matriz polimérica. En este sentido, la permanencia de la humectabilidad se puede controlar mejor a través de la composición y la concentración del paquete de aditivos. Además, la patente de EE.UU. n.º 4.923.914 de Nohr *et al.* enseña una composición termoplástica extruible por fusión, segregable en la superficie, adecuada para el procesamiento mediante extrusión en estado fundido para formar una fibra o película que tenga una concentración diferencial creciente de un aditivo desde el centro de la fibra o película hasta su superficie. La concentración creciente diferencial imparte la característica deseada, por ejemplo, hidrofiliidad, a la superficie de la fibra. Como ejemplo particular, en Nohr, se

proporcionan bandas no tejidas de fibra de poliolefina que tienen una humectabilidad mejorada usando diversos polisiloxanos.

5 Como es evidente, el agente o agentes activos particulares incluidos dentro de uno o más de los componentes pueden seleccionarse según se desee para conferir o mejorar las características superficiales específicas de la fibra y modificar de ese modo las propiedades del producto textil fabricado a partir de la misma. Hasta la fecha, se ha usado una variedad de agentes activos o compuestos químicos para conferir o mejorar diversas propiedades superficiales que incluyen, pero sin limitación, la absorbencia, la humectabilidad, propiedades antiestáticas, propiedades antimicrobianas, propiedades antifúngicas, repelencia a líquidos (por ejemplo, alcohol o agua), etcétera.

10 Con respecto a la humectabilidad o absorbencia de un determinado producto textil, muchos productos textiles presentan inherentemente buenas características de afinidad o absorción solo para líquidos específicos. Por ejemplo, las bandas no tejidas de poliolefina se han usado hasta la fecha para absorber líquidos a base de aceite o hidrocarburos. En este sentido, las toallitas no tejidas de poliolefina son inherentemente oleófilas e hidrófobas. Por tanto, los productos textiles no tejidos de poliolefina pueden tratarse de alguna manera con el fin de conferir buenas características de humectación o absorbencia para el agua, o soluciones o emulsiones acuosas. Como ejemplo, los agentes humectantes a modo de ejemplo que pueden procesarse en estado fundido para conferir humectabilidad mejorada a la fibra incluyen, pero sin limitación, tensioactivos de silicona etoxilados, tensioactivos hidrocarbonados etoxilados, tensioactivos fluorocarbonados etoxilados, etc. Además, las químicas ilustrativas útiles para hacer que las fibras termoplásticas procesadas en estado fundido sean más hidrófilas se describen en las patentes de EE.UU. n.º 3.973.068 y 4.070.218 de Weber *et al.* y la patente de EE.UU. n.º 5.696.191 de Nohr *et al.*; los contenidos completos de las referencias mencionadas anteriormente se incorporan en el presente documento por referencia.

En un aspecto adicional, a menudo es deseable aumentar las propiedades de barrera o las características de repelencia de un producto textil para un determinado líquido. Como ejemplo específico, a menudo es deseable en los productos de control de infecciones y en la vestimenta médica proporcionar un producto textil que tenga buenas propiedades de barrera o repelencia tanto para el agua como para el alcohol. En este sentido, la capacidad de las fibras termoplásticas para repeler mejor el agua o el alcohol se puede conferir mezclando una composición química que tenga las características de repelencia deseadas con la resina de polímero termoplástico antes de la extrusión y, después, procesando en estado fundido la mezcla en uno o más de los segmentos. El agente activo migra a la superficie del componente polimérico modificando de este modo las propiedades superficiales del mismo. Además, se cree que la distancia o el hueco entre los componentes expuestos en la superficie externa de la fibra que contiene niveles significativos de agente activo es suficientemente pequeña para permitir que el agente activo, en efecto, modifique las propiedades funcionales de toda la fibra y, por lo tanto, obtenerse un producto textil que tenga las propiedades deseadas. Las composiciones químicas adecuadas para su uso en procesos de extrusión en estado fundido y que mejoran la repelencia al alcohol incluyen, pero sin limitación, productos fluoroquímicos. Los ejemplos de agentes repelentes de líquidos procesables en estado fundido incluyen los disponibles en DuPont con el nombre comercial de compuestos fluoroquímicos ZONYL y también los disponibles en 3M con la designación comercial FX-1801. Diversos agentes activos adecuados para conferir repelencia al alcohol a fibras termoplásticas se describen en las patentes de EE.UU. N.º 5.145.727 de Potts *et al.*, la patente de EE.UU. n.º 4.855.360 de Duchesne *et al.*, la patente de EE.UU. n.º 4.863.983 de Johnson *et al.*, la patente de EE.UU. n.º 5.798.402 de Fitzgerald *et al.*, la patente de EE.UU. n.º 5.459.188 y la patente de EE.UU. n.º 5.025.052; los contenidos completos de las referencias mencionadas anteriormente se incorporan en el presente documento por referencia. Además de la repelencia al alcohol, las composiciones químicas pueden usarse para mejorar de manera similar las propiedades repelentes o de barrera para otros líquidos de baja tensión superficial. Los aditivos anteriores pueden ser útiles en fibras y productos textiles de la invención para conferir propiedades ventajosas analizadas anteriormente.

Las fibras y los productos textiles de la invención pueden incorporar además los residuos de aditivos o excipientes de procesamiento, por ejemplo, aceites de proceso o plastificantes usados para facilitar o mejorar el procesamiento de los polímeros o mezclas de polímeros.

50 En la fabricación de las fibras y los productos textiles, las mezclas de composiciones poliméricas y aditivos se pueden preparar mediante cualquier procedimiento que garantice una mezcla íntima de los componentes. Por ejemplo, los componentes se pueden combinar mediante prensado en estado fundido de los componentes juntos en una prensa Carver hasta un espesor de 0,5 milímetros (20 milésimas de pulgada) y una temperatura de 180 °C, laminando la plancha resultante, plegando los extremos juntos, y repitiendo la operación de prensado, laminado y plegado 10 veces. Los mezcladores internos son particularmente útiles para la mezcla en disolución o fusión. Se ha encontrado satisfactorio mezclar a una temperatura de 180 °C a 240 °C en un Plastógrafo Brabender de 1 a 20 minutos. Otro método más que se puede usar para mezclar los componentes implica mezclar los polímeros en un mezclador interno Banbury por encima de la temperatura de flujo de todos los componentes, por ejemplo, 180 °C durante 5 minutos. Estos procesos son bien conocidos en la técnica, e incluyen extrusoras de mezclado de un solo tornillo o de doble tornillo, mezcladores estáticos para mezclar corrientes de polímero fundido de baja viscosidad y mezcladores de choque.

Las mezclas se pueden preparar mediante cualquier procedimiento que produzca una mezcla de los componentes, por ejemplo, mezcla en seco, mezcla en estado fundido, etc. En determinadas realizaciones, una mezcla completa de los componentes poliméricos se indica mediante la uniformidad de la morfología de la dispersión de los

componentes poliméricos.

Mezcla en estado fundido: en general, se usan equipos de mezcla en estado fundido continua. Estos procesos son bien conocidos en la técnica, e incluyen extrusoras de preparación de compuestos de un solo tornillo o de doble
5 tornillo, así como otras máquinas y procesos, diseñados para homogeneizar íntimamente los componentes del polímero.

Mezcla en seco: los polímeros y otros componentes se pueden mezclar en seco y suministrar directamente a las extrusoras de proceso de fibras o productos textiles no tejidos. La mezcla en seco se logra mediante la combinación
10 de polímeros y otros ingredientes en equipos de mezcla en seco. Dichos equipos y procesos son bien conocidos en la técnica, e incluyen un tambor, un mezclador de doble cono, etc. En este caso, el polímero y otros ingredientes se funden y se homogeneizan en la extrusora de proceso de manera similar al proceso de mezcla en estado fundido. En lugar de fabricar los microgránulos, el polímero fundido homogeneizado se suministra al troquel o a la hilera para formar la fibra, el producto textil, la película, la lámina o el artículo moldeado.

Formación de fibras y productos textiles

La formación de productos textiles no tejidos a partir de poliolefinas y sus mezclas, en general, requiere la fabricación de fibras por extrusión, seguida de la consolidación o unión. El proceso de extrusión normalmente va
20 acompañado de un estiramiento mecánico o aerodinámico de las fibras. El producto textil de la presente invención se puede fabricar mediante cualquier técnica conocida en la técnica. Dichos métodos y equipos son bien conocidos. Por ejemplo, se pueden producir productos textiles no tejidos hilados mediante líneas de producción de productos textiles hilados producidas por Reifenhäuser GmbH & Co., de Troisdorf, Alemania. Esto utiliza una técnica de estiramiento de ranura como se describe en la patente de EE.UU. n.º 4.820.142, EP 1340 843 A1 o patente de
25 EE.UU. n.º 6.918.750. Los métodos útiles adicionales incluyen los divulgados en los documentos US 2012/0116338 A1 y US 2010/0233928 A1.

Los gramajes ilustrativos de los productos textiles de la invención están en el intervalo de 5 a 70 gsm, preferentemente, de 5 a 50 gsm, preferentemente, de 5 a 25 gsm, más preferentemente, de 5 al 20 gsm, en
30 especial, de 5 a 15 gsm, más preferentemente, de 7 a 15 gsm, por ejemplo, 12 gsm.

En ciertas realizaciones, los productos textiles de la invención, como se definen en cualquier reivindicación del presente documento, tienen uno y más de los siguientes:

- 35 una anisotropía de resistencia a la tracción definida como la proporción de la resistencia a la tracción específica en la DM con respecto a la resistencia a la tracción específica en la DT inferior a aproximadamente 2,7; una mano total inferior a aproximadamente 6,8 g;
- un módulo de tracción en la DM (según lo definido en el presente documento) inferior a aproximadamente 35 N/5 cm/gsm;
- 40 una resistencia a la tracción específica en la DT de al menos 1,0 N/5 cm/gsm, preferentemente, de al menos 1,1 N/5 cm/gsm, una resistencia a la tracción específica en la DM de al menos 2,7 N/5 cm/gsm, preferentemente, al menos 2,9 N/5 cm/gsm, y una mano total inferior a aproximadamente 6,8 gm de fuerza, preferentemente, inferior a aproximadamente 6,6 gm de fuerza, o un módulo de tracción inferior a aproximadamente 32 N/5 cm/gsm, preferentemente, inferior a aproximadamente 30 N/5 cm/gsm;
- 45 una anisotropía de tracción del producto textil (proporción de la resistencia a la tracción específica en la DM con respecto a la de DT como se define en el presente documento) inferior a aproximadamente 2,7.

En una realización ventajosa, el producto textil no tejido comprende fibras de polipropileno de un polímero de propileno que tiene:

- 50 a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 14 dg/min a aproximadamente 19 dg/min;
- b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8) en el presente documento] a 190 °C de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 6,5;
- 55 c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe a continuación, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 136 °C; y
- d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de 97 a 140.

60 En ciertos productos textiles preferidos de la invención, las fibras tienen un valor de dpf de 0,3 a 5 dpf. Las fibras de polipropileno de los productos textiles de la invención son preferentemente monofilamentos, que tienen preferentemente un valor de denier de 0,3 a 5 denier.

Los productos textiles no tejidos de la invención pueden comprender una sola capa o una pluralidad de capas, por
65 ejemplo, una pluralidad de capas no tejidas que están unidas entre sí. Los productos textiles de la invención pueden ser, por ejemplo, productos textiles no tejidos hilados o productos textiles no tejidos de soplado en fusión,

prefiriéndose, en especial, los productos textiles no tejidos hilados. Cuando se usa un producto textil no tejido de la invención en un laminado con uno o más productos textiles diferentes, el otro producto textil o productos textiles pueden ser un producto textil de la presente invención o pueden ser otro producto textil. La invención proporciona, en particular, un laminado que comprende una pluralidad de productos textiles no tejidos de acuerdo con la presente invención, que, si se desea, se pueden unir entre sí. Los laminados pueden incluir una pluralidad de productos textiles no tejidos seleccionados entre productos textiles no tejidos hilados y productos textiles no tejidos de soplado en fusión, opcionalmente, con uno o más productos textiles adicionales. Los productos textiles se pueden usar solos o en combinación con otros productos textiles en una amplia variedad de aplicaciones como se describe más adelante.

Como ya se ha mencionado, las fibras de polipropileno de los productos textiles de la invención comprenden un polímero de propileno que comprende al menos un 50 % molar de propileno. Se prefiere que dicho polímero de propileno comprenda al menos un 60 % molar, preferentemente, al menos un 70 % molar, más preferentemente, al menos un 80 % molar, por ejemplo, al menos un 90 % molar de unidades derivadas de propileno. Además, los productos textiles de la invención pueden comprender, si se desea, fibras de una composición de polímero de propileno que comprenda una combinación de dos o más polímeros de propileno según lo desvelado anteriormente en el apartado de "Composiciones poliméricas".

En ciertas realizaciones, las fibras de polipropileno están presentes en una cantidad de al menos el 50 % en peso, preferentemente, de al menos el 75 % en peso, más preferentemente, de al menos el 85 % en peso, basado en el peso total de las fibras de dicho producto textil no tejido.

Los productos textiles de la invención se pueden obtener a altas velocidades de línea de producción con baja frecuencia de rotura. Por ejemplo, los productos textiles, en algunas realizaciones, se pueden obtener a velocidades de línea de producción de al menos 400 m/min, preferentemente, de al menos 600 m/min, preferentemente, de al menos 750 m/min, por ejemplo a 900 m/min. Incluso a altas velocidades de línea de producción, se obtiene una buena capacidad de hilatura, lo que permite que los filamentos finos se formen de forma fiable con una rotura mínima del filamento.

Fibras de denier fino

Las fibras de la invención pueden ser, por ejemplo, filamento continuo, filamento continuo abultado y fibras cortadas. Las fibras de la presente invención se pueden usar con ventaja en la fabricación de productos textiles no tejidos. Los productos textiles no tejidos fabricados usando las fibras de la presente invención tienen propiedades excelentes que incluyen alta resistencia a bajos gramajes del producto textil. Las fibras de la presente invención son fibras finas con excelente resistencia mecánica, lo que permite la formación de un producto textil no tejido de bajo gramaje que tiene excelentes propiedades mecánicas a pesar de su bajo gramaje. Las fibras de la invención preferentemente tienen un valor de dpf de 0,3 a 5 dpf. En algunas realizaciones, las fibras pueden ser hilos que comprenden una pluralidad de fibras con un valor de dpf de 0,3 a 5 dpf. En otras realizaciones, la fibra puede ser un monofilamento de 0,3 a 5 denier. Cuando se usan en productos textiles no tejidos, se prefiere que las fibras sean monofilamentos. En un método ilustrativo para fabricar fibras de denier fino, el polímero fundido se extruye a través de los orificios del troquel (hilera) entre 0,3 mm y 0,8 mm de diámetro. La baja viscosidad de fusión del polímero es importante, y se logra mediante el uso de altas temperaturas de fusión (230 °C a 280 °C) y altos índices de fluidez (por ej. De 10 g/10 min a 40 g/10 min) de los polímeros usados. Una extrusora relativamente grande, en general, está dotada de un colector para distribuir un alto rendimiento de PP fundido a un banco de dos a cincuenta (como alternativa, de ocho a veinte) hileras. Cada cabezal de torsión, en general, está dotado de una bomba de engranajes separada para regular la salida a través de ese cabezal de torsión; un paquete de filtros, soportado por una "platina perforada"; y la placa de hilera dentro del cabezal. La misma técnica se puede adaptar para formar hilos. El número de orificios en la placa de la hilera determina la cantidad de filamentos en un hilo, y varía considerablemente con las diferentes construcciones de hilo, pero normalmente está en el intervalo de 50 a 250. Los orificios se agrupan normalmente en patrones redondos, anulares o rectangulares para ayudar a una buena distribución del flujo de aire de enfriamiento.

Filamento continuo

Los hilos de filamentos continuos normalmente varían de 40 denier a 2.000 denier (denier = número de gramos/9.000 metros). Los filamentos pueden variar de 1 a 20 denier por filamento (dpf), y el intervalo se está expandiendo. Las velocidades de hilado suelen ser de 10 a 10.000 m/min (como alternativa, de 800 m/min a 1.500 m/min). Un método ilustrativo procedería de la siguiente manera. Los filamentos se estiran a relaciones de estiramiento de 3:1 o superiores (estiramiento en una o dos etapas) y se enrollan en un paquete. El estiramiento en dos etapas permite alcanzar mayores relaciones de estiramiento. Las velocidades de enrollamiento son de 2.000 m/min o más, como alternativa, son útiles las de 3.500 m/min o superiores.

Hilo parcialmente orientado (HPO)

El hilo parcialmente orientado (HPO) es la fibra producida directamente a partir del hilado de la fibra sin el estiramiento en estado sólido (como el filamento continuo mencionado anteriormente). La orientación de las

moléculas en la fibra se realiza solo en estado fundido tras la salida del polímero fundido de la hilera. Una vez que la fibra se solidifica, se produce poco o nada de estiramiento de la fibra, y la fibra se enrolla en un paquete. El hilo HPO (a diferencia del hilo completamente orientado o HCO, que ha pasado por una orientación en estado sólido y tiene una mayor resistencia a la tracción y un alargamiento inferior), tiende a tener un alargamiento superior y una menor tenacidad.

Filamento continuo abultado

Los procesos de fabricación de filamentos continuos abultados ("FC") se dividen en dos tipos básicos, de una etapa y de dos etapas. Por ejemplo, en un proceso de dos etapas, se hila un hilo no estirado a menos de 1.000 m/min (3.300 pies/min), en general, a 750 m/min, y se coloca en un paquete. El hilo se estira (en general, en dos etapas) y se "abulta" en una máquina llamada texturizador. Las velocidades de enrollamiento y estiramiento están limitadas por el dispositivo de abultamiento o texturización a 2.500 m/min (8.200 pies/min) o menos. Un proceso común en la actualidad es el proceso de una sola etapa de hilado/estiramiento/texturización (SDT). Es similar al proceso de FC de una etapa, excepto que el dispositivo de abultamiento está en línea. El volumen o la textura cambian el aspecto del hilo, separando los filamentos y añadiendo suficientes pliegues y dobleces suaves para que el hilo parezca más grueso (más abultado).

Fibra cortada

Hay dos procesos básicos de fabricación de fibra cortada: hilado tradicional y compacto. El proceso tradicional, en general, implica dos etapas: 1) producir, aplicar el acabado y enrollar, seguido de 2) estirar, una aplicación de acabado secundario, prensar y cortar en fragmentos. Los filamentos pueden variar, por ejemplo, de 0,5 dpf a > 70 dpf, (dpf = denier por filamento) dependiendo de la aplicación. La longitud de los fragmentos puede ser tan corta como de 3 mm o tan larga como de 200 mm (0,25 pulgadas a 8 pulgadas) para adaptarse a la aplicación. Para muchas aplicaciones, las fibras se rizan. El rizado se realiza sobrecargando la estopa en una caja rellena con vapor con un par de rodillos de presión. La sobrecarga pliega la estopa en la caja, formando dobleces o rizos en los filamentos. Estos dobleces se calientan por el vapor inyectado en la caja.

Productos textiles de soplado en fusión

Las fibras de soplado en fusión son fibras formadas mediante la extrusión de un material termoplástico fundido a través de una pluralidad de capilares de troquel fino, en general, circular, como hilos o filamentos fundidos en corrientes usualmente convergentes, en general, calientes y de alta velocidad, de gas, por ejemplo, de aire, para atenuar los filamentos de material termoplástico fundido para formar fibras. Durante el proceso soplado en fusión, el diámetro de los filamentos fundidos se reduce por el aire de estiramiento a un tamaño deseado. Tras ello, las fibras de soplado en fusión son transportadas por la corriente de gas a alta velocidad y se depositan sobre una superficie de recogida para formar una banda de fibras de soplado en fusión distribuidas de forma sustancialmente aleatoria. Dicho proceso se desvela, por ejemplo, en las patentes de EE.UU. n.º 3.849.241 de Buntin *et al.*, 4.526.733 de Lau y 5.160.746 de Dodge, II *et al.*, estando todas ellas incorporadas en el presente documento por referencia. Las fibras de soplado en fusión pueden ser continuas o discontinuas y, en general, tienen un diámetro medio inferior a diez micrómetros.

En un proceso de soplado en fusión convencional, se proporciona polímero fundido a un troquel que está dispuesto entre un par de placas de aire que forman una boquilla de aire primario. El equipo de soplado en fusión convencional incluye una punta de troquel con una sola fila de capilares a lo largo del borde de una cuchilla. Las puntas del troquel típicas tienen aproximadamente 30 orificios de salida capilares por 25,4 mm (1 pulgada lineal) de ancho del troquel. La punta del troquel es normalmente un bloque en forma de cuña de 60 ° que converge en el borde de la cuchilla en el punto en el que se encuentran los capilares. Las placas de aire de muchas boquillas de soplado en fusión conocidas están montadas en una configuración rebajada de modo que la punta del troquel se retraiga desde la boquilla de aire primario. Sin embargo, las placas de aire de algunas boquillas están montadas en una configuración de descarga en la que los extremos de la placa de aire están en el mismo plano horizontal que la punta del troquel; en otras boquillas, la punta del troquel está en una configuración saliente o "sobresaliente", de modo que la punta del troquel se extiende más allá de los extremos de las placas de aire. Además, como se describe en la patente de EE.UU. n.º 5.160.746 de Dodge II *et al.*, se puede proporcionar más de una corriente de flujo de aire para su uso en la boquilla.

En algunas configuraciones conocidas de boquillas de soplado en fusión, se proporciona aire caliente a través de la boquilla de aire primario formada a cada lado de la punta del troquel. El aire caliente calienta el troquel, evitando así que el troquel se congele a medida que el polímero fundido salga y se enfríe. De esta forma, se evita que el troquel se obstruya con el polímero solidificante. El aire caliente también estira, o atenúa, la masa fundida en fibras. También se conocen otros esquemas para evitar la congelación del troquel, tales como el detallado en la patente de EE.UU. n.º 5.196.207 de Koenig, que usa gas calentado para mantener la temperatura del polímero en el depósito. Se sabe que se proporciona aire secundario o templado a temperaturas superiores a la temperatura ambiente a través del cabezal del troquel, como en la patente de EE.UU. n.º 6.001.303 de Haynes *et al.* Los caudales de aire caliente primario normalmente varían entre 0,5663 y 0,6796 m³/min (20 y 24 pies cúbicos por minuto [SCFM]) en

condiciones estándar por 25,4 mm (1 pulgada) de ancho de troquel.

La presión de aire primario normalmente varía de aprox. 34,48 a 68,95 kPa (5 a 10 libras por pulgada cuadrada [psig]) en un punto en el cabezal del troquel justo antes de la salida. La temperatura del aire primario normalmente varía de aproximadamente 232 °C a aproximadamente 315 °C, pero las temperaturas de aproximadamente 398 °C no son infrecuentes. La temperatura particular del flujo de aire caliente primario dependerá del polímero particular que se esté extrayendo, así como de otras características deseadas en la banda de soplado en fusión.

Expresado en términos de la cantidad de material polimérico que fluye por 25,4 mm (1 pulgada) del troquel por unidad de tiempo, el rendimiento del polímero normalmente es de 0,5 a 1,25 gramos por minuto por orificio (gmo). Por tanto, para un troquel que tiene 30 orificios por 25,4 mm (1 pulgada), el rendimiento del polímero es normalmente de aproximadamente 0,91 a 2,27 kg (2 a 5 libras)/25,4 mm (1 pulgada)/h.

Además, para formar fibras de soplado en fusión a partir de una entrada de aproximadamente 2,27 kg (5 libras) por 25,4 mm (1 pulgada) por hora de la masa fundida de polímero, se requieren aproximadamente 45,36 kg/25,4 mm/h (100 libras por pulgada por hora) de aire caliente para estirar o atenuar la masa fundida en fibras diferenciadas. Este aire de estiramiento debe calentarse a una temperatura del orden de aproximadamente 204 °C a aproximadamente 315 °C para mantener el calor adecuado en la punta del troquel.

Debido a que deben usarse dichas temperaturas elevadas, normalmente, se elimina una cantidad sustancial de calor de las fibras para templar o solidificar las fibras que salen del orificio del troquel. Los gases fríos, tales como el aire, se han usado para acelerar el enfriamiento y la solidificación de las fibras de soplado en fusión. En particular, en la patente de EE.UU. n.º 5.075.068 de Milligan *et al.* y la patente de EE.UU. n.º 5.080.569 de Gubernick *et al.*, el aire secundario que fluye en una dirección perpendicular de flujo cruzado o en una dirección de 90 ° con respecto a la dirección de alargamiento de las fibras, se ha usado para templar fibras fundidas y producir fibras de menor diámetro. Además, la patente de EE.UU. n.º 5.607.701 de Allen *et al.* usa un aire de enfriamiento presurizado más frío que llena la cámara 71 y produce un enfriamiento y una solidificación más rápidos de las fibras. En la patente de EE.UU. n.º 4.112.159 de Pall, se usa un flujo de aire frío para atenuar las fibras cuando se desea disminuir la atenuación de las fibras.

Mediante el control de las temperaturas del aire y de la punta del troquel, la presión del aire y la velocidad de alimentación del polímero, se puede regular el diámetro de la fibra formada durante el proceso de soplado en fusión. Por ejemplo, las fibras típicas de polipropileno soplado en fusión tienen un diámetro de 3 a 4 micrómetros.

Tras la refrigeración, las fibras se recogen para formar una banda no tejida. En particular, las fibras se recogen en una banda conformadora que comprende un tamiz o una correa de malla móvil situado debajo de la punta del troquel. Para proporcionar suficiente espacio debajo de la punta del troquel para la formación, la atenuación y el enfriamiento de las fibras, se requieren distancias de formación de al menos aproximadamente 203 a 305 mm (8 a 12 pulgadas) entre la punta del troquel del polímero y la parte superior del tamiz de malla en el proceso típico de soplado en fusión.

Sin embargo, se describen distancias de formación de tan solo 101,6 mm (4 pulgadas) en la patente de EE.UU. n.º 4.526.733 de Lau (en lo sucesivo, la patente de Lau). Como se describe en el Ejemplo 3 de la patente de Lau, las distancias de formación más cortas se logran con flujos de aire atenuantes de al menos aproximadamente 37 °C más fríos que la temperatura del polímero fundido. Por ejemplo, la patente de Lau desvela el uso de aire atenuador a aproximadamente 65 °C para el polipropileno fundido a una temperatura de aproximadamente 266 °C para permitir una distancia de formación entre la punta del troquel y la correa de formación de 101,6 mm (4 pulgadas). La patente de Lau incorpora huecos de aire pasivos 36 (mostrados en la FIG. 4 de la patente de Lau) para aislar la punta del troquel.

En una realización preferida, las fibras sopladas en fusión se producen con los polímeros descritos en el presente documento. En el proceso de soplado en fusión, el polímero fundido se mueve desde la extrusora hasta la troquel de soplado en fusión especial. A medida que los filamentos fundidos salen del troquel, entran en contacto con aire a alta temperatura y alta velocidad (denominado aire del proceso o primario). Este aire estira rápidamente y, en combinación con el aire de enfriamiento, solidifica los filamentos. Todo el proceso de formación de fibras, en general, tiene lugar a 7 mm (0,25 pulgadas) de las hileras. El producto textil se forma soplando los filamentos directamente sobre un alambre de formación, de 200 mm a 400 mm (8 pulgadas a 15 pulgadas) de las hileras. Las microfibras de soplado en fusión útiles en la presente invención se pueden preparar como se describe en Van A. Wenthe, "Superfine Thermoplastic Fibers", Industrial Engineering Chemistry, vol. 48, pág. 1342-1346 y en el Informe n.º 4364 de Naval Research Laboratories, publicado el 25 de mayo de 1954, titulado "Manufacture of Super Fine Organic Fibers" por Van A. Wenthe *et al.*

Productos textiles hilados

Una realización particular de la presente invención se refiere a productos textiles hilados. Los procesos de hilado convencionales se ilustran en las patentes de EE.UU. n.º 3.825.379; 4.813.864; 4.405.297; 4.208.366; y 4.334.340,

todas incorporadas en el presente documento por referencia a los efectos de la práctica de las patentes de EE.UU. El proceso de hilado es uno que es bien conocido en la técnica de producción de productos textiles. En general, se extruyen fibras continuas, se disponen en una correa sin fin, y luego se unen entre sí, y a menudo a una segunda capa tal como una capa de soplado en fusión, a menudo mediante un rodillo de laminado calentado o la adición de un aglutinante. Puede obtenerse una descripción general del hilado en L. C. Wadsworth y B. C. Goswami, "Nonwoven Fabrics: Spunbonded and Melt Blown Processes" proceedings Eight Annual Nonwovens Workshop, 30 de julio-3 de agosto, 1990, patrocinado por TANDEC, University of Knoxville, Tennessee.

Un proceso típico de hilado consiste en una extrusión de filamentos continuos, seguida del estiramiento, la formación de una banda mediante el uso de algún tipo de eyector y la unión de la banda. En primer lugar, en una realización de la invención, se puede obtener un producto textil no tejido hilado a partir de un polímero a base de propileno que tenga un MFR de 10-25 dg/min (o un polímero de propileno que tenga un MFR de 10 a 25 dg/min) en forma de microgránulos. La resina a base de propileno de MFR de 10-25 dg/min aglomerada se carga luego a una extrusora. En la extrusora, los microgránulos se funden simultáneamente y se fuerzan a través del sistema mediante un tornillo de fusión de calentamiento. En el extremo del tornillo, una bomba giratoria mide el polímero fundido a través de un filtro hasta una hilera, en la que el polímero fundido se extruye bajo presión a través de capilares, a una velocidad de 0,3 a 1,0 gramos por orificio por minuto. La hilera contiene varios miles de capilares, que normalmente miden de 0,4 a 0,6 mm de diámetro. El polímero se funde a aproximadamente de 30 °C a 100 °C, normalmente de 50 a 100 °C por encima de su punto de fusión para conseguir una viscosidad de fusión suficientemente baja para la extrusión. Las fibras que salen de la hilera son enfriadas y estiradas en fibras finas que miden de 10 a 40 micrómetros de diámetro por chorros de aire frío a alta velocidad. La fibra solidificada se coloca aleatoriamente sobre una correa móvil para formar una estructura en forma de red aleatoria conocida en la técnica como una banda. Tras la formación de la banda, esta se adhiere para alcanzar su resistencia final usando laminadores textiles calentados conocidos en la técnica como laminadores de unión térmica. El laminador consiste en dos rodillos de acero calentados; un rodillo es simple y el otro tiene un patrón de puntos elevados. La banda se transporta al laminador, en el que se forma un producto textil presionando la banda entre los rodillos a una temperatura de unión de aproximadamente 100 °C a 200 °C.

Aunque la unión se produce dentro de un amplio intervalo de temperaturas, la temperatura de unión debe optimizarse para conseguir un producto textil que tenga la máxima resistencia mecánica. La unión excesiva, es decir, la unión a una temperatura superior a la óptima da lugar a fibras que tienen fibra significativamente más débil alrededor del punto de unión debido a la fusión excesiva de la fibra. Estos se convierten en los puntos débiles del producto textil. La infraunión, es decir, la unión a una temperatura inferior a la óptima da como resultado una unión insuficiente en los enlaces de fibra a fibra. La temperatura óptima de unión depende de la naturaleza del material del que estén hechas las fibras. El área de unión de los productos textiles de la invención, como es sabido por los expertos en la materia, depende de la configuración de la superficie del rodillo, y es preferentemente del 10 al 30 %, más preferentemente, del 15 al 30 %, en especial, del 15 al 28 %, más en especial, del 17 al 23 %.

Recocido

Otra parte de la invención es que las propiedades mecánicas mencionadas anteriormente se pueden obtener mediante el recocido de la fibra de polímero. El recocido se suele combinar con la orientación mecánica. Se prefiere emplear una etapa de recocido en el proceso. El recocido también puede realizarse después de la fabricación de un material no tejido a partir de las fibras. El recocido alivia parcialmente la tensión interna en la fibra estirada y restablece las propiedades de recuperación elástica de la mezcla en la fibra. Se ha demostrado que el recocido conduce a cambios significativos en la organización interna de la estructura cristalina y el ordenamiento relativo de las fases amorfa y semicristalina. Esto conduce a la recuperación de las propiedades elásticas. El recocido térmico de la mezcla de polímeros se realiza manteniendo las mezclas de polímeros o las fibras o los productos textiles a una temperatura entre la temperatura ambiente hasta un máximo de 160 °C o, más preferentemente, hasta un máximo de 130 °C durante un período de entre 5 minutos a menos de 7 días. Un período típico de recocido es de 3 días a 50 °C o de 5 minutos a 100 °C. El tiempo y la temperatura del recocido pueden ajustarse para cualquier composición de mezcla particular mediante experimentación. Mientras que el recocido se realiza en ausencia de orientación mecánica, esta última puede ser una parte del proceso de recocido en la fibra (más allá de la operación de extrusión) requerida para producir un material elástico. La orientación mecánica se puede realizar mediante la extensión temporal y forzada de la fibra de polímero durante un corto período de tiempo antes de permitir que se relaje en ausencia de las fuerzas de extensión. Las fibras de polímero orientadas se obtienen manteniendo las fibras de polímero o los artículos fabricados a partir de una mezcla en una extensión del 100 % al 700 % durante un período de 0,1 segundos a 24 horas. Una orientación típica es una extensión del 200 % durante un período momentáneo a temperatura ambiente.

Para la orientación, se pasa una fibra polimérica a una temperatura elevada (pero por debajo del punto de fusión cristalino del polímero) desde un rodillo de alimentación de fibra alrededor de dos rodillos accionados a diferentes velocidades superficiales y, finalmente, a un rodillo de recogida. El rodillo accionado más cercano al rodillo de recogida se acciona más rápido que el rodillo accionado más cercano al rodillo de alimentación, de modo que la fibra se estira entre los rodillos accionados. El conjunto puede incluir un rodillo intermedio entre el segundo rodillo y el rodillo de recogida para enfriar la fibra. El segundo rodillo y el rodillo de recogida pueden ser accionados a las

mismas velocidades periféricas para mantener la fibra en el estado estirado. Si no se usa enfriamiento adicional, la fibra se enfriará hasta la temperatura ambiente en el rodillo de recogida.

5 En otras realizaciones, los productos textiles no tejidos de la presente invención requieren poco o ningún procesamiento posterior de fabricación. En otra realización, los productos textiles de la presente invención se recuecen en una sola etapa mediante un rodillo calentado (rodillo estirador) durante el laminado a baja tensión. Dependiendo de la aplicación de uso final, es evidente qué técnicas son apropiadas y qué variaciones en los parámetros del proceso se requieren para obtener las propiedades deseadas del producto textil.

10 Los dispositivos y métodos para convertir las composiciones descritas en el presente documento en fibras y productos textiles son conocidos en la técnica, véase, por ejemplo, el documento EP 1340 843 A1.

15 Se pueden obtener los productos textiles de la invención útiles usando un aparato para la producción continua de una banda hilada de filamentos, con hilera, una cámara de refrigeración en la que puede insertarse el aire del proceso para enfriar los filamentos, un dispositivo de escape de monómeros ubicado entre la hilera y la cámara de refrigeración, una unidad de estiramiento y un dispositivo de depósito para depositar los filamentos en un producto textil no tejido hilado, en el que la cámara de refrigeración está dividida en dos secciones de cámara de refrigeración, en la que se puede extraer aire del proceso de una primera sección superior de la cámara de refrigeración con un flujo volumétrico VM (tal como un vacío) al dispositivo de escape de monómeros, dicho aire de proceso de la primera
20 sección superior de la cámara de refrigeración con un flujo volumétrico V1 se escapa a una segunda sección inferior de la cámara de refrigeración, y dicha proporción de flujo volumétrico es VM/V1 de 0,1 a 0,3, preferentemente, de 0,12 a 0,25.

25 La proporción de flujo volumétrico especialmente preferida es de 0,15 a 0,2 VM/V1. El caudal se mide apropiadamente en m³/s. La expresión aire de proceso se refiere, en particular, al aire de refrigeración para el enfriamiento de filamentos. Preferentemente, los filamentos se estiran aerodinámicamente en la unidad de estiramiento. Se prefiere que los filamentos se produzcan como filamentos monocomponente. En principio, también pueden producirse filamentos de dos componentes o filamentos multicomponente.

30 Se prefiere que el aire del proceso con un flujo volumétrico V2 se escape de la segunda sección inferior de la cámara de refrigeración y que la proporción del flujo volumétrico V1 que escapa desde la primera sección superior de la cámara de refrigeración con respecto al flujo volumétrico V2 (V1/V2) que escapa de la segunda sección de la cámara de refrigeración inferior sea de 0 a 0,5, preferentemente de 0,05 a 0,5 y particularmente preferente de 0,1 a 0,45. En una posible disposición, los filamentos que escapen de la segunda sección inferior de la cámara de refrigeración y el aire de proceso que escapa de la segunda sección inferior de la cámara de refrigeración se introducen en la unidad de estiramiento.
35

40 Se prefiere que el aire del proceso de la primera sección superior de la cámara de refrigeración escape con una velocidad v1 a la segunda sección inferior de la cámara de refrigeración, que el aire de proceso se escape de la segunda sección inferior de la cámara de refrigeración con una velocidad v2 y que la proporción de velocidades v1/v2 sea de 0,2 a 0,5, preferentemente de 0,25 a 0,5 y preferentemente de 0,3 a 0,5. En otra variante, la proporción de velocidades v1/v2 es de 0,35 a 0,45 y, en particular, por ejemplo, de 0,4. Entre la cámara de refrigeración y la unidad de estiramiento se puede ubicar un paso intermedio. El canal intermedio desde la salida de la cámara de refrigeración a la entrada de un canal cubierto de la unidad de estiramiento está convergiendo en forma de cuña en
45 sección vertical. De manera conveniente, el canal intermedio converge en forma de cuña a la entrada del canal cubierto en sección vertical en el ancho de entrada del canal de estiramiento. En la fabricación de ciertos productos textiles hilados de la invención, no se proporciona suministro de aire en el intervalo de la cámara de refrigeración y en la región de transición entre la cámara de refrigeración y la unidad de estiramiento, aparte del suministro de aire de proceso en la cámara de refrigeración. En ese sentido, la invención funciona con un sistema cerrado. Preferentemente, en la sección de la cámara de refrigeración, en la región del canal intermedio y en la región de la unidad de estiramiento, no se proporcionará suministro de aire del exterior, aparte del suministro de aire de proceso en la cámara de refrigeración. Se recomienda disponer al menos un difusor entre la unidad de estiramiento y el dispositivo de almacenamiento. Dicho difusor tiene ventajosamente un dispositivo de almacenamiento orientado hacia la sección divergente o una sección con paredes laterales divergentes. Como resultado de ello, resulta más
50 fácil una deposición a prueba de fallos de los filamentos en una banda no uniforme. Preferentemente, el aparato de deposición es una correa transportadora que circula sin fin. Los filamentos se depositan sobre esta correa transportadora para el producto textil no tejido hilado, y posteriormente, el producto textil se compacta y/o se consolida de forma adecuada, preferentemente, la consolidación se produce en un laminador.

60 En un proceso adecuado para la producción continua de un producto textil no tejido hilado de la invención, los filamentos se hilan a través de una hilera y se guían pasando el dispositivo de escape de monómeros a una cámara de refrigeración, los filamentos se enfrían en la cámara de refrigeración con aire de proceso, la cámara de refrigeración está dividida en dos secciones de cámara de refrigeración, y se puede extraer aire del proceso de una primera sección superior de la cámara de refrigeración con un flujo volumétrico VM (tal como un vacío) al dispositivo de escape de monómeros, saliendo dicho aire de proceso de la primera sección superior de la cámara de refrigeración con un flujo volumétrico V1 a una segunda sección inferior de la cámara de refrigeración, y siendo dicha
65

proporción de flujo volumétrico VM/V1 de 0,1 a 0,3, preferentemente, de 0,12 a 0,25, en el que los filamentos, tras abandonar la cámara de refrigeración, se introducen en una unidad de estiramiento y en el que los filamentos se depositan en una correa transportadora para el producto textil no tejido hilado.

- 5 Está dentro del alcance de la invención que los filamentos de un producto textil no tejido de la presente invención estén presentes como filamentos monocomponente.

También está dentro del alcance de la invención que los filamentos de los productos textiles hilados de la presente invención sean estirados. El estiramiento de los filamentos se lleva a cabo hasta obtenerse un diámetro de filamento de 0,3 a 5, como alternativa, de 0,3 a 2 denier, como alternativa, de 0,3 a 0,9 denier. De manera conveniente, el diámetro de los filamentos es inferior a 3 denier, como alternativa, inferior a 2,5 denier, como alternativa, inferior a 2 denier, como alternativa, inferior 1 denier. El diámetro del filamento se mide en los filamentos depositados en el producto textil no tejido hilado.

15 En una realización preferida, cualquiera de los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) de acuerdo con la presente invención tiene una resistencia a la tracción específica en la DT (determinada a partir de la carga máxima de la curva de fuerza-alargamiento medida mediante el ensayo de Socios Estratégicos Mundiales 110.4(5)) (WSP 110.4 (05)) de al menos 1 N/5 cm/gsm, preferentemente, de al menos 1,1 N/5 cm/gsm, preferentemente, de al menos 1,2 N/5 cm, para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producidos a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min. La resistencia a la tracción específica en la DT (N/5 cm/gsm) es la resistencia en la DT (N/5 cm) dividida entre el gramaje del producto textil (gsm) (normalización).

25 En una realización preferida, cualquier producto textil (tal como producto textil no tejido) de acuerdo con la presente invención tiene una resistencia a la tracción específica en la DM (medida por el WSP 110.4 (05)) de al menos 2,7 N/5 cm/gsm, preferentemente, de al menos 2,9 N/5 cm/gsm, preferentemente, de 3,0 N/5 cm/gsm, para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producidos a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min. La resistencia a la tracción específica en la DM (N/5 cm/gsm) es la resistencia en la DM (N/5 cm) dividida entre el gramaje del producto textil (gsm) (normalización).

35 En una realización preferida, cualquiera de los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) de acuerdo con la presente invención tiene una anisotropía de resistencia a la tracción definida como la proporción de la resistencia a la tracción específica en la DM frente a la de DT (medida por el WSP 110.4 (05)) inferior a aproximadamente 2,7, preferentemente inferior a aproximadamente 2,6, preferentemente, inferior a aproximadamente 2,6 para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producido a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min.

40 En una realización preferida, cualquiera de los productos textiles de la invención u otros productos textiles que contengan las fibras de la presente invención (tales como productos textiles no tejidos) tiene una mano total (determinada como se describe en los Métodos de ensayo a continuación) inferior a aproximadamente 6,8 g, preferentemente, inferior a aproximadamente 6,6 g, preferentemente, inferior a aproximadamente 6,5 g para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producido a una velocidad lineal de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min. Preferentemente, los productos textiles fabricados en el presente documento tienen una mano total inferior a aproximadamente 6,8 g y, más preferentemente, inferior a aproximadamente 6,5 g.

50 En una realización preferida, cualquiera de los productos textiles de la invención u otros productos textiles que contengan las fibras de la presente invención (tales como productos textiles no tejidos) preparados de acuerdo con la presente invención tienen un módulo de tracción en la DM (determinado como se describe en los Métodos de ensayo a continuación) inferior a aproximadamente 35 N/5 cm/gsm, preferentemente, inferior a aproximadamente 32 N/5 cm/gsm, preferentemente, inferior a aproximadamente 30 N/5 cm/gsm, para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producidos a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min.

60 En una realización particularmente preferida, las composiciones que caracterizan los productos textiles y las fibras de la presente invención tienen buena capacidad de hilatura (como se ha definido anteriormente) en combinación con excelentes propiedades de tracción de las fibras y/o propiedades de tracción del producto textil cuando se usan en productos textiles (por ejemplo, resistencia a la tracción específica en la DT de al menos 1,1 N/5 cm/gsm, una resistencia a la tracción específica en la DM de al menos 2,7 N/5 cm/gsm y una mano total de menos de aproximadamente 6,8 gm de fuerza o un módulo de tracción de menos de aproximadamente 32 N/5 cm/gsm, para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producidos a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min.

65 En una realización particularmente preferida, las composiciones que caracterizan los productos textiles y las fibras

de la presente invención tienen buena capacidad de hilatura (como se ha definido anteriormente) en combinación con, cuando se usan en los productos textiles de la invención, una anisotropía de tracción del producto textil (proporción de la resistencia a la tracción específica en la DM con respecto a la de DT determinada según WSP 110.4 (05)) inferior a aproximadamente 2,7, para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producidos a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min.

En una realización particularmente preferida, las composiciones que caracterizan los productos textiles y las fibras de la presente invención tienen buena capacidad de hilatura (como se ha definido anteriormente) en combinación con, cuando se usan en los productos textiles de la invención, propiedades de tracción del producto textil sobresalientes (por ejemplo, resistencia a la tracción específica en la DT de al menos 1,2 N/5 cm/gsm, resistencia a la tracción específica en la DM de al menos 2,9 N/5 cm/gsm y una mano total de menos de aproximadamente 6,6 gm de fuerza o un módulo de tracción de menos de aproximadamente 30 N/5 cm/gsm, para un gramaje del producto textil en el intervalo de 8 a 12 gsm producidos a una velocidad de línea de al menos 600 m/min y, más preferentemente, de al menos 700 m/min y, más preferentemente, de al menos 800 m/min.

En una realización particularmente preferida, las composiciones que caracterizan las fibras y los productos textiles de la invención tienen excelente capacidad de hilatura (por ejemplo, fabricación estable sin roturas), en particular, cuando se fabrican fibras finas (por ejemplo, inferiores a 18 micrómetros o, equivalentemente, inferiores a aproximadamente 2 denier).

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) fabricados usando los materiales descritos en el presente documento tienen: 1) una proporción del alargamiento en la DT con respecto a la resistencia máxima en la DT de 40 o superior, medida a una velocidad de 200 mm/min y longitud de calibración de 100 mm (WSP110.4 (0.5)), preferentemente, de 45 o superior; y 2) una resistencia en la DT de Y N/5 cm/gsm o superior, en la que $Y = -0,0005(X) + 1,46$ (preferentemente, 1,48, preferentemente, 1,5, preferentemente, 1,6), en la que X es la velocidad de la línea de producción del producto textil, y es de al menos 400 m/min, siempre que la resistencia en la DT sea de al menos 1,0 N/5 cm/gsm. El alargamiento máximo en la DT (también denominado alargamiento en DT) y la resistencia máxima en la DT (también denominada resistencia en la DT) se determinan de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min. a menos que se indique lo contrario.

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) fabricados usando los materiales descritos en el presente documento tienen una resistencia en la DT de Y N/5 cm/gsm o superior, en la que $Y = -0,0009(X) + 1,965$ (preferentemente, 2,1, preferentemente, 2,3), en la que X es la velocidad de la línea de producción del producto textil, y es de al menos 400 m/min. La resistencia en la DT se determina de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min.

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) fabricados usando los materiales descritos en el presente documento tienen una resistencia en la DT de Y N/5 cm/gsm o superior, en la que $Y = -0,0008(X) + 1,85$ (preferentemente, 1,95), en la que X es la velocidad de la línea de producción del producto textil, y es de al menos 400 m/min. La resistencia en la DT se determina de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min.

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) fabricados usando los materiales descritos en el presente documento tienen una resistencia en la DM de Y N/5 cm/gsm o superior, en la que $Y = -0,0007(X) + 2,145$ (preferentemente, 2,4), en la que X es la velocidad de la línea de producción del producto textil, y es de al menos 400 m/min. La resistencia en la DM (también denominada resistencia máxima en la DM) se determina de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 00 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min.

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) fabricados usando los materiales descritos en el presente documento tienen una resistencia en la DM de Y N/5 cm/gsm o superior, en la que $Y = -0,0006(X) + 2,34$ (preferentemente, 2,4, preferentemente, 2,5), en la que X es la velocidad de la línea de producción del producto textil, y es de al menos 400 m/min. La resistencia en la DM (también denominada resistencia máxima en la DM) se determina de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min.

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como productos textiles no tejidos) fabricados usando los materiales descritos en el presente documento tienen una resistencia en la DM de Y N/5 cm/gsm o superior, en la que $Y = -0,0007(X) + 2,715$ (preferentemente, 2,8, preferentemente, 2,9), en la que X es la velocidad de la línea de producción del producto textil, y es de al menos 400 m/min. La resistencia en la DM (también denominada resistencia máxima en la DM) se determina de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min.

En otra realización preferida, los productos textiles (tales como los productos textiles no tejidos) fabricados usando

los materiales descritos en el presente documento se producen a una velocidad de línea de al menos 500 m/min (preferentemente, al menos 600 m/min, al menos 700 m/min, al menos 800 m/min, al menos 850 m/min, al menos 900 m/min).

5 Aplicabilidad industrial

Las fibras y los productos textiles de la invención tienen una amplia aplicabilidad que abarca varias industrias. Por ejemplo, los productos textiles de la invención se pueden usar en la fabricación de productos higiénicos. Los ejemplos incluyen pañales y productos para la higiene femenina. Los productos textiles de la invención también son útiles para productos médicos. Los ejemplos incluyen productos textiles médicos para batas, ropa de cama, toallas, vendajes, envolturas de instrumentos, uniformes, máscaras, vendajes para la cabeza y cortinas. Además, los productos textiles de la invención son útiles en la fabricación de productos de consumo. Los ejemplos incluyen fundas de asientos, ropa de cama para el hogar, mantelerías y fundas de automóviles. También se contempla que los productos textiles de la invención pueden constituir bien una parte o un componente de los artículos descritos anteriormente.

Las fibras y bandas no tejidas de la presente invención se pueden formar en productos textiles, indumentaria, prendas de ropa, prendas médicas, batas quirúrgicas, paños quirúrgicos, pañales, pantalones de entrenamiento, compresas sanitarias, protege-slips, prendas para la incontinencia, cubrecolchones, bolsas, material de embalaje, envases, trajes de baño, revestimientos impermeables a los fluidos corporales, capas impermeables a los fluidos corporales, capas permeables a los fluidos corporales, cobertores permeables a los fluidos corporales, absorbentes, tejidos, materiales compuestos no tejidos, revestimientos, revestimientos de paños, estropajos, máscaras faciales, respiradores, filtros de aire, bolsas de aspiradora, absorbentes de aceites y derrames químicos, aislamiento térmico, apósitos de primeros auxilios, vendajes médicos, relleno de fibra, prendas de vestir de exterior, relleno de edredones, acolchado para muebles, medios filtrantes, estropajos, materiales para toallitas, calcetería, asientos de automóviles, muebles tapizados, alfombras, refuerzo para alfombras, medios filtrantes, toallitas desechables, recubrimientos para pañales, producto textil para jardinería, geomembranas, productos geotextiles, sacos, envolturas para el hogar, barreras de vapor, ropa transpirable, sobres, productos textiles anti-manipulación, embalaje protector y posavasos.

En una realización preferida, las composiciones de la presente invención se pueden usar para construcción de armazón de pañales y compresas desechables, incluyendo: elástico de pierna de pañal para bebé, cinta frontal de pañal, manguito de pierna de pañal, construcción de armazón de pañal, estabilización del núcleo de pañal, capa de transferencia de líquido de pañal, laminación de la cubierta exterior de pañal, laminación de manguito elástico de pañal, estabilización del núcleo de compresa, tira adhesiva de compresa. El pañal puede ser de varias formas adecuadas. Por ejemplo, el pañal puede tener una forma rectangular general, forma de T o una forma de reloj de arena aproximadamente. Otros componentes adecuados que pueden incorporarse a un pañal que comprende las composiciones descritas en el presente documento incluyen solapas para la cintura y similares que son conocidos en general por los expertos en la materia. Los ejemplos de configuraciones de pañal adecuados para su uso en conexión con la presente invención que pueden incluir otros componentes adecuados para su uso en pañales se describen en la patente de EE.UU. n.º 4.798.603 de Meyer *et al.*; patente de EE.UU. n.º 5.176.668 de Bemardin; patente de EE.UU. n.º 5.176.672 de Bruemmer *et al.*; patente de EE.UU. n.º 5.192.606 de Proxmire *et al.* y patente de EE.UU. n.º 5.509.915 de Hanson *et al.*, cada una de las cuales se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

Preferentemente, los diversos componentes de un pañal que comprende las fibras y los productos textiles no tejidos de la presente invención se ensamblan entre sí empleando diversos tipos de medios de unión adecuados, tales como unión adhesiva, unión ultrasónica, unión térmica puntual o combinaciones de las mismas. En la realización mostrada, por ejemplo, la lámina superior y la lámina posterior pueden ensamblarse entre sí y con la estructura de retención de líquidos con revestimientos de adhesivo, tales como un adhesivo sensible a la presión y fundido en caliente.

En otra realización, las fibras y/o los productos textiles no tejidos de la presente invención se usan en pantalones de entrenamiento. Diversos materiales y métodos para construir los pantalones de entrenamiento se describen en la solicitud de patente PCT WO 00/37009, publicada en enero de 29, 2000 por A. Fletcher *et al.*; la patente de EE.UU. n.º 4.940.464 concedida el 10 de julio de 1990 a Van Gompel *et al.*; la patente de EE.UU. n.º 5.766.389 concedida el 16 de junio de 1998 a Brandon *et al.*; y la patente de EE.UU. n.º 6.645.190 concedida el 11 de noviembre de 2003 a Olson *et al.*, estando cada una de ellas incorporada en el presente documento por referencia en su totalidad.

Las realizaciones de las fibras, de los productos textiles y de los artículos de la presente invención de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas incluyen fibras, productos textiles y artículos que comprenden:

1. Una composición de polímero de propileno que comprende al menos el 50 % molar de propileno, teniendo dicha composición polimérica:

a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 10 dg/min a

aproximadamente 21,5 dg/min;

b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8)] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28;

c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe a continuación, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 131 °C; y

d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97 o superior; y

e) opcionalmente, una tangente de pérdida, $\tan\delta$, [definida por la siguiente Ec. (2)] a una frecuencia angular de 0,1 rad/s a 190 °C de aproximadamente 10 a aproximadamente 70.

2. La composición de polímero de propileno del párrafo 1, composición que comprende una combinación de dos o más polímeros de propileno.

3. La composición de polímero de propileno del párrafo 1 o 2, composición de polímero de propileno que tiene un índice de relación de tensión adimensional R_1 a 190 °C de 1,2 a 4,5.

4. La composición de polímero de propileno de los párrafos 1, 2 o 3, composición de polímero de propileno que tiene un índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3 a 190 °C de 6 a 13.

5. La composición de polímero de propileno del párrafo 1, 2, 3 o 4, composición de polímero de propileno que tiene un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 a 190 °C de 1,5 a 20.

6. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 5, composición de polímero de propileno que tiene una T_{pf} (segunda fusión, 1 °C/min) de 120 °C o superior.

7. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 6, composición de polímero de propileno que tiene un porcentaje de cristalinidad del 20 al 80 %.

8. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 7, composición de polímero de propileno que tiene una temperatura de transición vítrea, T_g , de -50 °C a 120 °C.

9. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 8, composición de polímero de propileno que tiene una temperatura de cristalización, T_c , (1 °C/min) de 15 a 150 °C.

10. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 9, composición de polímero de propileno que tiene un índice de ramificación (g'_{vis}) de 0,85 o superior.

11. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 10, composición de polímero de propileno que comprende un polímero de propileno que tiene una PM_p/PM_n de 1 a 7, y/o una PM_z/PM_p de 1,5 a 2,5.

12. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 11, composición de polímero de propileno que tiene una $T_{c, reol}$, de 135 °C o superior.

13. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 12, composición de polímero de propileno que tiene una T_{pf} (10 °C por minuto) de 120 °C o superior y una T_{pc} (1 °C por minuto) de 125 °C o superior.

14. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 13, composición de polímero de propileno que tiene un parámetro de sobrefriamiento SPC (1 °C por minuto) de -11 °C o inferior y un SPC (10 °C por minuto) de -1 °C o inferior.

15. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 14, composición de polímero de propileno que tiene una T_{pf} (1 °C por minuto) de 140 °C o superior y un índice de relación de tensión adimensional R_1 a 190 °C de 1,2 a 4,6.

16. La composición de polímero de propileno de cualquiera de los párrafos 1 a 15, composición de polímero de propileno que tiene una T_{pf} (1 °C por minuto) de 125 °C o superior y una T_{pc} (10 °C por minuto) de 115 °C o superior y un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 a 190 °C de 1,50 a 20.

17. La composición de polímero de propileno del párrafo 1, composición de polímero de propileno que tiene además:

1)

a) un índice de relación de tensión adimensional R_1 [definido por la siguiente Ec. (7)] a 190 °C de aproximadamente 1,2 a aproximadamente 4,5; **O**

b) un índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3 [definido por la siguiente Ec. (9)] a 190 °C de aproximadamente 6 a aproximadamente 13; **O**

c) un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 [definido por la siguiente Ec. (10)] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 20; **O**

d) una tangente de pérdida ($\tan\delta$) a una frecuencia angular de 0,1 rad/s [definida por la siguiente Ec. (2)] a 190 °C de aproximadamente 14 a aproximadamente 70; **O**

e) una relación de tensión (SR) a una velocidad de cizalla de 500 s⁻¹ [definida por la siguiente Ec. (6)] a 190 °C de aproximadamente 3,1 a aproximadamente 6,1; **Y**

2)

a) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 1 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 125 °C o superior; **O**

- b) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 117 °C o superior; **O**
- c) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 10 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -2 °C; **O**
- 5 d) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -13 °C; **Y** opcionalmente
- 3) un número total de defectos (estéreo y regio) por cada 10.000 monómeros inferior a aproximadamente 103.
- 10 18. La composición de polímero de propileno del párrafo 17, composición de polímero de propileno que tiene:
- 1) un MFR en el intervalo de aproximadamente 14 dg/min a aproximadamente 19 dg/min; **Y**
- 15 2)
- a) un índice de relación de tensión adimensional R_1 [definido por la siguiente Ec. (7)] a 190 °C de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 3,0; **O**
- 20 b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8)] a 190 °C de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 6,5; **O**
- c) un índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3 [definido por la siguiente Ec. (9)] a 190 °C de aproximadamente 7,0 a aproximadamente 10,0; **O**
- d) un índice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4 [definido por la siguiente Ec. (10)] a 190 °C de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 6,0; **O**
- 25 e) una tangente de pérdida ($\tan\delta$) a una frecuencia angular de 0,1 rad/s [definida por la siguiente Ec. (2)] a 190 °C de aproximadamente 35 a aproximadamente 65; **O**
- f) una relación de tensión (SR) a una velocidad de cizalla de 500 s⁻¹ [definida por la siguiente Ec. (6)] a 190 °C de aproximadamente 3,3 a aproximadamente 4,0; **Y**
- 30 3)
- a) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo $T_{c\ reol}$ (a través de reología SAOS, 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 134 °C o superior; **O**
- 35 b) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 1 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 133 °C o superior; **O**
- c) una T_{pc} (medida mediante DSC a una velocidad de enfriamiento de 10 °C por minuto) con agente de nucleación al 0 % de al menos aproximadamente 123 °C o superior; **O**
- d) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 10 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -3,5 °C; **O**
- 40 e) un parámetro de sobreenfriamiento SCP (medido mediante DSC a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 1 °C/min) con agente de nucleación al 0 % inferior a aproximadamente -17,0 °C; **Y**
- 45 4)
- a) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ¹³C de al menos aproximadamente 100 o superior; **O**
- 50 b) un número total de defectos (estéreo y regio) por cada 10.000 monómeros inferior a aproximadamente 100.
19. La composición de cualquiera de los párrafos 1 a 18, en la que el polímero de propileno no ha sido viscorreducido.
20. La composición de cualquiera de los párrafos 1 a 19, en la que el polímero de propileno ha sido viscorreducido.
- 55 21. La composición de cualquiera de los párrafos 1 a 20 que tiene un módulo de flexión secante al 1 % de aproximadamente 1.310,05 MPa (190 kpsi) o superior.
22. La composición de cualquiera de los párrafos 1 a 21 que tiene una resistencia a la tracción en deformación de aproximadamente 32,4 MPa (4.700 psi) o superior.
- 60 23. La composición de cualquiera de los párrafos 1 a 22 que tiene una temperatura de distorsión térmica a 0,45 MPa (66 psi) de aproximadamente 95 °C o superior.
24. Una mezcla que comprende 1) un homopolipropileno que tiene un MFR de 22 dg/min o, más preferentemente, de 20 a 30 dg/min, preferentemente, de 22 a 28 dg/min, preferentemente de aproximadamente 25 dg/min); y 2) la composición de cualquiera de los párrafos 1 a 23.
- 65 25. La mezcla del párrafo 24 en la que el homopolipropileno que tiene un MFR de 22 dg/min o superior está presente del 99 % en peso al 1 % en peso, basado en el peso de la mezcla (preferentemente, del 95 al 50 % en

peso, preferentemente, del 95 al 75 % en peso), y la composición de cualquiera de los párrafos 1 a 22 está presente del 1 % en peso al 99 % en peso, basado en el peso de la mezcla, preferentemente, del 5 % en peso al 50 % en peso, preferentemente, del 5 % en peso al 25 % en peso.

26. Un pañal que comprende la composición o la mezcla de cualquiera de los párrafos 1 a 25.

5

Métodos de ensayo

El **índice de fluidez** (MFR), definido en gramos de polímero por cada 10 min (g/10 min o su unidad equivalente dg/min), se midió de acuerdo con ASTM D1238 (2,16 kg, 230 °C).

10

Se realizaron experimentos de **reología de fusión de barrido de frecuencia oscilante de ángulo pequeño (SAOS)** a 190 °C usando un cono de 25 mm (1 °) y configuración de placa en un reómetro de presión/tensión controlado por MCR301 (Anton Paar GmbH). Se prepararon discos de ensayo de muestra (25 mm de diámetro, 1 mm de espesor) mediante moldeado por compresión de microgránulos (que, cuando es necesario, se pueden preparar a partir de muestras de fibra) a 190 °C usando una prensa de laboratorio Schwabenthan (200T). El ciclo típico para la preparación de la muestra es de 1 minuto sin presión, seguido por 1,5 minutos bajo presión (5.000 kPa [50 bares]) y luego el enfriamiento durante 5 minutos entre placas enfriadas con agua. La muestra se equilibró primero a 190 °C durante 13 minutos para borrar cualquier historial térmico y de cristalización anterior. Seguidamente, se realizó un barrido de frecuencia angular de 500 rad/s a 0,0232 rad/s usando 6 puntos/década y un valor de deformación del 10 % en la región viscoelástica lineal determinada a partir de experimentos de barrido con deformación. Todos los experimentos se realizaron en una atmósfera de nitrógeno para reducir al mínimo cualquier degradación de la muestra durante los ensayos reológicos.

15

20

Para los fines de la presente invención y sus reivindicaciones, la viscosidad de velocidad de cizalla cero, η_0 , se define a partir de los módulos dinámicos de almacenamiento dependiente de la frecuencia (G') y pérdida (G''), y un método de espectro de relajación diferenciado, basado en una regresión lineal (según lo descrito en Bird, R. B., C. F., Curtiss, R. C. Armstrong y O. Hassager, "Dynamics of Polymeric Liquids", 2ª Ed., (Wiley, Nueva York, 1987), Vol. 1. y Dofas, A. K., Rice, L., Thurston, W., "Shear and Extensional Rheology of Polypropylene Melts: Experimental and Modeling Studies", *J. Rheology* 55, 95-126 (2011)) de la siguiente manera:

25

30

$$\eta_0 = \sum_{j=1}^M \lambda_j G_j \quad (1)$$

en la que M es el número de modos de relajación diferenciados, que depende del intervalo de frecuencias angulares experimentales como se describe en Bird *et al.* (1987), λ_j es un tiempo de relajación diferenciado del espectro diferenciado y G_j es el módulo de cizalla correspondiente.

35

En el caso de composiciones en las que la zona terminal (es decir, G' proporcional a ω^2 y G'' proporcional a ω) se ha alcanzado dentro del intervalo de frecuencia del experimento, por lo tanto, la viscosidad compleja $|\eta^*|$ no alcanza un valor de meseta, η_0 debe medirse mediante experimentos de fluencia en fusión como se describe en Macosko (C. W., "Rheology Principles, Measurements and Applications" (Wiley-VCH, Nueva York, 1994) y Ansari *et al.* (Ansari, M., S. Hatzikiriakos, A. Sukhadia, D. Rohlfing, "Rheology of Ziegler-Natta and Metallocene High-Density Polyethylenes: Broad Molecular Weight Distribution Effects", *Rheol. Acta* 50, 17-27, 2011). En todos los ejemplos presentados en la presente invención, se usó la Ec. (1) para la determinación de la viscosidad a velocidad de cizalla cero η_0 . A partir de los módulos dinámicos de almacenamiento (G') y pérdida (G'') [Macosko, C. W., "Rheology Principles, Measurements and Applications" (Wiley-VCH, Nueva York, 1994)], la tangente de pérdida ($\tan\delta$) se define como:

40

45

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (2)$$

la tangente de pérdida, $\tan\delta$, en especial, a bajas frecuencias angulares (por ejemplo, 0,1 rad/s), es una medida de la elasticidad de fusión, y se refiere a las características moleculares (por ejemplo, la distribución de cadenas cortas y largas, la densidad de enredos moleculares, la ramificación de cadena, etc.) de la composición. En la presente invención, la primera diferencia de tensión normal (N_1) a un flujo de cizalla constante de velocidad de cizalla constante $\dot{\gamma}$ se determina en función de los módulos dinámicos, G' y G'' , de la siguiente manera [Laun, H. M., "Prediction of elastic strains of polymer melts in shear and elongation", *J. Rheol.* 30 459-501 (1986)]:

50

55

$$N_1(\dot{\gamma}) = 2 G' \left[1 + \left(\frac{G'}{G''} \right)^2 \right]^{0,7} \quad \text{para } \omega = \dot{\gamma} \quad (3)$$

5 en la que G' y G'' se refieren a una frecuencia angular ω y la temperatura tanto de los experimentos SAOS como de los experimentos de cizalla constante es idéntica, N. Ec. (3) se refiere en el presente documento a "la regla de Laun". En la presente invención, la tensión de cizalla constante τ_{yx} se calcula a partir de la norma de la viscosidad compleja $|\eta^*|$ acuerdo con la regla de Cox-Merz [Cox, W. P. y E. H. Merz, "Correlation of dynamic and steady flow viscosities", *J. Polym. Sci.* 28, 619-621 (1958)]:

$$\tau_{yx}(\dot{\gamma}) = \omega |\eta^*(\omega)| \quad \text{para } \omega = \dot{\gamma} \quad (4)$$

10 en la que la norma de la viscosidad compleja se calcula a partir de G' y G'' en función de la frecuencia ω de la siguiente manera [Macosko, C. W., "Rheology Principles, Measurements and Applications" (Wiley-VCH, Nueva York, 1994)]:

$$|\eta^*(\omega)| = \frac{(G'^2 + G''^2)^{1/2}}{\omega} \quad (5)$$

15

La relación de tensión (SR) se define de la siguiente manera:

$$SR(\dot{\gamma}) = \frac{N_1(\dot{\gamma})}{\tau_{yx}(\dot{\gamma})} \quad (6)$$

20

se demostró la aplicabilidad tanto de la regla de Cox-Merz [Cox y Merz (1957)] como de la regla de Laun [Laun 1986] para una variedad de sistemas de polipropileno en "Shear and Extensional Rheology of Polypropylene Melts: Experimental and Modeling Studies", Doufas *et al.*, *J. Rheol.* 55, 95 (2011). Basándose en las propiedades reológicas anteriores, se definen varios índices reológicos relacionados con las características moleculares de la siguiente manera:

25

Índice de tensión adimensional R_1 :

$$R_1 = \frac{(SR(500 \text{ s}^{-1})\eta_0)}{2040} \quad (7)$$

30

en el que η_0 [Ec. (1)] está en unidades de Pa s.

Índice de tensión/índice de tangente de pérdida adimensional R_2 :

$$R_2 = \frac{\left(\frac{SR(500 \text{ s}^{-1})\eta_0}{\tan \delta(0,1 \text{ rad / s})} \right)}{248} \quad (8)$$

35

en el que η_0 [Ec. (1)] está en Pa s.

Índice de adelgazamiento por cizalla adimensional R_3

$$R_3 = \frac{\eta_o}{\eta (500 \text{ s}^{-1})} \quad (9)$$

5 en el que la viscosidad de cizalla constante $\eta(500 \text{ s}^{-1})$ se calcula a partir de la Ec. (5) y el uso de la regla de Cox-Merz [Cox, W. P. y E. H. Merz, "Correlation of dynamic and steady flow viscosities", *J. Polym. Sci.* 28, 619-621 (1958)]. *Indice de tangente de pérdida/elasticidad adimensional R_4*

$$R_4 = \frac{\eta_o}{\tan \delta (0,1 \text{ rad/s})} / 8,55 \quad (10)$$

en el que η_o [Ec. (1)] está en unidades de Pa s.

10 Como se ha mencionado anteriormente, la tangente de pérdida, $\tan \delta$, a baja frecuencia angular (por ejemplo, 0,1 rad/s) es sensible a la estructura molecular, y se refiere al tiempo de relajación más prolongado en fusión, así como a las propiedades relacionadas con la fluencia (por ejemplo, el cumplimiento de la fluencia en estado estacionario y el cumplimiento de la fluencia recuperable) (C. W. Macosko, "Rheology Principles, Measurements and Applications" (Wiley-VCH, Nueva York, 1994). Por lo tanto, los índices reológicos intrínsecos a la composición, por ejemplo, los definidos en las ecuaciones (7)-(8), (10), pueden expresarse, en principio, en términos del tiempo de relajación más prolongado y de las propiedades de fluencia en fusión.

15 **Cristalización mediante reología SAOS:** Se controló la cristalización mediante la reología SAOS, en la que la muestra se enfrió desde el estado en fusión (a 190 °C) a una velocidad de enfriamiento fija usando una configuración de placas paralelas de 25 mm en un reómetro de deformación controlada ARES 2001 (TA Instruments). Se fabricaron discos de ensayo de muestra (25 mm de diámetro, 2,5 mm de espesor) con una prensa de laboratorio Carver a 190 °C. Se dejó que las muestras se asentaran sin presión durante aproximadamente 3 minutos para que se fundieran, y luego se mantuvieron bajo presión durante tres minutos para moldear por compresión la muestra. Los discos tenían originalmente un espesor de aproximadamente 2,5 mm, sin embargo, tras recortar la muestra de las placas paralelas, se usó un espacio de 1,9 mm entre las placas. Se tuvo en cuenta la expansión térmica de las herramientas durante los ensayos de SAOS para mantener un espacio constante a lo largo del ensayo. Primero, se calentó la muestra desde la temperatura ambiente hasta 190 °C. Se equilibró la muestra a 190 °C (estado fundido) durante 15 minutos para borrar cualquier historial térmico y de cristalización anterior. La temperatura se controló de forma reproducible a $\pm 0,5$ °C. A continuación, se enfrió la muestra desde 190 °C a una velocidad de enfriamiento constante de 1 °C/min y una frecuencia angular de 1 rad/s usando una deformación del 1 % situada en la región viscoelástica lineal. Para finalizar el experimento, se usó un criterio de par máximo. Tras iniciarse la cristalización durante el ensayo reológico, el instrumento entra en una condición de sobrecarga cuando se alcanza el par máximo, y el ensayo se detiene automáticamente. Todos los experimentos se realizaron en una atmósfera de nitrógeno para reducir al mínimo cualquier degradación de la muestra durante los ensayos reológicos. La cristalización se observó por un aumento brusco/repentino de la viscosidad compleja y una disminución brusca/repentina (por etapas) de la tangente de pérdida $\tan \delta$ (es decir, un gráfico de viscosidad compleja frente a la temperatura y de tangente de pérdida frente a la temperatura representa un región en forma de cuello de un cambio repentino en las propiedades reológicas debido a la aparición de cristalización). La "temperatura de cristalización inicial a través de la reología", $T_{c, \text{reol}}$, se define como la temperatura a la que se observa un aumento brusco (es decir, de tipo cuello) de la viscosidad compleja y una disminución brusca simultánea de $\tan \delta$. La reproducibilidad de $T_{c, \text{reol}}$ es de ± 1 °C. La reproducibilidad del módulo complejo y de los módulos dinámicos en función de la temperatura está en 3 %.

Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

45 Se midieron la temperatura de cristalización máxima (T_{pc}), la temperatura de fusión máxima (T_{pf}) y el calor de fusión (ΔH_f) mediante Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) en muestras de microgránulos usando una unidad DSCQ200 (TA Instruments). La DSC se calibró para la temperatura usando cuatro patrones (estaño, indio, ciclohexano y agua). Se usó el flujo de calor del indio (28,46 J/g) para calibrar la señal de flujo de calor. Se selló una muestra de 3 a 5 mg de polímero, normalmente en forma de microgránulos en una bandeja convencional de aluminio con tapas planas, y se cargó en el instrumento a temperatura ambiente.

50 En el caso de la determinación de T_{pc} y T_{pf} correspondientes a velocidades de enfriamiento y calentamiento de 1 °C/min, se usó el siguiente procedimiento. Primero, se equilibró la muestra a 25 °C y después se calentó a 200 °C usando una velocidad de calentamiento de 20 °C/min (primer calentamiento). Se mantuvo la muestra a 200 °C durante 5 minutos para borrar cualquier historial térmico y de cristalización anterior. La muestra se enfrió después a 95 °C con una velocidad de enfriamiento constante de 1 °C/min (primer enfriamiento). Se mantuvo la muestra isotérmica hasta 95 °C durante 5 min antes de calentarse hasta 200 °C a una velocidad de calentamiento constante de 1 °C/min (segundo calentamiento). El máximo exotérmico de cristalización (primer enfriamiento) se analizó usando el software TA Universal Analysis, y se determinó la temperatura de cristalización máxima (T_{pc}) correspondiente a una velocidad de enfriamiento de 1 °C/min. El máximo endotérmico de fusión (segundo

calentamiento) también se analizó usando el software TA Universal Analysis, y se determinó la temperatura de fusión máxima (T_{pf}) correspondiente a 1 °C/min.

5 En el caso de la determinación de T_{pc} y T_{pf} correspondientes a velocidades de enfriamiento y calentamiento de 10 °C/min, se usó el siguiente procedimiento. Primero, se equilibró la muestra a 25 °C y después se calentó a 200 °C usando una velocidad de calentamiento de 10 °C/min (primer calentamiento). Se mantuvo la muestra a 200 °C durante 10 minutos para borrar cualquier historial térmico y de cristalización anterior. La muestra se enfrió después hasta 25 °C con una velocidad de enfriamiento constante de 10 °C/min (primer enfriamiento). La muestra se mantuvo isotérmica a 25 °C durante 10 min antes de calentarse hasta 200 °C a una velocidad de calentamiento constante de 10 °C/min (segundo calentamiento). El máximo exotérmico de cristalización (primer enfriamiento) se analizó usando el software TA Universal Analysis, y se determinó la temperatura de cristalización máxima (T_{pc}) correspondiente a una velocidad de enfriamiento de 10 °C/min. El máximo endotérmico de fusión (segundo calentamiento) también se analizó usando el software TA Universal Analysis, y se determinó la temperatura de fusión máxima (T_{pf}) correspondiente a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min.

15 En cualquiera de los métodos para determinar la cristalización y las temperaturas máximas de fusión, siempre se mantuvo la misma velocidad de enfriamiento y calentamiento (1 °C/min o 10 °C/min) durante el segundo ciclo (enfriamiento) y el tercer ciclo (calentamiento), respectivamente. Por ejemplo, en los casos en los que la T_{pf} se enumera con su velocidad de calentamiento asociada, se implica que la velocidad de enfriamiento del ciclo precedente fue a la misma velocidad que el ciclo de calentamiento. El porcentaje de cristalinidad (X%) se calcula usando la fórmula: [área bajo la curva de DSC (en J/g)/ H^0 (en J/g)] * 100, en la que el área bajo la curva de DSC se refiere, en el presente documento, al primer ciclo de enfriamiento y H^0 es el calor de fusión para el homopolímero del componente monomérico principal. Estos valores para H^0 se obtendrán de "Polymer Handbook", cuarta edición, publicado por John Wiley and Sons, Nueva York 1999, a excepción del uso de un valor de 290 J/g como el calor de fusión en equilibrio (H^0) para el polietileno 100 % cristalino, el uso de un valor de 140 J/g como el calor de fusión en equilibrio (H^0) para el polibuteno 100 % cristalino, y el uso de un valor de 207 J/g (H^0) como calor de fusión para un polipropileno 100 % cristalino.

20 En la presente invención, la diferencia entre las temperaturas máximas de fusión y cristalización ($T_{pf}-T_{pc}$) medida mediante DSC (a velocidades de aumento de la temperatura de 1 °C/min o 10 °C/min) se denomina "intervalo de sobreenfriamiento", y se expresa en °C. El "límite de sobreenfriamiento", SCL, se define de acuerdo con los documentos US 7.807.769 y US 2010/0113718 de la siguiente manera:

$$SCL = 0,907 T_{pf} - 99,64 \quad (11)$$

35 en la que T_{pf} y SCL se expresan en °C. La patente de EE.UU. n.º 7.807.769 y la publicación de solicitud de patente de EE.UU. n.º 2010/0113718 definen el SCL con la T_{pf} correspondiente a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min (segundo calentamiento), sin embargo, en la presente invención, la Ec. (11) también se usa para definir el SCL a una velocidad de calentamiento de 1 °C/min (segundo calentamiento). El siguiente parámetro denominado SCP "parámetro de sobreenfriamiento" se define en el presente documento de la siguiente manera:

$$SCP = T_{pf} - T_{pc} - SCL \quad (12)$$

45 en la que todos los parámetros de la derecha de la Ec. (12) se expresan en °C, y se refieren a una velocidad de aumento de temperatura de 1 °C/min o 10 °C/min, como se indica. En la Ec. (12), el SCL se calcula a partir de la Ec. (11).

Pesos moleculares (PM_p , PM_n , PM_z y PM_v) por cromatografía de permeación en gel (GPC)

50 Las distribuciones del peso molecular se caracterizaron usando cromatografía de permeación en gel (GPC), también denominada cromatografía de exclusión por tamaño (SEC). Los pesos moleculares (peso molecular medio en peso PM_p , peso molecular medio en número PM_n , peso molecular medio Z PM_z y peso molecular medio viscoso PM_v) se determinaron usando cromatografía de permeación en gel a alta temperatura dotada de un detector de índice de refracción diferencial (DRI). Los detalles experimentales sobre el procedimiento de medición se describen en la literatura por T. Sun, P. Brant, R. R. Chance y W. W. Graessley, "Macromolecules", Volumen 34, Número 19, 6812-6820 (2001) y en la patente de EE.UU. n.º 7.807.769.

60 Se usó un sistema de SEC de alta temperatura PL-GPC-220 de Polymer Laboratories con triple detección y tres columnas B mixtas PLgel de 10 micrómetros de Polymer Laboratories. Los tres detectores en serie son: primero el detector de dispersión de luz láser en ángulo "EOS" MALLS 18 de Wyatt DAWN, seguido por el detector de DRI y,

finalmente, por el detector de viscosímetro diferencial. Las señales de salida del detector se recogen en el software ASTRA de Wyatt, y se analizan mediante un programa de análisis de GPC. Las condiciones detalladas de la GPC se enumeran en la Tabla 8 del documento US 7.807.769. Una base teórica para el análisis de datos también se puede encontrar en el documento US 7.807.769.

5 Se usaron un caudal nominal de 0,5 cm³/min y un volumen de inyección nominal de 300 ml. Las diversas líneas de transferencia, columnas y refractómetro diferencial (el detector DRI, usado principalmente para determinar las concentraciones de la solución de elución) están contenidos en un horno a 145 °C.

10 Se prepararon patrones y muestras en disolvente inhibido de TCB (1,2,4-triclorobenceno). Se usaron cuatro patrones de polietileno (PE) NBS para calibrar la GPC. Los patrones de PE fueron NIST 1482a, NIST 1483a; NIST1484a (patrones de PE limitados) y NIST 1475a (patrones de PE amplios). Las muestras se pesaron con precisión y se diluyeron a una concentración de ~5 mg/ml y se registraron. Se colocaron los patrones y las muestras en un calentador/agitador PL Labs 260 a 160 °C durante dos horas. Estos se filtraron a través de una copa de filtro de acero de 2,0 micrómetros y luego se analizaron.

15 El índice de ramificación (g'_{vis}) se calcula usando el resultado del método SEC-DRI-LS-VIS (descrito en la página 37 del documento US 7.807.769 para g') de la siguiente manera. La viscosidad intrínseca media, $[\eta]_{media}$, de la muestra se calcula mediante:

$$20 \quad [\eta]_{media} = \frac{\sum c_i [\eta]_i}{\sum c_i} \quad (13)$$

en la que las sumas son sobre los cortes cromatográficos, es decir, entre los límites de integración. El índice de ramificación g'_{vis} se define como:

$$25 \quad g'_{vis} = \frac{[\eta]_{media}}{kM_v^a} \quad (14)$$

en la que, para los fines de la presente invención y sus reivindicaciones, $a = 0,695$ y $k = 0,000579$ para los polímeros de etileno lineales, $a =$

30 $0,705$ y $k = 0,0002288$ para los polímeros de propileno lineales, y $a = 0,695$ y $k = 0,000179$ para los polímeros de buteno lineales. El denominador de Ec. (12) representa la viscosidad intrínseca teórica calculada de un polímero lineal. PM_v es el peso molecular medio viscoso basado en los pesos moleculares determinados por el análisis de LS.

35 **Determinación de la tacticidad mediante RMN de ¹³C**

Se usó espectroscopia de RMN de carbono para medir las concentraciones de péntadas meso, los defectos estéreo y regio del polipropileno. Los espectros de RMN de carbono se adquirieron con una sonda de banda ancha de 10 mm en un espectrómetro Varian que tenía una frecuencia de ¹³C de al menos 100 MHz. Las muestras se prepararon en 1,1,2,2-tetracloroetano-d2 (TCE). La preparación de las muestras (disolución del polímero) se realizó a 140 °C, en la que se disolvieron 0,25 gramos de polímero en una cantidad apropiada de disolvente, dando una solución final de polímero de 3 ml. Para optimizar la resolución del desplazamiento químico, las muestras se prepararon sin agente de relajación de acetilacetato de cromo.

45 Las asignaciones del desplazamiento químico para los defectos estéreo (dados como péntadas estéreo) se pueden encontrar en la literatura [L. Resconi, L. Cavallo, A. Fait y F. Piemontesi, *Chem. Rev.* 2000, 100, páginas 1253-1345]. Las péntadas estéreo (por ejemplo, mmmm, mmmr, mrm, etc.) se pueden sumar de forma adecuada, dando una distribución de tríadas estéreo (mm, mr y rr) y el porcentaje molar de díadas (m y r). Se cuantificaron tres tipos de defectos regio: 2,1-eritro, 2,1-treo y 3,1-inserción. Las estructuras y asignaciones de máximos para estos también se dan en la referencia de Resconi *et al.* Las concentraciones para todos los defectos regio (puntuaciones) se dan en términos de número de defectos regio por cada 10.000 unidades de monómero (D_R). Por consiguiente, la concentración de defectos estéreo (puntuaciones) se da como el número de defectos estéreo por cada 10.000 unidades de monómero (D_S). El número total de defectos por cada 10.000 monómeros (D_{total}) se calcula como:

$$50 \quad D_{total} = D_S + D_R \quad (15)$$

55 La longitud de secuencia meso (LSM) media representa el número total de unidades de propileno (como media)

entre los defectos (estéreo y regio) basado en 10.000 monómeros de propileno, y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{LSM} = \frac{10.000}{D_{total}} \quad (16)$$

5 La definición de LSM en la presente invención [Ec. (16)] se basa en el número de puntuaciones o defectos de la cadena estructural debidas a las inserciones de propileno que se han producido de forma no regular (defectos estereo y regio). No incluye las puntuaciones debidas a la presencia de comonomero (por ejemplo, etileno en un copolímero aleatorio de polipropileno). Los defectos regio producen cada uno múltiples máximos en el espectro de RMN de carbono, y todos están integrados y promediados (en la medida en que se resuelven a partir de los otros máximos del espectro), para mejorar la precisión de la medición. Las compensaciones de los desplazamientos químicos de las resonancias resolubles usadas en el análisis se tabulan en el documento US 7.807.769. La integral media para cada defecto se divide entre la integral para una de las principales señales de propileno (CH₃, CH, CH₂) y se multiplica por 10.000 para determinar la concentración de defectos por cada 10.000 monómeros.

15 Mediciones de las propiedades físicas aparentes

El módulo de flexión (módulo de flexión secante al 1 %) se mide según ASTM D790A, usando una velocidad de cruceta de 1,27 mm/min (0,05 pulgadas/min) y una longitud de soporte de 50,8 mm (2,0 pulgadas) usando una máquina Instron.

20 Las propiedades de tracción tales como la resistencia a la tracción con deformación (también denominada en el presente documento límite elástico) y el alargamiento por deformación (también denominado en el presente documento deformación elástica) se midieron según ASTM D638, con una velocidad de cruceta de 50,8 mm/min (2,0 pulgadas/min) y una longitud de calibración de 50,8 mm (2,0 pulgadas), usando una máquina Instron.

25 La temperatura de distorsión térmica (HDT) se mide de acuerdo con ASTM D648 usando una carga de 0,45 MPa (66 psi) o 1,8 MPa (264 psi) según se designe.

30 Ensayo de fibras de HPO

El denier total de las fibras de HPO expresado en gramos por cada 9.000 m de hilo se mide determinando el peso de 90 m de hilo que se desenrollan del núcleo de fibra usando una rueda denier de Alfred Suter Co. Un denier medio por filamento (dpf) se define como el denier medido del hilo en el número de filamentos (72). Se encontró una excelente concordancia entre el dpf medido y el calculado a partir del rendimiento de masa por orificio y la velocidad de recogida de la siguiente manera:

$$dpf = \frac{9000 W}{u_L} \quad (17)$$

40 El ensayo de tracción de las fibras de HPO se realizó con una unidad Texttechno Statimat™ M, que es una máquina basada en microprocesador que analiza la resistencia y el alargamiento de los hilos y de las fibras. El instrumento usado fue específicamente Statimat M, S/N 23523, tipo CRE dotado del software FPAM 0210E usando un sistema operativo de Microsoft. Para todos los ensayos, la longitud de calibración fue de 100 mm y la velocidad de estiramiento fue de 1.270 mm/min.

45 Ensayo de producto textil no tejido

Se midió el gramaje del producto textil definido como la masa de producto textil por unidad de superficie pesando 3 piezas de producto textil de aproximadamente 30,5 x 30,5 cm (12 x 12 pulgadas) y presentando un valor medio expresado en g/m² (gsm).

50 El espesor de la fibra se expresa como el "denier" o equivalentemente como el "denier por filamento" (dpf), y es el peso en gramos por cada 9.000 metros de fibra como se conoce comúnmente en la técnica. El diámetro de la fibra y el dpf se relacionan en la presente invención de acuerdo con la siguiente ecuación basada en la definición y el equilibrio de masas del proceso de hilado:

55

$$d = \sqrt{\frac{141471 dpf}{\rho}} \quad (18)$$

en la que d es el diámetro de una sola fibra en unidades de micrómetros, y es la densidad de la fibra (tomada en la presente invención como 900 kg/m³ para el polipropileno).

5 Se aislaron fibras, y se midió su diámetro (espesor) usando el siguiente método: Se cortó cuidadosamente una parte de las fibras hiladas (tomadas de la correa antes de entrar en la etapa de unión térmica) de una muestra de mayor tamaño, usando una cuchilla de afeitar de doble filo nueva, y se aisló una pequeña parte de la muestra de fibras para la medición del espesor. Se tuvo especial cuidado en evitar el alargamiento o la deformación de las fibras durante la manipulación. Las fibras se montaron entre un portaobjetos y un cubreobjetos en un líquido de inmersión, y se examinaron usando el microscopio de luz polarizadora (Olympus BX50) dotado de una plataforma giratoria, polares cruzados, objetivo de 20 aumentos y cámara digital (Optronics) dirigida por el software de procesamiento de imágenes Media Cybernetics ImagePro. Las fibras se examinaron en las siguientes condiciones: polares cruzados a 90 °; apertura del condensador completamente abierta (para minimizar los efectos de la difracción que aumentan el espesor aparente de las fibras); fibras giradas al ángulo de brillo máximo. Se adquirieron y calibraron imágenes digitales de 15 fibras. Los diámetros de las fibras se midieron al micrómetro más cercano usando el software de procesamiento de imágenes Media Cybernetics ImagePro. Después, se calculó el denier de las fibras a partir del diámetro de fibra medido medio d mediante la Ec. (18).

20 Las propiedades de tracción de los productos textiles no tejidos, tales como la resistencia a la tracción y el % de alargamiento tanto en la dirección de la máquina (DM) como en la dirección transversal (DT) se midieron de acuerdo con el método convencional WSP 110.4 (05) con una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min, a menos que se indique otra cosa. El ancho de la muestra de producto textil era de 5 cm. Para los ensayos de tracción, se usó una máquina Instron (modelo 5565) dotada del software Instron Bluehill 2 (versión 2.5) para el análisis de datos. A partir de las curvas de fuerza-alargamiento de tracción, el software presenta un valor de módulo de tracción (unidades N/5 cm/gsm) en las direcciones DM y DT que se calcula de acuerdo con el siguiente algoritmo:

1. Se buscan los datos del primer punto de datos al valor de carga máxima.
2. Se usan el primer punto de datos y el punto de carga máxima como los valores de inicio y fin, respectivamente.
3. Se dividen los datos entre los valores de inicio y fin en 6 regiones iguales con una superposición del 0 %.
4. Se aplica un algoritmo de ajuste de mínimos cuadrados a todos los puntos en cada región para determinar la pendiente de cada región.
5. Se determina el par de regiones consecutivas que tiene la suma de pendiente más alta.
6. A partir de este par, se determina qué región tiene la pendiente más alta y se asigna el valor del módulo presentado a esa región.

40 Un menor valor del módulo de tracción es indicativo de un producto textil menos rígido y más suave.

La suavidad o "mano", como se conoce en la técnica, se mide usando el dispositivo Handle-O-Meter de Thwing-Albert Instruments Co. 211-10-B/AERGLA). La calidad de la "mano" se considera la combinación de la resistencia debida a la fricción de la superficie y la flexibilidad de un material de producto textil. El Handle-O-Meter mide los dos factores anteriores usando un LVDT (Transformador Diferencial de Variable Lineal) para detectar la resistencia que encuentra una cuchilla al forzar una muestra de material en una ranura de bordes paralelos. Un voltímetro digital de 3 dígitos y medio (DVM) indica la resistencia directamente en fuerza en gramos. La "mano total" de un producto textil dado se define como la media de 8 lecturas tomadas en dos muestras de producto textil (4 lecturas por muestra). Para cada muestra de ensayo (ancho de ranura de 5 mm), se mide la mano en ambos lados y en ambas direcciones (DM y DT), y se registra en gramos. Una disminución de la "mano total" indica la mejora de la suavidad del producto textil.

Se midió la resistencia al desgarro de Elmendorf (expresada en g/gsm) de los productos textiles no tejidos en ambas direcciones DM y DT con una máquina desgarradora Elmendorf (Thwing Albert Instrument Company) de acuerdo con ASTM D 1922.

El alargamiento máximo en la DT (también denominado alargamiento en DT) y la resistencia máxima en la DT (también denominada resistencia en la DT) se determinan de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min. El alargamiento máximo en la DM (también denominado alargamiento en DM) y la resistencia máxima en la DM (también denominada resistencia en la DM) se determinan de acuerdo con WSP 110.4 (05), usando una longitud de calibración de 200 mm y una velocidad de ensayo de 100 mm/min.

A menos que se indique otra cosa, todos los ensayos de los productos textiles descritos anteriormente se realizaron

al menos 20 días después del día de la fabricación del producto textil para garantizar el equilibrio de las propiedades y tener en cuenta cualquier efecto que pudiera alterar las propiedades del producto textil a lo largo del tiempo. A menos que se indique otra cosa, todos los ensayos de los productos textiles descritos anteriormente se realizaron al menos 20 días después del día de la fabricación del producto textil para garantizar el equilibrio de las propiedades y tener en cuenta cualquier efecto que pudiera alterar las propiedades del producto textil a lo largo del tiempo. Las medidas de las propiedades de tracción de los productos textiles en el presente documento se realizan, a menos que se indique lo contrario, usando productos textiles que tienen una superficie de unión de aproximadamente el 18 % con aproximadamente 50 puntos de cruce de unión por cada cm^2 . Las propiedades de tracción de los productos textiles se miden preferentemente usando productos textiles que se han laminado a una temperatura de laminado óptima, definida como una temperatura que proporciona la máxima resistencia a la tracción en la DT. Las temperaturas de laminado óptimas para los productos textiles de la invención están normalmente en el intervalo de aproximadamente 145 °C a aproximadamente 160 °C. Cuando, como en determinadas realizaciones descritas más adelante, el laminado se lleva a cabo usando rodillos laminadores que llevan incorporado aceite como medio de calentamiento, normalmente será necesario seleccionar una temperatura del medio de calentamiento para alcanzar la temperatura de laminado deseada.

Ejemplos

Se exploraron varios polímeros de propileno de reología controlada, en los que una resina de PP base con un MFR de aprox. 0,5 a 5 dg/min y, preferentemente, de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 3 dg/min se craqueó con peróxido (polímeros de propileno de reología controlada) en una extrusora para obtener un MFR final en el intervalo de 10 a 25 dg/min. Sorprendentemente, se descubrió que las resinas con un determinado intervalo de los parámetros reológicos de fusión, cristalización y tacticidad clave descritos a continuación presentaron la combinación inesperada de excelente capacidad de hilatura y alta resistencia de las fibras/los productos textiles incluso en productos textiles de bajo gramaje (por ejemplo $<15 \text{ g/m}^2$). En la medida en que cualquiera de los ejemplos del presente documento se refiera a productos textiles o a fibras que no estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, dichos ejemplos se considerarán ejemplos comparativos.

Materiales

Se trató un polímero de propileno PP-1 de acuerdo con el procedimiento de viscorreducción de peróxido descrito a continuación, obteniéndose las composiciones de los Ejemplos 1 a 8. El PP-1 es un homopolímero de propileno de Ziegler-Natta de calidad de reactor en forma de microgránulo que tiene un MFR de 2 dg/min, PM_p/PM_n de aproximadamente 4,3 y una T_{pf} (10 °C/min) de 164,3 °C. El PP-1 contiene un paquete de aditivos típico del que se usa en las aplicaciones de productos textiles no tejidos hilados por fusión, por ejemplo, como los desvelados en el documento WO2010/087921.

La composición del Ejemplo 9 es una mezcla extrusora (física) de dos polímeros de propileno: A y B en una proporción en peso de 60/40. El polímero A, con un MFR de aproximadamente 13 dg/min, se obtuvo en forma de microgránulo a partir del tratamiento de viscorreducción de peróxido del polímero de propileno PP-2 de acuerdo con el procedimiento descrito a continuación. El PP-2 es un homopolímero de propileno de Ziegler-Natta de calidad de reactor que tiene un MFR de 4,5 dg/min, PM_p/PM_n de aproximadamente 4,7 y una T_{pf} (10 °C/min) de aproximadamente 165 °C. El polímero B, que tiene un MFR de aproximadamente 40 dg/min, se obtuvo en forma de microgránulo a partir del tratamiento de viscorreducción de peróxido del polímero de propileno PP-3 de acuerdo con el procedimiento descrito a continuación. El PP-3 es un copolímero aleatorio de propileno-etileno de Ziegler-Natta de calidad de reactor de aproximadamente el 2,75 % en peso en etileno con un MFR de aproximadamente 1,7 dg/min. Tras la mezcla en la extrusora de los polímeros A y B microgranulados en una proporción en peso de 60/40, se obtuvo el polímero del Ejemplo 9 con un MFR de 23,5 dg/min y un contenido de etileno de aproximadamente el 1,3 % en peso.

El Ejemplo 20 de la invención es una mezcla de un homopropileno de reología controlada disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston Texas, con el nombre comercial PP3155 y el polímero de propileno PP1 (ambos en forma de microgránulos) en una proporción en peso de aproximadamente 70/30 combinados en una extrusora de doble tornillo de 92 mm.

El Ejemplo 21 de la invención es una mezcla de un homopropileno de reología controlada disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston Texas, con el nombre comercial PP3155 (MFR de 35 dg/min) y el polímero de propileno PP1 (ambos en forma de microgránulos) en una proporción en peso de 70/30, combinados en una extrusora de doble tornillo de 30 mm.

El Ejemplo 22 de la invención es un polímero de propileno de reología controlada (viscorreducido) cuyo polímero base es una mezcla de un homopolipropileno disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston Texas, con el nombre comercial PP5341E1 (MFR de 0,8 dg/min) y el polímero de propileno PP1 (ambos en forma de microgránulos) en una proporción en peso de 25/75. El polímero base (mezcla) se trató de acuerdo con el procedimiento de viscorreducción de peróxido en una extrusora de doble tornillo de 30 mm, obteniéndose las composiciones de la invención del Ejemplo 22.

Los Ejemplos 1 a 9 y 21 son ejemplos que ilustran una realización especialmente preferida de la invención. Los Ejemplos 14 a 20, 22 y 23 del presente documento ilustran una realización adicional de la invención. Los Ejemplos de referencia 10 a 13 se refieren a composiciones poliméricas fuera del alcance de la presente invención.

5 El Ejemplo 23 es un polímero de propileno de reología controlada (viscorreducido), polímero que es un homopolímero de polipropileno de calidad de reactor disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston Texas, con el nombre comercial PP5341E1 (MFR de 0,8 dg/min) en forma de microgránulos. El polímero base se trató de acuerdo con el procedimiento de viscorreducción de peróxido en una extrusora de doble tornillo de 30 mm, obteniéndose las composiciones de la invención del Ejemplo 23.

10 Los Ejemplos de referencia 10-12 se refieren a homopolímeros de propileno de reología controlada de Ziegler-Natta que tienen un MFR de 36-39 dg/min y una T_{pf} (10 °C/min) de aproximadamente 163 °C disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston Texas, con el nombre comercial PP 3155E3.

15 El Ejemplo de referencia 13 se refiere a un homopolímero de propileno de calidad de reactor de metaloceno que tiene un MFR de 24 dg/min y una T_{pf} (10 °C/min) de 152,5 °C disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston, Texas, con el nombre comercial Achieve™ 3854.

20 Los Ejemplos 14 y 15 representan un homopolímero de propileno de metaloceno que tienen un índice de fluidez (230 °C, 2,16 kg, ISO 1133) de aproximadamente 15 dg/min y una T_{pf} de aproximadamente 153 °C disponible en Total Petrochemicals, Feluy, Bélgica, con el nombre comercial Lumicene™ MR 2002.

25 Los Ejemplos 16 y 17 representan un homopolímero de propileno de reología controlada de Ziegler-Natta que tiene un MFR de aproximadamente 18 dg/min y una T_{pf} (10 °C/min) de aproximadamente 165 °C disponible en Borealis Group, Port Murray, New Jersey, con el nombre comercial HF420FB.

30 El Ejemplo 18 es un homopolímero de propileno de reología controlado de Ziegler-Natta que tiene un MFR de 13,5 dg/min y una T_{pf} (10 °C/min) de 163,7 °C disponible en Lyondell Basell, Houston, Texas, con el nombre comercial Moplen™ HP552N.

El Ejemplo 19 es un homopolímero de propileno de reología controlado de Ziegler-Natta que tiene un MFR de 17 dg/min y T_{pf} (10 °C/min) de 164,7 °C disponible en Lyondell Basell, Houston, Texas, con el nombre comercial Moplen™ PP567P.

35 Procedimiento de viscorreducción

40 Los polímeros de propileno de partida eran peróxido viscorreducido (craqueado) en una extrusora de doble tornillo de 92 mm (ZSK 92, Werner Pfleiderer) a una velocidad de producción de 1.360,7 kg/h (3.000 lb/h) y a una velocidad del tornillo de 440 rpm. Se usó un nivel de peróxido de 200 a 500 ppm de Lupersol™ 101 (2,5-bis(terc-butilperoxi)-2,5-dimetilhexano) para craquear los polímeros de partida (Ejemplos de la invención 1-9) hasta un MFR superior (véase la Tabla 1). Los polímeros de propileno de partida se describen en el apartado "Materiales" anterior. La extrusora tenía dos alimentadores, uno para el polímero y el otro para el agente de viscorreducción de peróxido. La temperatura establecida de las zonas de la extrusora y el troquel estaba en el intervalo de 190 °C a 220 °C, mientras que la temperatura de fusión estaba en el intervalo de 200 °C a 215 °C dependiendo del polímero de propileno de partida y del MFR final diana. Se usó un alambre de malla 100 convencional (porosidad nominal de 150 micrómetros) para todas las series de extrusión. En cada ejemplo, se produjeron microgránulos con una densidad en el intervalo de 40 a 50 mpg (microgránulos por gramo) usando un aglomerador subacuático. Los microgránulos se pueden usar para formar fibras o productos textiles.

50 Las propiedades poliméricas de las composiciones de la invención y de referencia se muestran en las siguientes Tablas 1-7:

Tabla 1: Lista de composiciones poliméricas

Ejemplo	Reactor (R) o Reología Controlada (RC)	MFR de la composición final (dg/min)
1	RC	16,5
2	RC	17,0
3	RC	17,0
4	RC	17,0
5	RC	16,7
6	RC	13,0
7	RC	14,2
8	RC	19,0
9	RC	23,5
10	RC	35,0

Ejemplo	Reactor (R) o Reología Controlada (RC)	MFR de la composición final (dg/min)
11	RC	39,0
12	RC	37,0
13	R	24,0
14	R	15,8
15	R	14,4
16	RC	17,7
17	RC	18,6
18	RC	13,5
19	RC	17,0
20	RC (Mezcla)	16,7
21	RC (Mezcla)	15,6
22	RC (Mezcla)	15,3
23	RC	16,1

Tabla 2: Propiedades reológicas de las composiciones poliméricas que incluyen los índices de reología y la temperatura de cristalización de inicio bajo flujo determinadas mediante reología SAOS

Ejemplo	η_o (Pa·s)	tan δ a 0,1 rad/s	SR a 500 s ⁻¹	Índice de reología R ₁	Índice de reología R ₂	Índice de reología R ₃	Índice de reología R ₄	T _{c, reol} (°C)
1	1.362,1	47,1	3,68	2,5	4,3	8,2	3,4	140,0
2	1.422,4	41,3	3,68	2,6	5,1	8,3	4,0	140,0
3	1.293,1	56,2	3,67	2,3	3,4	8,1	2,7	137,0
4	1.469,8	50,1	3,74	2,7	4,4	8,3	3,4	140,0
5	1.435,5	49,1	3,68	2,6	4,3	8,1	3,4	132,0
6	1.737,1	34,9	3,95	3,4	7,9	9,6	5,8	138,0
7	1.612,1	42,3	3,86	3,0	5,9	9,1	4,5	132,0
8	1.211,2	63,1	3,49	2,1	2,7	7,3	2,2	132,0
9	1.090,5	45,5	3,31	1,8	3,2	7,5	2,8	136,0
10	702,6	82,1	2,90	1,0	1,0	5,6	1,0	128,0
11	706,9	71,1	2,88	1,0	1,2	5,6	1,2	130,0
12	694,0	87,4	2,90	1,0	0,9	5,8	0,9	136,5
13	952,6	161,3	3,30	1,5	0,8	5,1	0,7	124,0
14	1.284,5	58,2	3,63	2,3	3,2	6,9	2,6	125,0
15	1.404,5	63,1	4,39	3,0	3,9	6,1	2,6	124,5
16	1.392,2	52,6	3,54	2,4	3,8	7,7	3,1	126,0
17	1.223,9	53,8	4,38	2,6	4,0	6,5	2,7	129,0
18	2.319,0	12,6	4,03	4,6	29,9	14,5	21,5	130,0
19	1.456,9	48,9	3,70	2,6	4,4	8,3	3,5	128,5
20	1.941,1	14,3	4,87	4,6	26,7	10,6	15,9	132,0
21	2.041,3	14,5	4,88	4,9	27,7	11,0	16,5	137,0
22	1.319,5	70,1	4,97	3,2	3,8	6,7	2,2	132,0
23	1.810,0	42,5	4,2	3,7	7,1	9,9	5,0	129,0

5 La Figura 1 representa la evolución de la tangente de pérdida (tan δ) en un experimento reológico de refrigeración SAOS de acuerdo con el método de "cristalización a través de la reología SAOS" descrito anteriormente. Como se muestra en la Figura 1 y la Tabla 12, las composiciones de la invención muestran ventajosamente una temperatura de cristalización alta en condiciones reológicas de SAOS (por ejemplo, T_{c, reol} > 131 °C y, más preferentemente, superior a 135 °C) frente a todas las composiciones comparativas de la técnica anterior. Se supone que el alto valor de T_{c, reol} conduce a una cinética de cristalización inducida por flujo/tensión más rápida en condiciones de hilado de fibras, que conduce a una capacidad de hilatura más estable y una microestructura cristalina favorable que conduce a un equilibrio destacable de las propiedades mecánicas del producto textil como se describe a continuación. En la Figura 2, se representan los perfiles correspondientes de la viscosidad compleja con la temperatura para ciertas composiciones ilustrativas. Con la disminución de la temperatura, la viscosidad compleja aumenta en función lineal en un diagrama logarítmico-lineal. Sin embargo, por debajo de cierta temperatura, la viscosidad compleja aumenta bruscamente debido a la aparición de cristalización bajo flujo de SAOS.

20 Tabla 3: Propiedades térmicas (DSC) de las composiciones poliméricas a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 1 °C/min

Ejemplo	T _{pc} (°C)	T _{pf} (°C)	ΔH_{crist} (cal/g)	SCL (°C)	SCP (°C)
1	134,7	167,7	108,2	52,5	-19,5
2	134,4	165,1	105,2	50,1	-19,4
3	131,4	166,8	106,5	51,6	-16,3

Ejemplo	T _{pc} (°C)	T _{pf} (°C)	ΔH _{críst} (cal/g)	SCL (°C)	SCP (°C)
4	130,1	164,7	106,4	49,7	-15,1
5	126,0	163,8	94,2	48,9	-11,1
6	134,4	167,7	105,0	52,4	-19,2
7	126,3	163,1	93,6	48,3	-11,5
8	126,2	163,5	113,0	48,7	-11,3
9	131,6	164,6	84,8	49,7	-16,7
10	122,3	170,2	91,1	54,7	-6,8
11	130,7	163,4	97,1	48,5	-15,9
12	132,6	166,7	96,3	51,5	-17,5
13	115,9	152,5	88,7	38,7	-2,0
14	119,2	154,0	87,6	40,0	-5,3
15	116,0	152,7	82,6	38,9	-2,1
16	120,7	169,1	100,8	53,7	-5,3
17	120,5	167,4	97,6	52,2	-5,3
18	126,8	164,7	101,9	49,8	-11,9
19	124,7	163,5	100,3	48,7	-9,9
20	127,5	163,9	108,1	49,0	-12,6
21	132,51	167,1	109,6	51,9	-17,3
22	127,89	165,1	100,4	50,1	-12,9
23	125	162,6	99,3	47,9	-10,2

* El límite de sobrefriamiento SCL se calcula de acuerdo con la Ec. (11) con T_{pf} a 1 °C/min.

* El parámetro de sobrefriamiento SCP se calcula de acuerdo con la Ec. (12) con T_{pf} y T_{pc} a 1 °C/min.

Tabla 4: Propiedades térmicas (DSC) de las composiciones poliméricas a una velocidad de calentamiento y de enfriamiento de 10 °C/min

Ejemplo	T _{pc} (°C)	T _{pf} (°C)	ΔH _{críst} (cal/g)	SCL (°C)	SCP (°C)
1	122,7	164,5	96,3	49,5	-7,8
2	120,1	163,3	101,0	48,5	-5,3
3	120,2	164,0	110,8	49,1	-5,3
4	119,7	163,6	101,4	48,8	-4,8
5	116,4	160,3	110,0	45,7	-1,9
6	123,5	163,7	106,7	48,9	-8,6
7	115,9	161,3	106,0	46,7	-1,3
8	118,5	161,8	106,3	47,1	-3,8
9	120,4	160,3	95,6	45,7	-5,9
10	110,9	158,7	102,3	44,3	3,5
11	123,2	162,7	105,7	47,9	-8,5
12	121,3	165,0	109,7	50,0	-6,3
13	109,0	149,4	89,3	35,9	4,5
14	107,3	151,2	90,6	37,5	6,4
15	107,4	150,9	92,4	37,3	6,3
16	109,4	164,9	95,9	49,9	5,5
17	110,5	163,8	89,0	48,9	4,4
18	116,7	163,7	101,6	48,9	-1,9
19	116,4	164,7	99,7	49,7	-1,4
20	119,5	163,4	102,8	48,6	-4,7
21	121,8	162,1	101,2	47,4	-7,1
22	115,5	160,8	94,4	46,2	-0,9
23	114,2	160,1	95,7	45,5	0,4

* El límite de sobrefriamiento SCL se calcula de acuerdo con la Ec. (11) con T_{pf} a 10 °C/min.

* El parámetro de sobrefriamiento SCP se calcula de acuerdo con la Ec. (12) con T_{pf} y T_{pc} a 10 °C/min.

5

Tabla 5: Datos de peso molecular (GPC) y de viscosidad intrínseca de las composiciones poliméricas.

Ejemplo	PM _p (kg/mol)	PM _n (kg/mol)	PM _z (kg/mol)	PM _v (kg/mol)	PM _p /PM _n	PM _z /PM _p	Viscosidad intrínseca (dg/l)
1	204,9	71,7	367,1	184,8	2,86	1,79	1,249
2	202,9	73,8	377,8	182,7	2,75	2,12	1,194
3	207,1	76,1	372,6	186,9	2,72	1,80	1,198
4							
5	203,9	65,6	376,7	183,6	3,11	1,85	1,222

Ejemplo	PM _P (kg/mol)	PM _n (kg/mol)	PM _z (kg/mol)	PM _v (kg/mol)	PM _p /PM _n	PM _z /PM _p	Viscosidad intrínseca (dg/l)
6	205,4	71,5	360,1	185,4	2,87	1,75	1,245
7	209,4	61,2	382,4	187,8	3,42	1,83	1,248
8	190,5	58,2	344,9	171,6	3,27	1,81	1,170
9	190,6	56,3	395,4	168,0	3,40	2,07	1,140
10	183,3	62,9	358,0	164,1	2,92	1,95	1,153
11							
12	196,8	62,4	409,6	173,9	3,15	2,08	1,140
13	188,9	81,9	288,8	175,0	2,31	1,53	1,148
14	198,7	90,5	313,7	183,7	2,20	1,58	1,185
15	201,0	83,5	307,0	186,5	2,41	1,53	1,220
16	220,1	72,4	410,6	197,1	3,04	1,87	1,261
17	202,5	62,2	382,3	181,1	3,26	1,89	1,212
18	220,9	52,3	520,9	191,0	4,23	2,36	1,239
19	195,8	53,6	359,2	175,4	3,65	1,84	1,161
20	226,6	56,3	628,4	195,5	4,02	2,77	1,315
21	231,7	61,1	641,1	199,3	3,79	2,77	1,330
22	206,8	60,4	384,5	185,1	3,43	1,86	1,238
23	212,5	65,7	382,0	191,2	3,24	1,80	1,276

Tabla 6: Datos de tacticidad de RMN de ¹³C de las composiciones poliméricas

Ejemplo	longitud media de secuencia meso	% molar de péntadas meso (mmmm)	Defectos estéreo/10.000 monómeros de propileno	Defectos regio/10.000 monómeros de propileno	Defectos totales/10.000 monómeros
1	106,6	0,952	93	1	94
2	100,7	0,948	99	0	99
3	97,3	0,956	103	0	103
4	103,2	0,948	96	1	97
5	112,4	0,952	88	1	89
6	105,3	0,954	95	0	95
7	110,3	0,951	90	1	91
8	102,6	0,949	97	1	98
9	91,0	0,909	110	0	110**
10	105,3	0,952	95	0	95
11	103,0	0,952	97	0	97
12	103,0	0,950	97	0	97
13	68,1	0,947	109	35	144
14	91,4	0,990	23	85	108
15	81,1	0,981	44	79	122
16	67,3	0,924	149	0	149
17	60,4	0,918	164	2	166
18	95,1	0,946	105	0	105
19	67,7	0,928	146	2	148
20	90,0	0,946	110	2	112
21	100,0	0,955	100	0	100
22	73,0	0,928	137	0	137
23	57,0	0,910	174	0	174

* La longitud de secuencia meso (LSM) media se calcula de acuerdo con la Ec. (16).

** Los defectos totales para el Ejemplo 9 representan la suma de las puntuaciones de las cadenas estructurales o los defectos (defectos estéreo y regio) por cada 10.000 monómeros de propileno, pero no incluyen los defectos debidos a la presencia de etileno en esta muestra.

- 5 Las composiciones anteriores son adecuadas para formar fibras y productos textiles no tejidos. Las composiciones poliméricas 1 a 8 y 21 son adecuadas para fabricar fibras y productos textiles no tejidos de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Las composiciones poliméricas designadas anteriormente como los Ejemplos 9, 14 a 20, 22 y 23 son adecuadas para fabricar fibras y productos textiles no tejidos de acuerdo con otras determinadas realizaciones de la invención. Las fibras o los productos textiles que comprenden los Ejemplos de referencia 10 a 13 se incluyen solo con fines de referencia.

Tabla 7: Datos de propiedades físicas aparentes de determinadas composiciones ilustrativas

Ejemplo	Módulo de flexión secante al 1 % (MPa [kpsi])	Límite elástico (MPa [psi])	% de deformación elástica	HDT a 0,45 MPa (66 psi) (°C)	HDT a 1,8 MPa (264 psi) (°C)
1	1.447,95 [210]	35,1 [5.091]	10,0	106,8	58,7
3	1.441,05 [209]	34,6 [5.022]	10,0	103,3	59,6
5	1.503,11 [218]	34,6 [5.022]	9,5	96,6	57,6
7	1.482,43 [215]	34,4 [5.002]	9,5	99,1	57,0
8	1.510,01 [219]	34,9 [5.076]	9,5	99,4	58,1
12	1.468,64 [213]	35,1 [5.096]	9,5	106,9	60,0
13	1.323,84 [192]	32,1 [4.663]	9,2	98,3	56,6
15	1.372,11 [199]	33,3 [4.839]	9,0	99,2	57,2
17	1.289,37 [187]	31,5 [4.573]	11,4	88,5	53,5

A continuación, con las composiciones poliméricas anteriores se formaron fibras y productos textiles no tejidos de acuerdo con los siguientes procedimientos:

5 Hilado de fibras (hilos parcialmente orientados)

Los experimentos de hilado de fibras se implementaron en una línea piloto Hills dotada de una extrusora Davis convencional de aprox. 3,8 cm (1 pulgada y media) y una hilera de 72 orificios, cada uno, de 0,60 mm de diámetro. Los microgránulos de polímero se fundieron y se extruyeron en una bomba dosificadora a la tasa de rendimiento deseada. Se mantuvo la temperatura de fusión del troquel a 237 °C para que todas las resinas tuvieran consistencia, a menos que se indique otra cosa. El sistema de enfriamiento de aire se mantuvo apagado. El rendimiento por orificio se estableció en 0,53 g/min/orificio (gmo). Se exploraron dos velocidades de recogida: 1.500 y 3.500 m/min, como se indica. En estas condiciones, el denier por filamento de las fibras (dpf) fue de 3,2 y 1,4 de acuerdo con la Ec. (17) para una velocidad de recogida de 1.500 m/min y 3.500 m/min, respectivamente. Se estiraron las muestras de fibras en un rodillo estirador ajustado a la velocidad de recogida deseada, y las fibras se recogieron en un núcleo usando un enrollador. No se realizó ninguna etapa de estiramiento adicional. Las propiedades de tracción de las fibras en hilatura se muestran en la Tabla 8.

Como se observa en la Tabla 8, las composiciones de la invención, en general, dan un excelente equilibrio de tenacidad y alargamiento de las fibras a la rotura con respecto a las composiciones de la técnica anterior. Por ejemplo, la composición de la invención del Ejemplo 5 proporciona un alargamiento significativamente superior a la rotura (108 %) con respecto a la composición del Ejemplo 15 (81 %) con una tenacidad de las fibras similar para ambas composiciones (3 g/dpf) a un denier de fibra de 1,3 dpf. La composición de la invención 21 proporciona inesperadamente un % de alargamiento de las fibras muy alto (~171 %) a una alta tenacidad de las fibras (~2,9 g/dpf) para 1,3 dpf.

Se evaluó la capacidad de hilatura mediante un experimento de "aumento hasta la rotura", de acuerdo con el que la hilatura comienza a 2000 m/min y se aumenta a una velocidad de aceleración fija (480 m/min²) hasta la rotura de la fibra, mientras se mantienen constantes el resto de condiciones de procesamiento. La velocidad a la que se observa la rotura de la fibra se conoce como velocidad máxima de hilado. Cada ensayo de aumento hasta la rotura se realizó a un rendimiento de 0,53 gmo y 0,32 gmo. A partir de la velocidad máxima de hilado y el rendimiento por orificio, se puede estimar el denier mínimo por filamento que se puede producir para una resina dada antes de la rotura de acuerdo con la Ec. (17) anterior. La excelente capacidad de hilatura se define en el presente documento como la capacidad de una determinada composición para producir fibras de un dpf mínimo inferior a aproximadamente 2,0 y, preferentemente, inferior a aproximadamente 1,5 en un intervalo de rendimiento de 0,32 a 0,52 gmo. Los resultados de los experimentos de aumento hasta la rotura se muestran en la Tabla 9.

Como se muestra en la Tabla 9, las composiciones usadas en los Ejemplos 1, 5, 7, 8, 15, 17, 20 y 21, y en especial, los Ejemplos 1, 5, 7, 8 y 21, presentan una excelente capacidad de hilatura atestiguada por su capacidad de fabricación de fibras finas de menos de aproximadamente 1,5 dpf para un intervalo de rendimiento de 0,32-0,52 gmo.

Tabla 8: Propiedades de tracción (tenacidad y alargamiento a la rotura) de fibras de HPO para los ejemplos de la invención y de referencia

Ejemplo	dpf medio (0,53 gmo, 1.500 m/min)	Tenacidad (g/dpf) (0,53 gmo, 1.500 m/min)	% alargamiento a la rotura (0,53 gmo, 1.500 m/min)	dpf medio (0,53 gmo, 3.500 m/min)	Tenacidad (g/dpf) (0,53 gmo, 3.500 m/min)	% alargamiento a la rotura (0,53 gmo, 3.500 m/min)
1	3,1	2,8	226,8	1,2	2,95	110,0
5	3,1	2,69	218,6	1,3	3,00	107,9
7	3,1	2,67	196,1	1,4	2,49	91,1
8	3,1	2,66	205,2	1,3	2,93	114,9

Ejemplo	dpf medio (0,53 gmo, 1.500 m/min)	Tenacidad (g/dpf) (0,53 gmo, 1.500 m/min)	% alargamiento a la rotura (0,53 gmo, 1.500 m/min)	dpf medio (0,53 gmo, 3.500 m/min)	Tenacidad (g/dpf) (0,53 gmo, 3.500 m/min)	% alargamiento a la rotura (0,53 gmo, 3.500 m/min)
12	3,0	2,63	211,4	1,3	2,94	96,5
13*	3,0	2,98	168,3	1,3	4,11	52,0
15	3,0	3,04	196,2	1,3	3,18	80,6
17	3,0	2,83	217,9	1,4	3,00	108,2
21*	2,9	2,01	318,7	1,3	2,87	171,4

* La temperatura de fusión para los Ejemplos 13 y 21 fue de 265,5 °C.

Tabla 9: Velocidad máxima de hilado (rotura) y mínimo denier por filamento (dpf) obtenible para la hilatura de fibras de HPO para los ejemplos de la invención y de referencia

Ejemplo	Velocidad máx de hilado (m/min) a 0,53 gom	dpf mín a 0,53 gom	Velocidad máx de hilado (m/min) a 0,32 gom	dpf mín a 0,32 gom
1	5.000	0,9	4.100	0,7
5	4.300	1,1	3.500	0,8
7	3.600	1,3	2.500	1,2
8	4.200	1,1	3.400	0,8
12	5.000	0,9	4.250	0,7
13*	4.500	1,0	3.500	0,8
15	5.000	0,9	4.100	0,7
17	4.900	1,0	4.050	0,7
20	3.975	1,2	2.825	1,0
21*	4.970	0,9	2.900	1,0

* La temperatura de fusión para los Ejemplos 13 y 21 fue de 265,5 °C.

5

Productos textiles no tejidos hilados

Los productos textiles no tejidos hilados se produjeron en una línea Reicofil 4 (R4) con 3 haces hilados (SSS) de aproximadamente 1,1 m de ancho, teniendo, cada uno, una hilera de aproximadamente 6.300 orificios con un diámetro de orificio (troquel) de 0,6 mm. Para una descripción detallada del proceso de hilatura del Reicofil, véanse el documento EP 1340 843 o la patente de EE.UU. n.º 6.918.750. El rendimiento por orificio fue de aproximadamente 0,53 gom. La temperatura del aire de enfriamiento fue de 20 °C para todos los experimentos. La proporción del flujo volumétrico VM del aire del proceso al dispositivo de escape monomérico con respecto al aire de proceso con flujo volumétrico V1 que escapa de la primera sección superior de la cámara de refrigeración a una segunda sección inferior de la cámara de refrigeración (VM/V1) se mantuvo en el intervalo de 0,1 a 0,3. En estas condiciones, se produjeron filamentos parcialmente orientados de aproximadamente 1 a 1,4 denier, equivalentes a un diámetro de filamento de aproximadamente 12 a 15 micrómetros [Ec. (18)] anterior. La velocidad de la línea se mantuvo constante a 900 m/min. Los filamentos se depositaron de manera continua en una banda de deposición con un gramaje del producto textil diana para todos los ejemplos de 10 g/m² (gsm).

20

El producto textil formado se unió térmicamente mediante compresión a través de un conjunto de dos rodillos calentados (laminadores) para mejorar la integridad del producto textil y mejorar las propiedades mecánicas del producto textil. Los fundamentos del proceso de unión térmica del producto textil se pueden encontrar en el artículo de revisión de Michielson *et al.* "Review of Thermally Point-bonded Nonwovens: Materials, Processes, and Properties", *J. Applied Polym. Sci.* Vol. 99, pág. 2489-2496 (2005) o el artículo de Bhat *et al.* "Thermal Bonding of Polypropylene Nonwovens: Effect of Bonding Variables on the Structure and Properties of the Fabrics", *J. Applied Polym. Sci.*, Vol. 92, pág. 3593-3600 (2004). Los dos rodillos se denominan rodillo "de estampado" y en S. En la Tabla 10, la temperatura establecida de los dos laminadores se enumera en correspondencia con la temperatura del aceite establecida usada como medio de calentamiento de los rodillos. La temperatura del laminador se midió tanto en el rodillo de estampado como en el rodillo en S usando un termopar de contacto, y normalmente resultó ser de aproximadamente 10 a 20 °C inferior a la temperatura del aceite establecida. Todos los haces hilados tenían condiciones operativas similares. Las condiciones operativas representativas se resumen en la Tabla 10, en la que la proporción de volumen de aire (V1/V2) es la proporción del flujo volumétrico V1 que escapa de la primera sección superior de la cámara de refrigeración con respecto al flujo volumétrico V2 que escapa de la segunda sección inferior de la cámara de refrigeración. En un ensayo típico, tras establecer las condiciones de hilatura estables, se varió la temperatura del laminador para crear la curva de unión (es decir, la resistencia a la tracción frente a la temperatura del laminador). En las condiciones de la Tabla 10, la capacidad de hilatura de las composiciones de la invención y comparativas resultó ser excelente.

35

En la tabla 11, se resumen las propiedades de tracción del producto textil de acuerdo con las temperaturas del laminador, dando lugar a la máxima resistencia a la tracción en la DT. En condiciones rigurosas de procesamiento de alta velocidad de línea (900 m/min), alto rendimiento (~0,53 gom) y bajo gramaje (10 gsm), que se espera que

40

deterioreen las propiedades mecánicas de los productos textiles, la mayoría de los productos textiles de la invención, presentaron, sorprendentemente, una alta resistencia a la tracción específica en ambas direcciones DM y DT (superior a aproximadamente 2,7 N/5 cm/gsm en la DM y superior a aproximadamente 1,1 N/5 cm/gsm en la DT). Los productos textiles de la invención tienen ventajosamente una anisotropía de resistencia a la tracción inferior (por ejemplo, inferior a aproximadamente 2,6), por ejemplo, de 2,9 para la composición de los Ejemplos 15 y de 3,2 para la composición de referencia del Ejemplo de referencia 13.

En la tabla 12, se muestra que los productos textiles de la presente invención conducen a productos textiles ventajosamente más suaves, como lo atestiguan tanto un módulo de tracción inferior (en particular, el módulo en la DM) como una mano total más baja.

La resistencia al desgarro de Elmendorf para los ejemplos de la invención y de referencia para las direcciones DM y DT se muestra en la Tabla 13. Los productos textiles de los ejemplos muestran una resistencia al desgarro global comparable o superior a la de los ejemplos de referencia.

Tabla 10: Condiciones de procesamiento de los productos textiles hilados no tejidos de los ejemplos de la invención y de referencia. En todos los casos, se usaron 3 haces de unión por hilatura (SSS) con una velocidad de línea de 900 m/min y un gramaje nominal del producto textil de 10 g/m².

Ejemplo	Denier del filamento	Temperatura de fusión en el troquel (°C)	Rendimiento por orificio (g/min/orificio)	Presión de la cabina (Pa)	Proporción de volumen de aire V ₁ /V ₂	Temperaturas establecidas en el laminador para la máxima resistencia a la tracción en la DT (°C)
1	1,3	257	0,53	5.300	0,12	176/165
4	1,2	257	0,52	5.300	0,12	184/165
5	1,3	259	0,53	5.300	0,13	180/165
9	1,1	260	0,52	5.000	0,15	164/160
10	1,2	241	0,52	7.000	0,11	169/165
11	NP	235	0,52	5.500	0,15	168/164
13	1,2	231	0,52	7.200	0,12	162/159
15	1,3	259	0,53	5.300	0,21	186/171

Tabla 11: Propiedades de resistencia a la tracción de los productos textiles para los ejemplos de la invención y de referencia. Los datos de tracción de los productos textiles corresponden a los productos textiles producidos a las temperaturas establecidas del laminador de la Tabla 10, que dan lugar a la máxima resistencia a la tracción en la DT. La velocidad de la línea es de 900 m/min.

Ejemplo	Gramaje del producto textil (gsm)	Resistencia a la tracción específica en la DM a la máxima carga (N/5 cm/gsm)	Resistencia a la tracción específica en la DT a la máxima carga (N/5 cm/gsm)	Anisotropía de resistencia a la tracción DM/DT	% de alargamiento en la DM a la máxima carga	% de alargamiento en la DT a la máxima carga
1	9,5	3,19	1,22	2,61	45,8	63,3
4	9,8	2,68	1,14	2,35	35,1	60,4
5	9,7	3,01	1,16	2,58	39,5	66,4
9	10,2	2,55	0,96	2,65	47,8	64,5
10	10,7	2,39	0,97	2,46	35,1	55,7
11	10,0	2,76	0,93	2,97	44,2	59,0
13	9,8	2,73	0,85	3,23	24,3	39,0
15	9,9	3,35	1,14	2,93	39,0	55,3

Tabla 12: Propiedades relacionadas con la rigidez y suavidad de los ejemplos de la invención y de referencia. Las propiedades enumeradas corresponden a los productos textiles producidos a las temperaturas establecidas del laminador de la Tabla 10, que dan lugar a la máxima resistencia a la tracción en la DT.

Ejemplo	Módulo de tracción en la DM (N/5 cm/gsm)	Módulo de tracción en la DT (N/5 cm/gsm)	Mano en la DM (g)	Mano en la DT (g)	Mano total (g)
1	29,0	2,8	8,65	3,63	6,14
4	26,0	2,6	9,25	4,40	6,83
5	32,1	2,4	8,55	3,70	6,13
9	23,8	1,9	7,75	3,03	5,39
10	23,8	2,5	8,70	3,33	6,01
11	28,9	2,5	9,05	3,83	6,44

Ejemplo	Módulo de tracción en la DM (N/5 cm/gsm)	Módulo de tracción en la DT (N/5 cm/gsm)	Mano en la DM (g)	Mano en la DT (g)	Mano total (g)
13	37,1	3,5	10,28	3,65	6,96
15	36,2	2,8	9,88	3,90	6,89

Tabla 13: Resistencia al desgarro de Elmedorf de los productos textiles para los ejemplos de la invención y de referencia. Las propiedades enumeradas corresponden a los productos textiles producidos a las temperaturas establecidas del laminador de la Tabla 10, que dan lugar a la máxima resistencia a la tracción en la DT.

5

Ejemplo	Resistencia al desgarro de Elmedorf en la DM (g/gsm)	Resistencia al desgarro de Elmedorf en la DT (g/gsm)
1	10,7	17,2
4	8,7	15,0
5	9,9	13,5
9	8,5	13,7
10	7,5	16,0
11	NP	NP
13	12,8	16,5
15	11,5	16,7

Propiedades adicionales de los productos textiles

10 Se determinaron las propiedades de desgarro de los productos textiles en fragmentos de ensayo con forma de lengüeta según la DIN EN ISO 13937-4. La resistencia al desgarro del producto textil no tejido se determinó según la DIN EN ISO 9073-4. La determinación de la resistencia a la rotura y el alargamiento de los productos textiles no tejidos usando el ensayo de tracción por agarre se obtuvo de acuerdo con la DIN EN ISO 9073-18. La resistencia al estallido de los productos textiles, el método neumático de determinación de la resistencia al estallido y la distensión de estallido, se determinaron de acuerdo con la DIN EN ISO 13938-2. La resistencia a la abrasión de los productos textiles se determinó mediante el método de Martindale. La descomposición de las muestras se determinó de acuerdo con la DIN EN ISO 12947-2. La longitud de plegado del producto textil no tejido se determinó según la DIN EN ISO 9073-7. La capacidad de drapeado de los productos textiles no tejidos, incluyendo el coeficiente de drapeado, se determinó según la DIN EN ISO 9073-9.

20 Con tres composiciones poliméricas, un polímero que tenía un MFR de 16,5 fabricado usando el mismo procedimiento que el Ejemplo 1 (denominado EX1-A), Lumicene™ MR2002 y PP3155, se formaron productos textiles no tejidos de acuerdo con el procedimiento general para productos textiles no tejidos hilados que se ha detallado anteriormente, que incluye el uso de 3 haces de unión por hilatura (SSS) con una velocidad de línea de 900 m/min y un gramaje nominal del producto textil de 10 g/m². En la siguiente Tabla A, se enumeran las condiciones específicas del proceso.

25

Tabla A: Condiciones del procesamiento de productos textiles no tejidos hilados. En todos los casos, se usaron 3 haces de unión por hilatura (SSS) con una velocidad de línea de 900 m/min y un gramaje nominal del producto textil de 10 g/m².

30

Ejemplo	Resina	Denier por filamento (dpf)	Temperatura de fusión en el troquel (°C)	Rendimiento por orificio (g/min/orificio)	Presión de la cabina (Pa)	Proporción de volumen de aire V ₁ /V ₂	Temperaturas establecidas en el laminador para la máxima resistencia a la tracción en la DT (°C)
A-1	EX1-A	1,3	258	0,53	5.300	0,14	180/165
A-2	Lumicene MR 2002	1,3	259	0,53	5.300	0,21	182/171
A-3	EX1-A	NP	245	0,53	4.500	0,25	168/165
A-4	Lumicene MR 2002	1,4	259	0,53	5.300	0,21	176/171
A-5	PP3155	1,4	235	0,53	5.500	0,25	168/164

Los datos de tracción por arrastre, presentados en la siguiente Tabla B, se obtuvieron de acuerdo con el procedimiento de DIN EN 9073-18. Los datos de rotura de la lengüeta, presentados en la Tabla C, se determinaron de acuerdo con la DIN EN ISO 9073-4. La resistencia al estallido, presentada en la Tabla C, se obtuvo de acuerdo con la ISO 13938-2 1999.

35

Tabla B: Propiedades de tracción por arrastre

Ejemplo	Gramaje del producto textil (gsm)	Carga máxima de tracción por arrastre en la DM (N)	Carga máxima de tracción por arrastre en la DM (N/gsm)	Cambio de longitud en la DM a la máxima carga (mm)	% de alargamiento en la DM a la máxima carga	Carga máxima de tracción por arrastre en la DT (N)	Carga máxima de tracción por arrastre en la DT (N/gsm)	Cambio de longitud en la DT a la máxima carga (mm)	% de alargamiento en la DT a la máxima carga
A-1	9,8	40,64	4,15	35,1	46,5	21,05	2,15	58,4	76,3
A-2	9,8	41,53	4,24	29,8	39,5	20,7	2,11	57,8	75,6
A-3	9,8	37,53	3,83	33,7	44,7	19,04	1,94	52,6	69,1
A-4	9,7	42,92	4,42	32,1	42,6	21,07	2,17	50,3	66,1
A-5	10,4	34,65	3,33	31,7	42,1	18,24	1,75	52,1	67,9

Tabla C: Resistencia a la rotura y al estallido de la lengüeta

Ejemplo	Fuerza máx. de rotura en la DT (N)	Fuerza máx. de rotura en la DM (N)	Resistencia al estallido (kPa)	Altura del estallido (mm)
A-1	9,2	7,8	28,5	31,1
A-2	9,3	8,0	21,8	28,5
A-3	9,4	8,8	31,0	32,5
A-4	9,4	9,1	31,9	30,7
A-5	7,8	5,8	26,9	31,8

- 5 Se formaron productos textiles con un polímero que tenía un MFR de 16,5 fabricado usando el mismo procedimiento que el Ejemplo 1 (denominado EX1-A), Achieve™ 3854 y Lumicene™ MR 2002, y luego se ensayaron diversas propiedades físicas. Los datos se presentan en las Tablas D y E. Achieve™ 3854 es un homopolímero de propileno de metaloceno que tiene un MFR de 24 dg/min disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston Texas. Lumicene™ MR 2002 es un homopolímero de propileno de metaloceno que tiene un índice de fluidez (230 °C, 2,16 kg, ISO 1133) de aproximadamente 15 dg/min y una T_{pr} de aproximadamente 153 °C disponible en Total Petrochemicals, Feluy, Bélgica. Los productos textiles se formaron mediante el proceso y las condiciones de los
- 10 productos textiles no tejidos hilados descritos anteriormente a un gramaje del producto textil nominal de 10 gsm, excepto que los productos textiles producidos a una velocidad de línea de 300 m/min usaron un haz hilado.

Tabla D: Propiedades de tracción de los productos textiles según WSP 110.4 (05) en condiciones de baja (300 m/min) y alta (900 m/min) velocidad de línea de hilatura.					
Condiciones del ensayo de tracción: 100 m/min, 200 mm de longitud de calibración	Gramaje del producto textil (gsm)	Resistencia en la DT (N/5 cm/gsm)	Resistencia en la DM (N/5 cm/gsm)	Alargamiento máximo en la DT (%)	Alargamiento máximo en la DM (%)
PP3155 (300 m/min)	10,1	1,27	2,35	51,	42,9
PP3155 (900 m/min)	10,3	0,95	2,76	59,0	44,2
Achieve™ 3854 (300 m/min)	10,0	1,32	3,14	45,5	40,4
Achieve™ 3854 (900 m/min)	9,8	0,85	2,73	39,0	24,3
EX1-A (300 m/min)	10,2	1,61	2,52	56,7	45,3
EX1-A (900 m/min)	9,8	1,13	2,89		38,4
Lumicene™ MR 2002 (300 m/min)	10	1,70	2,92	50,3	44,6
Lumicene™ MR 2002 (900 m/min)	9,8	1,21	3,33		37,7
US 20110081817 Ejemplo 3*	12,0	1,6	2,9	59	65,0
US 20110081817 Ejemplo 4*	12,0	1,65	3,03	66	68,0
US 20110081817 Ejemplo comparativo 2*	12,0	1,49	2,82	57	56,0
US 20100233927 Ejemplo 2*	12,0	1,78	3,18	69,4	66,9
US 20110059668 Ejemplo 3*	12,0	1,30	2,85	66	61,0

* datos tomados de la referencia citada, 300 m/min

Tabla E: Resistencia al desgarro de Elmendorf de los productos textiles (ASTM D 1922) en condiciones de baja (300 m/min) y alta (900 m/min) velocidad de línea de hilatura, gramaje nominal del producto textil de 10 gsm

Velocidad (m/min)	Desgarro de Elmendorf en la DT (N/gsm) PP3155	Desgarro de Elmendorf en la DT (N/gsm) EX1-A	Desgarro de Elmendorf en la DT (N/gsm) Lumicene MR 2002	Desgarro de Elmendorf en la DT (N/gsm) PP3155	Desgarro de Elmendorf en la DT (N/gsm) EX1-A	Desgarro de Elmendorf en la DT (N/gsm) Lumicene MR 2002	Desgarro de Elmendorf en la DT (g/gsm) Achieve 3854	Desgarro de Elmendorf en la DT (g/gsm) Achieve 3854
300	11,8	15,9	20,5	7,8	11,0	14,7	19,4	13,1
900	12,7	13,1	16,1	7,0	9,6	11,6	16,5	12,8

Todos los documentos descritos en el presente documento se incorporan por referencia en el presente documento, incluyendo cualquier documento de prioridad y/o procedimiento de ensayo en la medida en que no sean incompatibles con el presente texto, siempre que, no obstante, el documento de prioridad no mencionado en la solicitud presentada inicialmente o documentos de presentación NO esté incorporado en el presente documento por referencia. Como resulta evidente a partir de la descripción general anterior y las realizaciones específicas, aunque se han ilustrado y descrito las formas de la invención, se pueden realizar diversas modificaciones sin apartarse del espíritu ni del alcance de la invención. Por consiguiente, no se pretende que la invención esté limitada de ese modo. Asimismo, La expresión "que comprende/n" se considera sinónimo de la expresión "que incluye/n" para los fines de la legislación australiana. Asimismo, cuando una composición, un elemento o un grupo de elementos va precedido de la expresión de transición "que comprende", se entiende que también se contempla la misma composición o grupo de elementos con las expresiones de transición "que consiste esencialmente en", "que consiste en", "seleccionado del grupo que consiste en" o "es" que precede a lo recitado de la composición, elemento o elementos, y viceversa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un producto textil no tejido que comprende fibras de polipropileno, en el que dichas fibras de polipropileno comprenden un polímero de propileno que comprende al menos el 50 % molar de propileno, teniendo dicho polímero:
- 10 a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 10 dg/min a aproximadamente 21,5 dg/min;
- b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8) en el presente documento] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28;
- 15 c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe en el presente documento, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 131 °C; y
- d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97 o superior.
- 20 2. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas fibras de polipropileno están presentes en una cantidad de al menos el 50 % en peso, preferentemente, de al menos el 75 % en peso, basado en el peso total de las fibras de dicho producto textil no tejido.
3. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene un gramaje de producto textil en el intervalo de 5 a 70 gsm, preferentemente, de 7 a 15 gsm.
- 25 4. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene una resistencia a la tracción específica en la DT de al menos 1,0 N/5 cm/gsm, una resistencia a la tracción específica en la DM de al menos 2,7 N/5 cm/gsm y una mano total de menos de aproximadamente 6,8 gm de fuerza o un módulo de tracción de menos de aproximadamente 32 N/5 cm/gsm, y que, opcionalmente, tiene una anisotropía de tracción del producto textil (proporción de la resistencia a la tracción específica en la DM con respecto a la de la DT como se define en el presente documento) inferior a aproximadamente 2,7.
- 30 5. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las fibras tienen un valor de dpf de 0,3 a 5 dpf y, opcionalmente, un gramaje de producto textil no superior a 15 gsm.
- 35 6. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de capas no tejidas que están unidas entre sí.
7. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas fibras comprenden una composición de polímero de propileno que comprende una combinación de dos o más polímeros de propileno.
- 40 8. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho producto textil no tejido es un producto textil no tejido hilado, un producto textil no tejido soplado en fusión o un laminado que comprende una pluralidad de productos textiles no tejidos seleccionados cada uno independientemente entre productos textiles no tejidos hilados y productos textiles no tejidos soplados en fusión.
- 45 9. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la composición de polímero de propileno que comprende un polímero de propileno que tiene una PM_p/PM_n de 1 a 7, y/o una PM_z/PM_p de 1,5 a 2,5.
- 50 10. Un producto textil no tejido de acuerdo con la reivindicación 1, pudiendo obtenerse dicho producto textil no tejido mediante hilatura con una velocidad de línea de producción de al menos 400 m/min.
11. Un producto textil no tejido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que dicho polímero de propileno es un polímero de propileno viscorreducido.
- 55 12. Una fibra de polipropileno que comprende un polímero de propileno que comprende al menos el 50 % molar de propileno, teniendo dicho polímero:
- a) un índice de fluidez (MFR, ASTM 1238, 230 °C, 2,16 kg) de aproximadamente 10 dg/min a aproximadamente 21,5 dg/min;
- 60 b) un índice de relación de tensión/tangente de pérdida adimensional R_2 [definido por la siguiente Ec. (8) en el presente documento] a 190 °C de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 28;
- c) una temperatura de inicio de la cristalización bajo flujo, $T_{c, reol}$, (determinada mediante reología SAOS, 1 °C/min como se describe en el presente documento, teniendo dicho polímero un 0 % en peso de agente de nucleación presente), de al menos aproximadamente 131 °C; y
- 65 d) una longitud media de secuencia meso determinada mediante RMN de ^{13}C de al menos aproximadamente 97 o superior.

ES 2 686 328 T3

13. Una fibra de acuerdo con la reivindicación 12, que tiene un valor de dpf de 0,3 a 5 dpf, o que es un hilo que comprende una pluralidad de filamentos de polipropileno que tienen un valor de dpf de 0,3 a 5 dpf.

5 14. Un artículo que comprende uno o más productos textiles no tejidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, por ejemplo, un pañal.

Figura 1

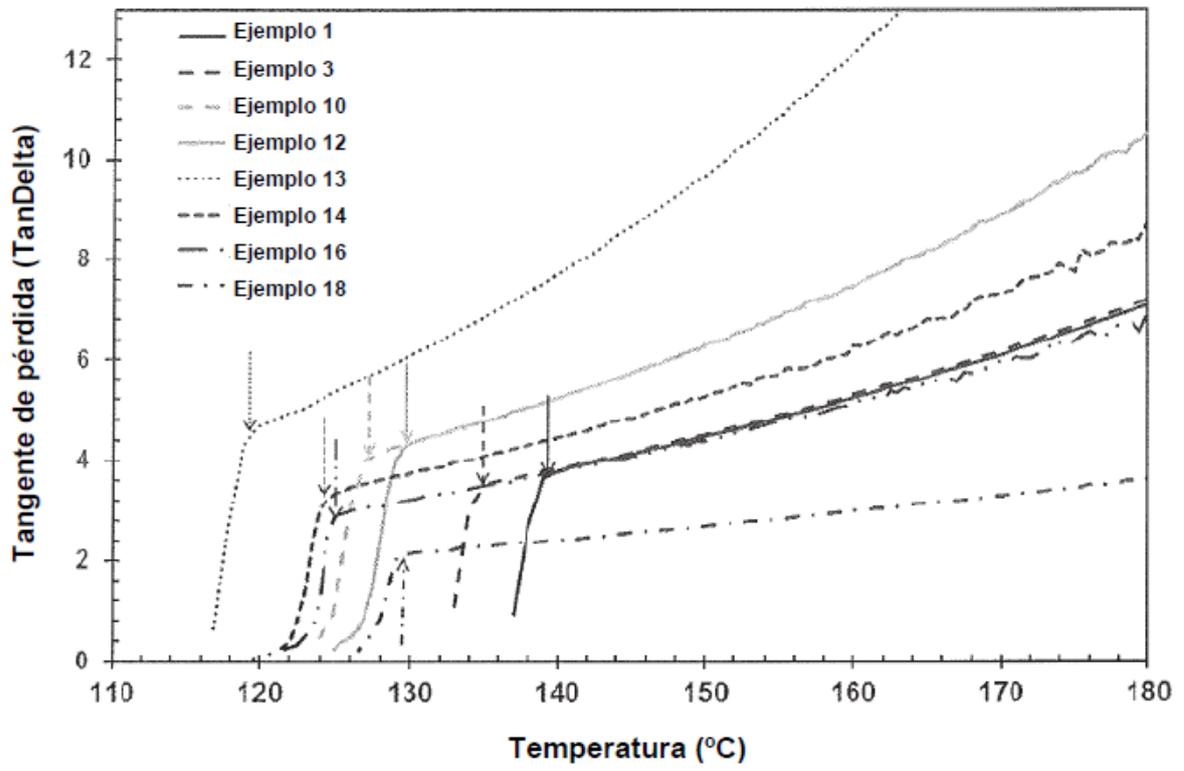


Figura 2

