

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 981**

51 Int. Cl.:
D01F 6/06 (2006.01) **D04H 1/42** (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)
C04B 16/06 (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01)
C08K 7/02 (2006.01)
C08L 23/12 (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01)
D02G 3/44 (2006.01)
D02J 1/22 (2006.01)
D03D 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08722686 .6**
96 Fecha de presentación: **24.03.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2130954**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **FIBRA DE POLIPROPILENO, MÉTODO PARA PRODUCIR LA MISMA Y UTILIZACIÓN DE LA MISMA.**

30 Prioridad:
26.03.2007 JP 2007078738
27.03.2007 JP 2007080699
25.05.2007 JP 2007139453
10.09.2007 JP 2007234212
25.09.2007 JP 2007247137
27.11.2007 JP 2007305859
06.12.2007 JP 2007315587

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.01.2012

73 Titular/es:
KURARAY CO., LTD.
1621, Sakazu, Kurashiki-shi
Okayama 710-8622, JP

72 Inventor/es:
KATAYAMA, Takashi;
IWASAKI, Yoshihiro y
NISHIYAMA, Masakazu

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 981 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

Fibra de polipropileno, método para producir la misma y utilización de la misma

5 La presente invención se refiere a una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad, resistencia térmica, y capacidad de retención de agua excelentes, un método para producir la fibra de polipropileno, una composición hidráulica, un producto hidráulico, una estructura de cuerda, una estructura de fibra en forma de lámina, un material compuesto, y un producto moldeado utilizando la fibra de polipropileno.

10 La fibra de polipropileno se utiliza extensamente para diferentes aplicaciones debido a que la fibra de polipropileno tiene propiedades excelentes tales como resistencia química y propiedad de poco peso, se puede fundir fácilmente, tiene una eficacia de reciclaje excelente, puede someterse fácilmente a eliminación mediante incineración sin generar gases nocivos tales como gases halógenos ni siquiera cuando se incinera la fibra de polipropileno, y similares. Sin embargo, la resistencia térmica de la fibra de polipropileno no es suficientemente alta entre las fibras sintéticas, y por lo tanto se ha demandado la mejora de la resistencia térmica.

15 Por ejemplo, como lámina con una eficacia de reciclaje y una tenacidad excelentes, se conoce una lámina de poliolefina que se ha reforzado con una fibra de polipropileno. En la producción de la lámina reforzada con fibras, es necesario fundir la poliolefina a una temperatura tal alta como sea posible para la adherencia de una base de lámina de poliolefina y la fibra de polipropileno desde los aspectos de la mejora de la productividad, la adherencia entre la fibra de polipropileno y la base de lámina de poliolefina, y similares. Sin embargo, debido a la escasa resistencia térmica de la fibra de polipropileno, la poliolefina no se puede fundir a una alta temperatura para formarla en una lámina en el momento de producir la lámina reforzada con fibras. Por lo tanto, la velocidad de producción no se puede aumentar, y por otra parte, la adherencia entre la fibra de polipropileno y la lámina de poliolefina es insuficiente, dando como resultado una reducción de la productividad, una tenacidad insuficiente de la lámina de poliolefina reforzada con fibras que se vaya a obtener, etc.

20 Por otra parte, se utiliza una tela formada de la fibra de polipropileno como filtro. Puesto que el filtro se utiliza en ocasiones en un entorno de alta temperatura, se ha demandado la mejora de la resistencia térmica de la fibra de polipropileno.

25 En cuanto a la tecnología convencional que tiene como objetivo la mejora de la resistencia térmica de la fibra de polipropileno, se conoce una fibra de polipropileno que tiene una tasa de retracción por calor a 170°C durante 10 minutos de 10% o inferior y una temperatura pico de la masa fundida de 178°C o superior. La fibra de polipropileno se obtiene fundiendo y moldeando una resina de homopolipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica de 96% o más y menor de 98,5% y una velocidad de flujo en estado reblandecido (230°C, carga de 2,16 kg) de 0,1 a 30 g/10 minutos, y a continuación sometiendo a estiraje el producto resultante (véase el Documento de Patente 1).

30 Sin embargo, la forma del pico endotérmico de la fibra de polipropileno es una forma doble ancha o una forma sencilla y sus cristales no son uniformes. De este modo, su resistencia térmica todavía no es suficientemente elevada.

35 En cuanto a otra tecnología convencional, se conoce una fibra de polipropileno que tiene dos picos endotérmicos mediante CDB de 155 a 170°C que se obtiene sometiendo un homopolímero de polipropileno que tiene un índice isotáctico de 90 a 99% a hilatura directa o sometiendo el homopolímero de polipropileno a hilatura directa, y a continuación a estiraje (véase el Documento de Patente 2).

40 Sin embargo, en la fibra de polipropileno, el pico endotérmico a una temperatura inferior entre los dos picos endotérmicos mediante CDB sirve como índice de la resistencia térmica de la fibra de polipropileno, la forma del pico endotérmico es ancha, y sus cristales no son uniformes. Por lo tanto, su resistencia térmica no es suficiente.

45 Por otra parte, la fibra de polipropileno es una fibra sintética utilizada extensamente aplicada a diferentes materiales industriales, y el carácter hidrófobo plantea un problema en muchas aplicaciones. Por ejemplo, en aplicaciones tales como papel y una tela no tejida, se ha requerido que la fibra como componente principal tenga un alto carácter hidrófilo en muchos casos. Por otra parte, se ha requerido que la fibra utilizada como material de refuerzo para diversos materiales matriz tenga carácter hidrófilo desde los aspectos de la dispersabilidad uniforme en una matriz, la fuerza de adherencia a la matriz, y similares. Sin embargo, debido a que la fibra de polipropileno es hidrófoba y tiene un escaso carácter hidrófilo, la fibra de polipropileno, tal cual, es difícil de aplicar a un papel, una tela no tejida, un material de refuerzo, etc., que requieren carácter hidrófilo.

50 De este modo, se han propuesto convencionalmente tecnologías que tienen como objetivo la mejora del carácter hidrófilo y la capacidad de retención de agua de la fibra de polipropileno. Por ejemplo, es conocida la producción de una fibra de polipropileno absorbente de agua sometiendo, a hilatura directa, polipropileno en el que se dispersa uniformemente una resina absorbente de agua en forma de partículas en una resina utilizando cera de polietileno (Documento de Patente 3). Sin embargo, en caso de emplear el método, el polipropileno, al que se han añadido las partículas, se somete a hilatura y estiraje, lo que hace imposible evitar las influencias sobre la propiedad de hilatura

y la propiedad de estiraje. De este modo, no se puede obtener una fibra de polipropileno que tenga una tenacidad suficiente.

Por otra parte, se conoce la producción de una fibra de polipropileno que tiene irregularidades en la superficie por medio de la irradiación de una fibra de polipropileno con radiación ionizante, sometiendo una fibra de polipropileno a gofrado y estiraje, o sometiendo una fibra de polipropileno a hilatura directa a la vez que se cambia la velocidad de extracción de la fibra de polipropileno, y a continuación sometiendo a estiraje el producto resultante (Documentos 4 a 6). Sin embargo, esos métodos se aplican a una fibra de polipropileno que tiene una mayor finura, es decir, una finura de una sola fibra tal alta como 50 a 100.000 denier, y son difíciles de aplicar a una fibra de polipropileno que tiene una finura reducida, es decir, una finura de una sola fibra de 10 dtex o más pequeña, debido a que la fibra resulta dañada seriamente.

En particular, el Documento de Patente 4 describe una tecnología para obtener un monofilamento que tiene una finura de 50 a 50.000 denier, y concretamente de 3.000 a 12.000 denier, realizando irradiación con radiación ionizante antes y después del estiraje. Sin embargo, cuando el método se aplica a una fibra de polipropileno que tiene una finura de una sola fibra de 10 dtex o inferior, y particularmente 3 dtex o inferior, la tenacidad se reduce, se generan pelusas frecuentemente, es evidente la irregularidad en la forma, y aparecen problemas en la propiedad de aprobación del procedimiento, la calidad, y el grado.

Por otra parte, se conoce una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad de una sola fibra de 9 cN/dtex o más y una estructura de superficie rugosa estriada formada a lo largo de la superficie de la fibra curvada. La fibra de polipropileno se produce por medio de estiraje de un hilo de polipropileno no sometido a estiraje de 125 a 155°C en un baño de aire caliente (Documento de Patente 7). Sin embargo, en la fibra de polipropileno, los intervalos entre las estructuras de superficie rugosa estriadas que existen sobre la superficie de la fibra y su altura son pequeños. Por lo tanto, la fibra no tiene suficiente capacidad de retención de agua y la compatibilidad con una matriz es insuficiente.

Adicionalmente, se conoce a un método para producir un hilo sometido a estiraje por medio de estiraje de un hilo de polipropileno no sometido a estiraje en una sola etapa utilizando vapor de agua saturado a presión de 3,0 a 5,0 kg/cm² (temperatura: de 133 a 151°C) (Documento de Patente 8). Sin embargo, en el hilo de polipropileno sometido a estiraje (fibra de polipropileno) obtenido mediante el método, la formación de irregularidades sobre la superficie de la fibra es insuficiente, los intervalos entre las irregularidades y su altura son pequeños, la fibra no tiene suficiente capacidad de retención de agua, y la compatibilidad con una matriz es insuficiente.

Por otra parte, un producto hidráulico formado mediante curado por hidratación (más adelante referido a veces como "curado con agua") de una composición hidráulica que contiene sustancias hidráulicas tales como cemento, yeso, y escoria granulada con agua, tiene generalmente una baja tenacidad y es probable que desarrolle grietas en el momento de la retracción durante el secado.

De este modo, se ha añadido convencionalmente una fibra reforzante a una sustancia hidráulica tal como el cemento. Como fibra reforzante para una sustancia hidráulica, se ha utilizado convencionalmente amianto. Sin embargo, el amianto es nocivo para el cuerpo humano y no es deseable en términos de seguridad e higiene. De este modo, su uso está siendo regulado en la actualidad.

En los últimos años, se utilizan diversas fibras inorgánicas y fibras sintéticas como fibra reforzante para sustancias hidráulicas en lugar de amianto. Como fibra sintética, se utilizan principalmente una fibra de polipropileno, una fibra de poli(alcohol vinílico), una fibra acrílica, etc. De esas, la fibra de polipropileno tiene una resistencia a los álcalis y una resistencia al impacto excelentes, tiene poco peso, y se puede someter a curado en autoclave. Por lo tanto, la cantidad consumida de la fibra de polipropileno ha aumentado particularmente en los últimos años.

Se sabe que cuando se realiza el curado en autoclave a una temperatura superior en el momento de producir un producto hidráulico a partir de una sustancia hidráulica tal como el cemento, el curado se puede completar en poco tiempo. En vista de lo anterior, cuando se puede utilizar una fibra reforzante que tiene alta resistencia térmica, el tiempo de curado se acorta, lo que ahorra espacio de curado. Adicionalmente, puesto que aumenta el recambio de plantillas tales como los moldes, el curado en autoclave a una temperatura superior es ventajoso para la producción del producto hidráulico. Por otra parte, se sabe que la temperatura de curado en autoclave influye en la estabilidad dimensional del producto hidráulico. Cuando la temperatura de curado es superior, la estabilidad dimensional del producto hidráulico que se va a obtener tiende a aumentar.

Sin embargo, en la actualidad, todavía no se ha obtenido una fibra de polipropileno para reforzar una sustancia hidráulica que tenga una alta resistencia térmica de manera que la fibra sea resistente al curado en autoclave, alta tenacidad, y excelente compatibilidad con una sustancia hidráulica tal como el cemento.

Por ejemplo, el Documento de Patente 1 mencionado anteriormente describe la utilización, como material reforzante de cemento, de una fibra de polipropileno que tiene una tasa de retracción por calor a 170°C durante 10 minutos de 10% o inferior y que tiene una temperatura pico de la masa fundida de 178°C o superior, que se obtiene en Documento de Patente 1. Sin embargo, en la fibra de polipropileno obtenida en el Documento de Patente 1, la forma

del pico endotérmico es una forma doble ancha o una forma sencilla ancha, sus cristales no son uniformes, y la resistencia térmica no es todavía suficientemente alta como se ha descrito antes. Por lo tanto, la fibra de polipropileno del Documento de Patente 1 no es adecuada para el curado en autoclave a una alta temperatura, particularmente a una temperatura que supere 150°C, y más concretamente a una temperatura tal alta como 170°C o superior. Cuando la fibra de polipropileno del Documento de Patente 1 se somete a curado en autoclave a una alta temperatura, es probable que se produzca reducción de la tenacidad, degradación, etc., de la fibra de polipropileno.

Los Documentos de Patente 4 a 6 anteriormente mencionados describen la utilización de una fibra de polipropileno obtenida en estas invenciones, que tiene irregularidades en la superficie, para reforzar una sustancia hidráulica. Las fibras de polipropileno descritas en los Documentos de Patente 4 a 6 tienen una mayor finura, es decir, una finura de una sola fibra de 50 a 100.000 denier. De este modo, es probable que la compatibilidad de cada una de las fibras de polipropileno con la sustancia hidráulica se vuelva insuficiente, y por otra parte, con el fin de dispersar uniformemente las fibras de polipropileno por toda una sustancia hidráulica para un refuerzo suficiente, se necesita combinar una gran cantidad (una gran masa) de fibras de polipropileno. Por otra parte, cuando los métodos para formar las irregularidades descritas en los Documentos de Patente 4 a 6 se aplican a una fibra de polipropileno que tiene un calibre fino, es decir, una finura de una sola fibra de 10 dtex o menor, la fibra se deteriora notablemente. De este modo, es realmente difícil aplicar los métodos de formación a la fibra de polipropileno que tiene un calibre fino.

De estas, la fibra de polipropileno descrita en el Documento 4 tiene una mayor finura y es difícil que exhiba suficientes efectos reforzantes para una sustancia hidráulica.

Por otra parte, el Documento de Patente 7 describe la utilización de una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad de una sola fibra de 9 cN/dtex o más y una estructura de superficie rugosa estriada formada a lo largo de la superficie curvada de la fibra para reforzar hormigón. Sin embargo, como se ha descrito antes, debido a que la fibra de polipropileno no tiene suficiente capacidad de retención de agua, la compatibilidad con una sustancia hidráulica es insuficiente.

Adicionalmente, el Documento de Patente 8 anteriormente mencionado hace referencia a una fibra reforzante para cemento como una de las aplicaciones del hilo de polipropileno sometido a estiraje obtenido en la invención del Documento de Patente 8. Sin embargo, como se ha descrito antes, en el hilo de polipropileno sometido a estiraje (fibra de polipropileno) obtenido mediante el método de Documento de Patente 8, la formación de irregularidades sobre la superficie de la fibra es insuficiente, los intervalos entre las irregularidades y su altura son pequeños, y la fibra de polipropileno no tiene suficiente capacidad de retención de agua. Por lo tanto, la compatibilidad con una sustancia hidráulica que forma una matriz es insuficiente.

Una cuerda formada de una fibra tiene muchas aplicaciones, por ejemplo, transporte terrestre/marítimo, pesca, agricultura, y obras de construcción. Como material de fibra para una cuerda formada de una fibra, se utilizan tanto una fibra natural como una fibra sintética. En los últimos años, se utiliza principalmente una cuerda formada de una fibra sintética. En cuanto a la cuerda formada de una fibra sintética, se mencionan una fibra de nailon, una fibra de vinylon, una fibra de poliéster, una fibra de polipropileno, una fibra de polietileno, una fibra de poli(cloruro de vinilo), etc. De estas, una cuerda formada de una fibra de polipropileno tiene las ventajas de que la cuerda formada de una fibra de polipropileno tiene una resistencia química, propiedad de poco peso, etc. excelentes, se puede fundir fácilmente, tiene una eficacia de reciclaje excelente, se somete a eliminación mediante incineración sin generar gases nocivos tales como gases halógenos ni siquiera cuando se incinera la fibra de polipropileno, y similares. Por lo tanto, se han sugerido diversas propuestas sobre la cuerda formada de una fibra de polipropileno, un método para producir una fibra de polipropileno para su uso en la cuerda, etc., (véanse los Documentos 9 y 10).

Sin embargo, entre las fibras sintéticas, la resistencia térmica de la fibra de polipropileno no es alta. De este modo, se ha demandado la mejora de la resistencia térmica de una cuerda formada mediante la utilización de la fibra de polipropileno. Esto es debido a que, cuando la cuerda formada mediante la utilización de la fibra de polipropileno se expone a una alta temperatura o se somete a calor friccional en el momento del frotado o el rascado, la fibra de polipropileno que forma la cuerda se funde, ocasionando, por ejemplo, la fusión de la cuerda, lo que da como resultado que propiedades físicas tales como la tenacidad probablemente disminuyan y el estiraje de la cuerda a alta temperatura sea elevado.

Como se ha descrito anteriormente, el Documento de Patente 1 describe una fibra de polipropileno cuya resistencia térmica se ha intentado aumentar, que tiene tasa de retracción por calor a 170°C durante 10 minutos de 10% o inferior y una temperatura pico de la masa fundida de 178°C o superior. La fibra de polipropileno se obtiene fundiendo y moldeando una resina de homopolipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica de 96% o más y menor de 98,5% y una velocidad de flujo de la masa fundida (230°C, carga de 2,16 kg) de 0,1 a 30 g/10 minutos, y a continuación sometiendo a estiraje el producto resultante. Sin embargo, en la fibra de polipropileno, los cristales no son uniformes y la resistencia térmica todavía no es suficientemente alta. Por lo tanto, incluso cuando se forma una cuerda mediante la utilización de la fibra de polipropileno, es probable que ocurran la fusión y la reducción de las propiedades físicas debido al calor friccional o similares. De este modo, es probable que aumente el estiraje a una alta temperatura.

5 Por otra parte, de un modo similar a las cuerdas formadas de otras fibras sintéticas, también es importante en la cuerda formada de una fibra de polipropileno que, cuando se tuerzan las fibras, no haya deslizamiento entre las fibras y entre las hebras de fibras y los acoplamientos entre las fibras y entre las hebras de fibras sean firmes y tengan un torcido ajustado, en términos de la inhibición del destorcido de las fibras o las hebras de fibras y la mejora de la tenacidad, la resistencia al estiraje, la resistencia al desgaste, y la conservación de la forma.

Sin embargo, con una cuerda formada de una fibra de polipropileno convencional, el deslizamiento entre las fibras de polipropileno y el deslizamiento entre los haces de fibras de polipropileno son altos, y es difícil torcer suficientemente firmemente y ajustadamente las fibras.

10 Como método para reducir el deslizamiento entre las fibras de polipropileno y el deslizamiento entre las hebras de fibras de polipropileno, se forman irregularidades en la superficie de fibra de polipropileno y la superficie de la fibra de polipropileno se pone áspera. Sin embargo, en una fibra de polipropileno conocida convencionalmente en cuya superficie se han formado irregularidades y una fibra de polipropileno cuya superficie se ha puesto áspera, las irregularidades (superficie áspera) son insuficientes y se regula la formación de irregularidades. Incluso cuando se forma una cuerda utilizando las fibras de polipropileno, es difícil torcer ajustadamente y firmemente las fibras de polipropileno (hilo y hebra de polipropileno). De este modo, no se puede obtener una cuerda formada de la fibra de polipropileno que tenga una tenacidad, resistencia al estiraje, resistencia al desgaste, conservación de la forma, etc. excelentes.

20 Por ejemplo, en las fibras de polipropileno que tienen cada una irregularidad en la superficie para reforzar una sustancia hidráulica, que se describen en los Documentos de Patente 4 a 6 mencionados previamente, es probable que se genere el deterioro de las mismas. De este modo, tales fibras de polipropileno se aplican a la producción de una cuerda, es imposible obtener una cuerda formada de una fibra de polipropileno que tenga propiedades mecánicas, resistencia al desgaste, conservación de la forma, etc. excelentes.

25 Por otra parte, con respecto a la fibra de polipropileno para reforzar hormigón descrita en el Documento de Patente 7 mencionado previamente, los intervalos entre las estructuras de superficie rugosa estriadas que existen sobre la superficie de la fibra y su altura son pequeños. Por lo tanto, el efecto antideslizamiento entre las fibras es insuficiente, e incluso cuando la fibra de polipropileno se aplica a la producción de una cuerda, las fibras no están torcidas ajustadamente ni firmemente. De este modo, no se puede obtener una cuerda que tenga propiedades mecánicas, resistencia al desgaste, resistencia al destorcido, conservación de la forma, etc. excelentes.

30 Adicionalmente, con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje (fibra de polipropileno) descrito en el Documento de Patente 8 mencionado previamente, la formación de irregularidades sobre la superficie de la fibra es insuficiente y los intervalos entre las irregularidades y su altura son pequeños. Por lo tanto, el efecto antideslizamiento entre fibras es insuficiente, e incluso cuando la fibra de polipropileno se aplica a la producción de una cuerda, las fibras no están torcidas ajustadamente ni firmemente. De este modo, no se puede obtener una cuerda que tenga propiedades mecánicas, resistencia al desgaste, resistencia al destorcido, conservación de la forma, etc. excelentes.

Por otra parte, la fibra de polipropileno se utiliza para la producción de una estructura de fibra en forma de lámina tal como una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un papel sintético, y un artículo de tipo red a la vez que se aprovechan propiedades tales como la resistencia química, la propiedad de poco peso, la facilidad de reciclaje, y la no generación de gases nocivos en el momento de incineración.

40 Dependiendo del uso pretendido de la estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno, se ha demandado resistencia térmica. Por ejemplo, como se ha descrito antes, en la producción de una lámina de poliolefina reforzada con una tela formada de una fibra de polipropileno, se necesita fundir a una alta temperatura una lámina con una base de poliolefina para la adherencia entre la base de lámina de poliolefina y la tela formada de una fibra de polipropileno desde los aspectos de la mejora de la productividad y la adherencia entre la tela formada de una fibra de polipropileno y la base de lámina de poliolefina. Sin embargo, puesto que la resistencia térmica de la tela formada de una fibra de polipropileno es insuficiente, la base de lámina de poliolefina no se puede fundir a una alta temperatura, lo que ocasiona la reducción de la productividad, la carencia de fuerza de adherencia entre la fibra formada de una fibra de polipropileno y la base de poliolefina, etc. Adicionalmente, también cuando se utiliza una estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno para un filtro, un separador, ropa (en particular, ropa de deporte y similares), etc., se ha demandado la mejora de la resistencia térmica. Esto es debido a que la estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno se utiliza a veces en un entorno de alta temperatura o un estado en el que se genera fricción.

55 Las fibras de polipropileno descritas en los Documentos de Patente 1 y 2, cuya resistencia térmica se ha intentado aumentar, se pueden utilizar para la producción de una estructura de fibra en forma de lámina. Sin embargo, en las fibras de polipropileno descritas en los Documentos de Patente 1 y 2, los cristales no son uniformes y la resistencia térmica todavía no es suficientemente alta. De este modo, no se puede obtener una estructura de fibra en forma de lámina con una resistencia térmica excelente.

Por otra parte, un papel sintético y una tela no tejida formada de una fibra de polipropileno se utilizan para materiales industriales tales como un filtro y un separador. Sin embargo, debido al escaso carácter hidrófobo, el papel sintético y la tela no tejida formados de una fibra de polipropileno, tal cual están, son difíciles de aplicar a una filtración acuosa y un separador para baterías alcalinas secundarias que requieren un alto carácter hidrófilo.

5 Como se ha descrito anteriormente, el Documento de Patente 3 describe una fibra de polipropileno absorbente de agua obtenida sometiendo, a hilatura directa, polipropileno donde se ha añadido y dispersado una resina absorbente de agua en forma de partículas y utilizando cera de polietileno. Sin embargo, la fibra de polipropileno tiene insuficiente tenacidad, y de este modo, no se puede obtener una suficiente tenacidad cuando se forma en una estructura de fibra en forma de lámina tal como una tela tricotada tejida, una tela no tejida, un papel sintético, y un artículo de tipo red.
10

Por otra parte, incluso cuando las fibras de polipropileno, descritas en los Documentos de Patente 4 a 8, que tienen cada una irregularidades en la superficie se utilizan para la producción de una estructura de fibra en forma de lámina, tal como una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un papel sintético, y un artículo de tipo red, no se puede obtener una estructura de fibra en forma de lámina que tiene alta capacidad de retención de agua y tiene una tenacidad excelente. Esto es debido a que las irregularidades (superficie áspera) son insuficientes, de manera que la formación de las irregularidades es limitada, y debido a que la tenacidad de la propia fibra de polipropileno es baja.
15

Para concretar, con respecto a las fibras de polipropileno (en particular, una fibra de polipropileno que tiene una pequeña finura, es decir, una finura de una sola fibra de 10 dtex o inferior) obtenidas mediante los métodos para la formación de irregularidades descritos en los Documentos de Patente 4 a 6, particularmente en Documento de Patente 4, la generación de desperfectos es notable. Por lo tanto, incluso cuando se forma una estructura de fibra en forma de lámina utilizando la fibra de polipropileno, no se puede obtener una estructura de fibra en forma de lámina con una tenacidad excelente.
20

Por otra parte, con respecto a la fibra de polipropileno descrita en Documento de Patente 7, los intervalos entre las estructuras de superficie rugosa estriada que existen sobre la superficie de la fibra y su altura son pequeños. De este modo, incluso cuando se utiliza la fibra de polipropileno, no se puede obtener una estructura de fibra en forma de lámina con una capacidad de retención de agua excelente. Adicionalmente, con respecto a la fibra de polipropileno descrita en Documento de Patente 8, la formación de las irregularidades sobre la superficie de la fibra es insuficiente y los intervalos entre las irregularidades y su altura son pequeños. De este modo, incluso cuando se utiliza la fibra de polipropileno, no se puede obtener una estructura de fibra en forma de lámina con una capacidad de retención de agua excelente.
25
30

Adicionalmente, en cuanto a una de las aplicaciones de una fibra de polipropileno, se menciona su uso como fibra reforzante para polímeros orgánicos. Como ejemplo específico de la misma, se menciona la lámina de poliolefina reforzada con fibra de polipropileno anteriormente mencionada. Sin embargo, debido a que la resistencia térmica de la fibra de polipropileno es insuficiente, la productividad disminuye y la fuerza de adherencia entre la fibra de polipropileno y la base de poliolefina es insuficiente como se ha descrito antes.
35

Por otra parte, cuando se utiliza la fibra de polipropileno como fibra reforzante para polímeros orgánicos distintos de poliolefina para producir un material compuesto que contiene la fibra de polipropileno y un polímero orgánico y un producto moldeado, a veces no se adquiere un efecto de reforzamiento suficiente debido a la baja resistencia térmica de la fibra de polipropileno y la baja adherencia de la fibra de polipropileno al polímero orgánico. Desde estos puntos de vista, se ha demandado una fibra de polipropileno con una resistencia térmica excelente y, por otra parte, que tenga una adherencia a un polímero orgánico excelente. Sin embargo, la resistencia térmica de cada una de las fibras de polipropileno descritas en los Documentos de Patente 1 y 2 todavía no es suficientemente alta. De este modo, las fibras de polipropileno descritas en Documentos de Patente 1 y 2 no son necesariamente eficaces como fibra reforzante para polímeros orgánicos.
40

Adicionalmente, con respecto a las fibras de polipropileno que tienen irregularidades en la superficie descritas en los Documentos de Patente 4 a 8, las irregularidades en la superficie (superficie rugosa) son insuficientes, la formación de irregularidades está regulada, y la tenacidad es insuficiente. Por lo tanto, incluso cuando estas fibras de polipropileno se aplican a una fibra reforzante para polímeros orgánicos, es imposible obtener un material compuesto que contenga un polímero orgánico y la fibra de polipropileno, un producto moldeado, etc., que tengan una tenacidad excelente y similares debido a una adherencia insuficiente con los polímeros orgánicos.
45
50

Documento de Patente 1: JP 2002-302825 A

Documento de Patente 2: JP 2001-20132 A

Documento de Patente 3: JP 04-41710 A

Documento de Patente 4: JP 61-26510 B

Documento de Patente 5: JP 56-9268 A

Documento de Patente 6: JP 61-301 B

Documento de Patente 7: JP 2003-293216 A

Documento de Patente 8: JP 3130288 B

5 Documento de Patente 9: JP 07-90785 A

Documento de Patente 10: JP 2002-20926 A

Documento No de Patente 1: "Macromolecules", vol. 6, 1973, pág. 925

Documento No de Patente 2: "Macromolecules", vol. 8, 1975, pág. 687

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar una fibra de polipropileno que tenga una estructura cristalina uniforme y que tenga una resistencia térmica y también una tenacidad excelentes.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una fibra de polipropileno que tenga alta capacidad de retención de agua y tenga una tenacidad excelente.

Adicionalmente, otro objeto más de la presente invención es proporcionar una fibra de polipropileno que tenga una tenacidad, una resistencia térmica, y una capacidad de retención de agua excelentes.

15 Adicionalmente, otro objeto más de la presente invención es proporcionar un método para producir homogéneamente la fibra de polipropileno.

20 Otro objeto adicional de la presente invención es proporcionar una composición hidráulica y un producto hidráulico que contenga la composición hidráulica. La composición hidráulica incluye una fibra de polipropileno con una resistencia térmica y una tenacidad excelentes como fibra reforzante, puede formar un producto hidráulico con una tenacidad y una durabilidad excelentes sin tener en cuenta las variaciones de las temperaturas de curado, no muestra degradación y reducción de la tenacidad de una fibra de polipropileno ni siquiera en el caso del curado en autoclave a una alta temperatura, y puede proporcionar una composición hidráulica con una tenacidad y una durabilidad excelentes en un tiempo de curado más corto.

25 Por otra parte, otro objeto de la presente invención es proporcionar una composición hidráulica y un producto hidráulico formado a partir de la composición hidráulica. La composición hidráulica incluye una fibra de polipropileno que tiene resistencia térmica, tenacidad, capacidad de retención de agua, y compatibilidad con una sustancia hidráulica que forma una matriz excelentes, y que puede formar un producto hidráulico con una tenacidad y una durabilidad excelentes.

30 Adicionalmente, otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de cuerda formada de una fibra de polipropileno, que tenga alta tenacidad y excelente resistencia térmica, en la que no se presentan la fusión, la desintegración, ni reducción de las propiedades físicas de la fibra de polipropileno que forma la cuerda ni siquiera cuando la estructura de cuerda se expone a una alta temperatura y se frota o rasca, la cuerda es de corte y estiraje difíciles a una alta temperatura debido a las propiedades, en la que el deslizamiento entre las fibras que forman la cuerda y deslizamiento entre los haces de fibras que forman la cuerda son bajos, en la que el acopio de fibras y el

35 al estiraje, resistencia al desgaste, conservación de la forma, etc. excelentes.

Adicionalmente, otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno que tiene una capacidad de retención de agua y también una tenacidad excelentes, tal como una tela no tejida, un papel sintético, una tela tejida o tricotada, y un artículo de tipo red.

40 Por otra parte, otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad y también una resistencia térmica excelentes.

Por otra parte, otro objeto de la presente invención es proporcionar una estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno que tiene una capacidad de retención de agua, una tenacidad, y una resistencia térmica excelentes.

45 Adicionalmente, un objeto de la presente invención es proporcionar un material compuesto de una fibra de polipropileno y un polímero orgánico que tiene propiedades mecánicas excelentes tales como tenacidad, resistencia térmica, y durabilidad, incluyendo el material compuesto, en una matriz formada de un polímero orgánico, una fibra de polipropileno que tiene alta tenacidad, excelente resistencia térmica, y excelente adherencia a un polímero orgánico, en el que no se presentan la fusión, la desintegración, y la reducción de las propiedades físicas ni siquiera

cuando se expone a una alta temperatura.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un producto moldeado que contiene el material compuesto y tiene propiedades mecánicas, resistencia térmica, y durabilidad excelentes.

5 Los autores de la presente invención llevaron a cabo una investigación exhaustiva con el fin de lograr los objetos anteriormente mencionados. Como resultado, por medio del uso de polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) superior a la especificada, se ha obtenido con éxito una fibra de polipropileno no convencional que muestra propiedades endotérmicas/de fusión específicas en mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB), tiene una estructura cristalina uniforme, tiene una alta resistencia térmica, y tiene también una tenacidad excelente.

10 Adicionalmente, los autores de la presente invención han obtenido satisfactoriamente, utilizando el polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) superior a la especificada, una fibra de polipropileno no convencional, que tiene, sobre la superficie de la fibra, irregularidades que tienen un intervalo medio dado y una altura media dada como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra, teniendo la fibra de polipropileno no convencional una pequeña finura de una sola fibra, excelente tenacidad, alta capacidad de retención de agua y propiedades endotérmicas/de fusión.

15 Más específicamente, los autores de la presente invención han producido satisfactoriamente una fibra de polipropileno no convencional que muestra propiedades endotérmicas/de fusión específicas en mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB), tiene una estructura cristalina uniforme, y tiene una resistencia térmica y una tenacidad excelentes, produciéndose la fibra de polipropileno no convencional sometiendo polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) superior a la especificada a hilatura directa, refrigerando a continuación el resultante para su solidificación para producir de este modo una fibra de polipropileno no sometida a estiraje, y a continuación sometiendo la fibra de polipropileno no sometida a estiraje resultante a pre-estiraje y post-estiraje en las condiciones especificadas.

25 Adicionalmente, los autores de la presente invención encontraron que: cuando una fibra de polipropileno que tiene una finura de una sola fibra de 3 dtex o inferior, y particularmente de 0,1 a 3 dtex, se produce por medio del método específico descrito anteriormente, se obtiene una fibra de polipropileno, que tiene irregularidades que tienen un intervalo medio dado y una altura media dada como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra, y que tiene una capacidad de retención de agua y tenacidad excelentes; y por medio de la especificación de las propiedades endotérmicas/de fusión en mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB) en la fibra de polipropileno, la estructura cristalina de la fibra de polipropileno se vuelve uniforme, y la resistencia térmica se vuelve excelente además de propiedades tales como alta capacidad de retención de agua y alta tenacidad.

30 Los autores de la presente invención han intentado preparar una composición hidráulica combinando la fibra de polipropileno obtenida anteriormente en una sustancia hidráulica tal como cemento, y producir un producto hidráulico utilizando la composición hidráulica. Como resultado, los autores de la presente invención encontraron que un producto hidráulico (producto hidráulico moldeado) obtenido moldeando una mezcla en la que se ha mezclado agua en la composición hidráulica que contiene la fibra de polipropileno obtenida anteriormente, y curando el producto resultante tiene una tenacidad extremadamente alta. En particular, los autores de la presente invención encontraron que: cuando se produce un producto hidráulico tal como un producto hidráulico moldeado utilizando la composición hidráulica que contiene la fibra de polipropileno obtenida anteriormente, se puede obtener un producto hidráulico que tiene una alta tenacidad sin tener en cuenta las temperaturas de curado; la tenacidad del producto hidráulico se vuelve alta por medio de cualquier curado a una alta temperatura que exceda de 100°C, curado a temperatura ambiente, y curado a una temperatura de la temperatura ambiente a una alta temperatura que exceda de 100°C; y, en particular, cuando el curado en autoclave se realiza a una alta temperatura que exceda de 100°C, entre tales altas temperaturas, a una alta temperatura que exceda de 150°C, y particularmente a una alta temperatura de 170°C o superior, se puede producir un producto hidráulico que tiene alta tenacidad equivalente al caso en el que el curado se realiza a la temperatura ambiente con alta productividad en el tiempo de curado reducido en gran medida en comparación con el caso del curado a temperatura ambiente debido a la alta compatibilidad con el producto hidráulico resultante de la estructura irregular específica de la superficie de la fibra de la fibra de polipropileno sin ocasionar degradación y reducción en la tenacidad de la fibra de polipropileno contenida en la composición hidráulica y manteniendo la alta tenacidad inicial.

35 Adicionalmente, los autores de la presente invención han intentado producir una cuerda utilizando la fibra de polipropileno obtenida anteriormente. Como resultado, los autores de la presente invención encontraron que cuando una cuerda se forma utilizando la fibra de polipropileno obtenida anteriormente, se puede obtener una cuerda que tiene las siguientes propiedades: la cuerda tiene alta tenacidad y resistencia térmica excelente, en la que es difícil que ocurra la fusión, la desintegración, la reducción de las propiedades físicas, etc., de la fibra de polipropileno que forma la cuerda ni siquiera cuando la cuerda se expone a una alta temperatura y se frota o rasca; la cuerda es difícil

de cortar y muestra menos estiraje a una alta temperatura debido a las propiedades anteriormente mencionadas; y el deslizamiento entre las fibras que forman la cuerda y deslizamiento entre las hebras de fibras que forman la cuerda son bajos, y el acopio de fibras y el acopio de hebras de fibras se tuercen cada uno firmemente y ajustadamente, de manera que la cuerda tiene una tenacidad, resistencia al estiraje, resistencia al desgaste, conservación de la forma, etc. excelentes.

Por otra parte, los autores de la presente invención encontraron que, cuando una estructura de fibra en forma de lámina tal como una tela tejida o tricotada una tela no tejida, un papel sintético, y un artículo de tipo red se han producido utilizando la fibra de polipropileno obtenida anteriormente, la estructura de fibra en forma de lámina tiene una alta tasa de retención de agua y tiene una capacidad de retención de agua, tenacidad, y resistencia térmica excelentes.

Adicionalmente, los autores de la presente invención han intentado producir, utilizando la fibra de polipropileno obtenida anteriormente como fibra reforzante para un polímero orgánico, un material compuesto que contiene la fibra de polipropileno en una matriz formada del polímero orgánico, y a continuación producir un producto moldeado a partir del material compuesto. Como resultado, con respecto al material compuesto y al producto moldeado obtenido de este modo, la fibra de polipropileno contenida en la matriz formada del polímero orgánico tiene alta tenacidad y tiene una resistencia térmica excelente. De este modo, incluso cuando se expone a una alta temperatura, es improbable que se generen la fusión, desintegración, reducción de las propiedades físicas, etc. Por otra parte, debido a un efecto ancla de la matriz de polímero orgánico debido a las irregularidades específicas de la superficie de fibra de polipropileno, propiedades mecánicas tales como la resistencia a la tracción, la resistencia al impacto, el módulo elástico de flexión, y la resistencia a la flexión son excelentes. Basándose en los descubrimientos anteriormente mencionados, se ha completado la presente invención.

Esto es, la presente invención proporciona: (1) una fibra de polipropileno que incluye polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más, en la que: la fibra de polipropileno tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más; y la forma del pico endotérmico de la fibra de polipropileno mediante calorimetría diferencial de barrido (CDB) es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) de la fibra de polipropileno mediante CDB es 125 J/g o superior (más adelante puede referirse como "fibra de polipropileno A");

(2) una fibra de polipropileno que incluye polipropileno de acuerdo con el apartado (1), en la que: la fibra de polipropileno tiene una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex; y la fibra de polipropileno tiene, en su superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra (más adelante puede referirse como "fibra de polipropileno C"); y

(3) una fibra de polipropileno de acuerdo con el apartado (2), en la que la fibra de polipropileno tiene una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor.

Además, la presente invención proporciona: (4) un método para producir la fibra de polipropileno de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (1) a (3), que incluye: someter polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más a hilatura directa; enfriar el producto resultante para que se solidifique de manera que se produzca una fibra de polipropileno no sometida a estiraje; someter la fibra de polipropileno no sometida a estiraje a pre-estiraje a una temperatura de 120 a 150°C y a aumento de estiraje de 3 a 10 veces; y someter el producto resultante a post-estiraje a un aumento de estiraje de 1,2 a 3,0 veces en condiciones de temperatura de 170 a 190°C, tasa de deformación de 1,5 a 15 veces/min., y una tensión de estiraje de 1,0 a 2,5 cN/dtex;

(5) un método de producción de acuerdo con el apartado (4), en el que el aumento de estiraje total del pre-estiraje y el post-estiraje es de 3,9 a 20 veces; y

(6) un método de producción de acuerdo con el apartado (4) o (5), en el que un producto (A x B) con una velocidad de hilatura directa A (m/min.) en el momento de la producción de la fibra de polipropileno no sometida a estiraje y un aumento de estiraje total B (veces) del pre-estiraje y el post-estiraje es de 3.000 a 17.000 (m·veces/min.).

Adicionalmente, la presente invención proporciona: (7) una composición hidráulica que incluye la fibra de polipropileno de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (1) a (3);

(8) un producto hidráulico que se forma mediante la utilización de la composición hidráulica de acuerdo con el apartado (7); y

(9) un producto hidráulico de acuerdo con el apartado (8), en el que el producto hidráulico incluye un producto moldeado.

Adicionalmente, la presente invención proporciona: (10) una estructura de cuerda que se forma mediante la

utilización de la fibra de polipropileno de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (1) a (3).

Adicionalmente, la presente invención proporciona: (11) una estructura de fibra en forma de lámina que incluye la fibra de polipropileno de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (1) a (3);

5 (12) una estructura de fibra en forma de lámina de acuerdo con el apartado (11), en la que el contenido de la fibra de polipropileno de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (1) a (3) es de 50% en masa o mayor; y

(13) una estructura de fibra en forma de lámina de acuerdo con el apartado (11) o (12), en la que la estructura de fibra en forma de lámina tiene una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor.

Además, la presente invención proporciona: (14) un material compuesto que incluye la fibra de polipropileno de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (1) a (3) en una matriz compuesta de un polímero orgánico;

10 (15) un material compuesto de acuerdo con el apartado (14), en el que la fibra de polipropileno en la matriz compuesta del polímero orgánico tiene forma de fibra corta, forma de fibra larga, forma de haz de fibras, forma de hilo, forma de tela tejida o tricotada, forma de tela no tejida, o forma de red;

15 (16) un material compuesto de acuerdo con el apartado (14) o (15), en el que el polímero orgánico incluye al menos una clase de un polímero orgánico seleccionado entre una resina termoplástica, una resina termoendurecible, y un polímero elastomérico; y

(17) un producto moldeado que incluye el material compuesto de acuerdo con uno cualquiera de los apartados (14) a (16).

La fibra de polipropileno (fibras de polipropileno A a C) de la presente invención tiene una tenacidad de la fibra tal alta como 7 cN/dtex o más.

20 Entre las fibras de polipropileno de la presente invención, las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) contienen polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más y que tiene propiedades tales que la forma del pico endotérmico por medio de mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB) es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es 125 J/g o superior. Debido a las propiedades, las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de
25 polipropileno C) tienen alta cristalinidad; tienen una estructura cristalina uniforme; tienen una resistencia térmica extraordinaria; no se funden fácilmente ni siquiera cuando se exponen a una alta temperatura o se frotran; y pueden mantener una forma de la fibra y una tenacidad de la fibra excelentes.

30 Entre las fibras de polipropileno de la presente invención, las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tienen, en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra tienen una tasa de retención de agua tal alta como 10% o más y tienen una adherencia excelente a una sustancia hidráulica, un polímero orgánico, y otros materiales debido al efecto ancla resultante de la estructura irregular de la superficie de la fibra.

35 Adicionalmente, la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tiene propiedades de CDB específicas definidas en la presente invención y la estructura irregular específica de la superficie de la fibra anteriormente mencionada tiene alta tenacidad de la fibra, alta cristalinidad, y una estructura cristalina uniforme y tiene una resistencia térmica, una capacidad de retención de agua, y también una adherencia a otros materiales excelentes.

40 Sacando provecho de las sobresalientes propiedades anteriormente mencionadas, la fibra de polipropileno de la presente invención se puede utilizar eficazmente en diversas aplicaciones en forma de una fibra corta, una fibra larga, un haz de fibras, etc., o en forma de una estructura de fibras, tal como una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un artículo de tipo red, y papel.

45 De acuerdo con el método de producción de la presente invención, la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas, la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene la estructura irregular específica de la superficie de la fibra anteriormente mencionada, y la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas y la estructura irregular específica de la superficie de la fibra anteriormente mencionada se pueden producir homogéneamente.

50 Incluso cuando la composición hidráulica de la presente invención que contiene las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen una tenacidad de la fibra tal alta como 7 cN/dtex o más y propiedades de CDB específicas definidas en la presente invención; y que tienen una resistencia térmica y una tenacidad excelentes se curan a una alta temperatura que exceda de 100°C, particularmente 150°C o superior, y más concretamente 170°C o superior, la fibra de polipropileno contenida en la composición hidráulica

mantiene la forma de la fibra y la tenacidad sobresaliente. Por medio del uso de la composición hidráulica, se puede producir un producto hidráulico que tiene una tenacidad y una durabilidad excelentes homogéneamente con alta productividad en un tiempo de curado reducido.

5 Las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen una tenacidad de la fibra tal alta como 7 cN/dtex o más y tienen la estructura irregular específica de la superficie de la fibra anteriormente mencionada definidas en la presente invención tienen una tasa de retención de agua tal alta como 10% o más, y de este modo su compatibilidad con una sustancia hidráulica, tal como cemento, es alta. Por otra parte, debido a la estructura de superficie irregular específica anteriormente mencionada, la fuerza friccional sobre la interfase de fibra/cemento también es alta. De este modo, la tenacidad de la fibra de polipropileno en el momento de, por ejemplo, la rotura de un producto hidráulico se utiliza eficazmente. Por lo tanto, por medio del uso de la composición hidráulica de la presente invención que contiene la fibra de polipropileno, se puede obtener homogéneamente un producto hidráulico que tiene una alta tenacidad.

15 En particular, entre las composiciones hidráulicas de la presente invención, la composición hidráulica de la presente que contiene, como fibra de polipropileno, la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tiene una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex, una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más, las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas definida en la presente invención, y, sobre la superficie de la fibra, la estructura irregular de la superficie de la fibra anteriormente mencionada definida en la presente invención forma un producto hidráulico con una tenacidad excelente, incluso cuando se somete a cualquier curado tal como curado a una alta temperatura que exceda de 100°C, particularmente 150°C o superior, y más concretamente 170°C o superior, curado a temperatura normal, curado natural (p. ej., 80°C o inferior), o curado a la temperatura intermedia de las temperaturas anteriormente mencionadas.

25 Una estructura de cuerda de la presente invención formada utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A y fibra de polipropileno C) que tienen las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas y la tenacidad de la fibra definida en la presente invención tienen alta tenacidad; tienen una resistencia térmica excelente; y no muestran fusión, desintegración, reducción en las propiedades físicas, etc., de la fibra de polipropileno que forma la cuerda ni siquiera cuando la cuerda se expone a una alta temperatura; o se frota o rasca. De este modo, la estructura de cuerda es difícil de cortar y deteriorar, muestra menos estiraje a una alta temperatura, puede mantener propiedades mecánicas, tales como la tenacidad, a lo largo de un período de tiempo prolongado, y tiene una durabilidad excelente.

30 Adicionalmente, una estructura de cuerda de la presente invención formada utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tienen la tenacidad de la fibra, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra definidas en la presente invención anteriormente mencionadas carecen de deslizamiento entre las fibras de polipropileno debido a la estructura irregular específica de la superficie de la fibra. Con respecto a la estructura de cuerda, las fibras y las hebras de fibras están torcidas ajustadamente y firmemente en un estado en el que las fibras de polipropileno se acoplan entre sí y las hebras de fibras de polipropileno se acoplan entre sí. Por lo tanto, la estructura de cuerda tiene una tenacidad, una resistencia al estiraje, una resistencia al desgaste, una conservación de la forma, y similares excelentes.

40 Por otra parte, una estructura de cuerda de la presente invención formada utilizando la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tiene la tenacidad de la fibra específica anteriormente mencionada, las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y estructura irregular de la superficie de la fibra que se definen en la presente invención tiene alta tenacidad y tiene una resistencia térmica excelente. Por otra parte, con respecto a la estructura de cuerda, las fibras y las hebras de fibras que forman la estructura de cuerda se tuercen firmemente y ajustadamente; y la tenacidad, la resistencia al estiraje, la resistencia al desgaste, la conservación de la forma, etc., son extraordinarias.

45 Una estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A y fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen la tenacidad de la fibra específica anteriormente mencionada y las propiedades de CDB definidas en la presente invención tiene alta tenacidad; tiene una resistencia térmica excelente; puede mantener propiedades mecánicas, tales como la tenacidad, a lo largo de un período de tiempo prolongado incluso cuando se expone a una alta temperatura; y tiene una durabilidad excelente.

55 Una estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tiene la tenacidad de la fibra, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra anteriormente mencionadas definidas en la presente invención tiene una alta tasa de retención de agua (generalmente una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor) y tiene una capacidad de retención de agua y tenacidad excelentes.

Además, una estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tiene la tenacidad de la fibra específica

anteriormente mencionada, las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y la estructura irregular de la superficie de la fibra que se definen en la presente invención tiene en conjunto una resistencia térmica, una tenacidad, una durabilidad, y una capacidad de retención de agua excelentes.

5 La estructura de fibra en forma de lámina (una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un papel sintético, un artículo de tipo red, etc.) de la presente invención se puede utilizar eficazmente, sacando provecho de las propiedades anteriormente mencionadas, en diversas aplicaciones, tales como, un filtro, un separador, un material de refuerzo, telas, un paño, y un desmaquillador.

10 Un material compuesto de la presente invención en el que las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen la tenacidad de la fibra específica anteriormente mencionada y las propiedades de CDB definidas en la presente invención están contenidas en una matriz que contiene un polímero orgánico; y un producto moldeado que contiene el material compuesto tiene propiedades mecánicas excelentes tales como la resistencia a la tracción, la resistencia al impacto, el módulo elástico de flexión, y la resistencia a la flexión, y por otra parte tienen una resistencia térmica y durabilidad excelentes. Esto es debido a que la fibra de polipropileno tiene una resistencia térmica extraordinaria, y de este modo la fibra de polipropileno no se funde fácilmente ni siquiera cuando se expone a una alta temperatura, y mantiene una forma de la fibra y una tenacidad de la fibra favorables.

20 Un material compuesto en el que las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen la tenacidad de la fibra, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra anteriormente mencionadas definidas en la presente invención están contenidas en una matriz que contiene un polímero orgánico, y un producto moldeado que contiene el material compuesto tienen propiedades mecánicas excelentes, tales como la resistencia a la tracción, la resistencia al impacto, el módulo elástico de flexión, y la resistencia a la flexión, y por otra parte, tienen una durabilidad excelente debido a la alta tenacidad de la fibra de la fibra de polipropileno y la alta adherencia de la fibra de polipropileno al polímero orgánico debido al efecto ancla hacia la matriz de polímero orgánico resultante de la estructura irregular específica de la superficie de la fibra.

25 En particular, un material compuesto en el que la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tiene la tenacidad de la fibra específica anteriormente mencionada, las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y estructura irregular de la superficie de la fibra que se definen en la presente invención está contenida en una matriz que contiene un polímero orgánico y un producto moldeado que contiene el material compuesto tienen, debido a las extraordinarias propiedades de la fibra de polipropileno anteriormente mencionadas, propiedades mecánicas extraordinarias, tales como resistencia a la tracción, resistencia al impacto, módulo elástico de flexión, y resistencia a la flexión, y además resistencia térmica y durabilidad extraordinarias.

La FIG. 1 es una vista que ilustra esquemáticamente la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB en una fibra de polipropileno.

35 La FIG. 2 es una vista que ilustra cómo determinar una anchura media del pico endotérmico mediante la medición de CDB en una fibra de polipropileno.

La FIG. 3 es una vista que ilustra esquemáticamente irregularidades de una fibra de polipropileno y que ilustra cómo determinar el intervalo medio y la altura media de las irregularidades.

La FIG. 4 es una fotografía tomada por medio de un microscopio electrónico de barrido de una fibra de polipropileno obtenida en el Ejemplo 1.

40 La FIG. 5 es una vista que ilustra el método de medición de las veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora de una cuerda.

Más adelante, se describirá en detalle la presente invención.

45 La fibra de polipropileno de la presente invención contiene polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (más adelante referida a veces sencillamente como "IPF") de 94% o más. Es preferible que la fibra de polipropileno contenga polipropileno que tiene una IPF de 95 a 99%, y es más preferible que la fibra de polipropileno contenga polipropileno que tiene una IPF de 96 a 99%.

50 Cuando la IPF de polipropileno es menor de 94%, es difícil de formar una estructura cristalina uniforme en la fibra de polipropileno, lo que hace imposible obtener una fibra de polipropileno de la presente invención que tenga una tenacidad y resistencia térmica suficientes. En contraste, puesto que polipropileno que tiene una IPF que excede de 99% es difícil de producir en masa industrialmente, el polipropileno tiene escasa practicabilidad en términos de coste y similares.

La fibra de polipropileno de la presente invención se puede formar de una clase de un homopolímero de propileno o se puede formar de un copolímero de propileno de propileno y otro monómero copolimerizable en tanto que la IPF

se encuentre en el intervalo anteriormente mencionado. O, cuando la IPF en la mezcla completa se encuentra en el intervalo anteriormente mencionado, la fibra de polipropileno de la presente invención se puede formar de una mezcla de dos o más homopolímeros de propileno; una mezcla de uno o dos o más homopolímeros de propileno y uno o dos o más copolímeros de propileno; o una mezcla de dos o más copolímeros de propileno.

- 5 Por otra parte, en tanto que la IPF en el polímero de propileno completo que forma la fibra de polipropileno se encuentre en el intervalo anteriormente mencionado, la fibra de polipropileno de la presente invención puede ser una fibra hilada conjugada o una fibra hilada mixta que tiene una forma conjugada y una forma mixta formada utilizando dos o más homopolímeros de propileno y/o copolímeros de propileno, tales como de tipo vaina-núcleo, de tipo mar-
10 isla, y de tipo alineado; o una fibra conjugada formada de polipropileno y otro polímero, tal como de tipo vaina-núcleo, de tipo mar-isla, y de tipo alineado.

La IPF de polipropileno es un índice que muestra la estereorregularidad, e influye en la cristalinidad cuando el polipropileno se forma en una fibra. En general, cuando el polipropileno tiene una IPF superior, su estereorregularidad es superior. La IPF del polipropileno se puede determinar a partir de una señal de RMN C^{13} , y el valor de IPF del polipropileno según se utiliza en la memoria hace referencia a un valor calculado por medio de un
15 método descrito en los Ejemplos descritos más adelante.

La tenacidad de la fibra de la fibra de polipropileno de la presente invención es de 7 cN/dtex o más, preferiblemente de 7 a 13 cN/dtex, más preferiblemente de 8 a 13 cN/dtex, aún más preferiblemente 9 a 13 cN/dtex, y todavía más preferiblemente de 10 a 13 cN/dtex.

- 20 En la presente, la tenacidad de la fibra (tenacidad de la finura de una sola fibra) de la fibra de polipropileno según se utiliza en la memoria hace referencia a una tenacidad de la fibra medida por medio de un método descrito en los Ejemplos descritos más adelante.

Debido a la tenacidad de la fibra anteriormente mencionada, la fibra de polipropileno de la presente invención se puede utilizar eficazmente en diversas aplicaciones. Cuando la tenacidad de la fibra de la fibra de polipropileno es menor de 7 cN/dtex, se hace difícil producir diversos productos con una tenacidad excelente utilizando la fibra de polipropileno y se requiere utilizar una gran cantidad de fibras de polipropileno de manera que se logre una tenacidad dada. De este modo, la propiedad de poco peso que se confiere originalmente a la fibra de polipropileno no se puede utilizar. Por ejemplo, cuando una cuerda se forma de una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o inferior, se hace difícil obtener una cuerda que tenga una alta tenacidad. De este modo, con el fin de obtener una cuerda que tenga una tenacidad suficientemente alta, se deben utilizar muchas fibras de polipropileno para formar una cuerda que tenga una gran finura de la fibra, lo que degrada la propiedad de poco peso.
25

30 En contraste, una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad de la fibra que excede de 13 cN/dtex tiene un problema en términos de uso práctico puesto que es necesario emplear condiciones en las que la productividad en masa es baja.

- 35 Entre las fibras de polipropileno de la presente invención, las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) que tienen propiedades de CDB específicas tales que "la forma del pico endotérmico por medio de mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB) (más adelante referida a veces simplemente como "medición CDB") es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o menos y el cambio de la entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior" además de la propiedad anteriormente mencionada tal que la tenacidad de la fibra es 7 cN/dtex o más tienen una resistencia térmica excelente debido a las propiedades.
40

Puesto que la fibra de polipropileno en la que la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla estrecha (aguda) que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior tiene una resistencia térmica excelente, es menos probable que se produzca la desintegración y la reducción de las propiedades físicas, ni siquiera cuando se exponen a una alta temperatura.

- 45 En la presente, la "forma del pico endotérmico" y el "cambio de entalpía de fusión (ΔH)" mediante la medición de CDB mencionados anteriormente según se utilizan en la presente invención hacen referencia a una forma del pico endotérmico y al cambio de entalpía de fusión (ΔH) mediante la medición de CDB realizados de acuerdo con los métodos descritos en los Ejemplos descritos más adelante.

En la medición CDB de una fibra de polipropileno isotáctica, el pico endotérmico observado a 160°C o más generalmente se origina a partir de la fusión de cristales α . Una fibra de polipropileno en la que la temperatura del pico endotérmico es de 160°C o superior, y, en algunos casos, de 175°C o superior, es conocida convencionalmente. Sin embargo, en tal fibra de polipropileno convencional, la cristalización no se ha realizado suficientemente. Por lo tanto, la forma del pico endotérmico es una forma de pico doble o una forma de pico sencillo amplio (ancho), que da como resultado que la estructura cristalina carezca de uniformidad en conjunto.
50

- 55 En contraste, en la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) de la presente invención,

la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla estrecha (aguda) que tiene una anchura media de 10°C o inferior y tiene una estructura cristalina uniforme.

Adicionalmente, en la fibra de polipropileno de la presente invención, el cambio de entalpía de fusión (ΔH) mediante la medición de CDB es tal alta como 125 J/g o superior; la cristalinidad es alta; la estructura cristalina es uniforme; y la resistencia térmica es excelente.

En la presente, se describirán la "forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB" y la "anchura media" según se utiliza en la memoria.

En primer lugar, la FIG. 1 es una vista que ilustra esquemáticamente la forma del pico endotérmico de una fibra de polipropileno mediante la medición de CDB.

En la FIG. 1, (a) corresponde a un ejemplo típico de la curva del pico endotérmico de la fibra de polipropileno de la presente invención. La curva del pico endotérmico tiene el único pico endotérmico (pico sencillo). El pico sencillo es agudo y grande. El cambio de la entalpía de fusión (ΔH) tiene también un valor mayor en comparación con una fibra de polipropileno convencional.

En contraste, en la FIG. 1, (b) representa un ejemplo de la curva del pico endotérmico de una fibra de polipropileno convencional. La curva del pico endotérmico tiene dos picos endotérmicos (pico doble), y la anchura del pico (anchura media) es grande y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es pequeño.

Por otra parte, en la FIG. 1, (c) representa otro ejemplo de la curva del pico endotérmico de una fibra de polipropileno convencional. La curva del pico endotérmico tiene un pico endotérmico (pico sencillo) y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es pequeño.

A continuación, la FIG. 2 es una vista que ilustra cómo determinar la anchura media del pico endotérmico de una fibra de polipropileno mediante la medición de CDB.

La FIG. 2 representa un ejemplo típico de las propiedades endotérmicas (propiedades de fusión) de la fibra de polipropileno de la presente invención mediante la medición de CDB. Más específicamente, cuando el punto de intersección de la línea perpendicular desde la parte superior X del único pico endotérmico (pico sencillo) al eje de temperatura y la línea base del pico endotérmico se define como Y, el punto que bisecciona el segmento lineal X-Y se define como M. A continuación, cuando los puntos de intersección de una línea recta paralela al eje de temperatura a lo largo de M y la curva endotérmica se definen como N1 y N2, respectivamente, la longitud (ancho de temperatura) del segmento lineal N1-N2 es equivalente a la "anchura media (°C)" según se utiliza en la memoria.

Cuando la curva del pico endotérmico de una fibra de polipropileno tiene dos picos endotérmicos (pico doble) según se ilustra en (b) de la FIG. 1 o tiene tres o más picos endotérmicos, la anchura media se determina como sigue. Cuando la parte superior del pico endotérmico más alto se define como X; el punto de intersección de la línea perpendicular desde la parte superior X al eje de temperatura y la línea base del pico endotérmico se define como Y; el punto que bisecciona el segmento lineal X-Y se define como M; y entre los puntos de intersección de una línea recta paralela al eje de temperatura a través de M y la curva endotérmica, el punto de intersección a la temperatura más baja se define como N1 y la intersección a la temperatura más alta se define como N2, la longitud (ancho de temperatura) del segmento lineal N1-N2 es equivalente a la "anchura media (C)" según se utiliza en la memoria. En este caso, la anchura media (°C) generalmente es grande.

A continuación, en la curva del pico endotérmico, el área rodeada por la línea base del pico endotérmico (véase la FIG. 2) y la curva del pico endotérmico por encima de la línea base es equivalente al "cambio de entalpía de fusión (ΔH)" según se utiliza en la memoria.

Cuando la formación cristalina en una fibra de polipropileno es insuficiente, puede aparecer de nuevo otro pico endotérmico o pico exotérmico debido a, por ejemplo, el reordenamiento de los cristales en el momento de la medición de CDB, dando como resultado una curva de CDB complicada. Adicionalmente, cuando la formación cristalina en una fibra de polipropileno es insuficiente, el pico endotérmico o el pico exotérmico pueden aparecer o desaparecer, dando como resultado que la curva del pico endotérmico pueda cambiar incluso en el caso de la utilización de la misma muestra, dependiendo de las diferencias en la velocidad de elevación de la temperatura en el momento de la medición de CDB.

En contraste, entre las fibras de polipropileno de la presente invención, con respecto a las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) que tienen propiedades de CDB específicas tales que "la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior", la curva del pico endotérmico es aguda y la forma del pico sencillo grande teniendo solamente un pico endotérmico y tiene un alto cambio de entalpía de fusión (ΔH) en el intervalo de la velocidad de elevación de la temperatura de 1 a 50°C/min en el momento de la medición de CDB debido a las propiedades de CDB incluso cuando difiere la velocidad de elevación de la temperatura. Esto

verifica que, entre las fibras de polipropileno de la presente invención, la fibra de polipropileno que tiene las propiedades de CDB anteriormente mencionadas tiene una cristalinidad uniforme y alta, y como resultado alta resistencia térmica.

5 Cuando el cambio de entalpía de fusión (ΔH) de una fibra de polipropileno es menor de 125 J/g, la resistencia térmica se puede volver insuficiente.

10 Obsérvese que incluso en el caso de una fibra de polipropileno que no tiene un requerimiento tal que "la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión ΔH es 125 J/g o superior", la fibra de polipropileno que tiene las propiedades de "conteniendo polipropileno que tiene una IPF de 94% o más; que tiene una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex; que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más; y que tiene, en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra" puede formar un producto hidráulico, un material compuesto, etc., que tienen propiedades mecánicas excelentes, tales como resistencia a la tracción, resistencia al impacto, el módulo elástico de flexión, y resistencia a la flexión, debido a las irregularidades específicas anteriormente mencionadas sobre la superficie de la fibra. Esto es debido a que cuando la fibra de polipropileno se incorpora a un material hidráulico, un polímero orgánico, etc., la adherencia al material hidráulico o la matriz de polímero orgánico se mejora debido a una alta tasa de retención de agua, al efecto ancla, al efecto de acoplamiento, etc., basándose en las irregularidades descritas más adelante. Cuando se utiliza la fibra de polipropileno para la producción de una cuerda, se puede formar una cuerda que tiene una alta tenacidad.

20 Cuando el cambio de entalpía de fusión (ΔH) de una fibra de polipropileno es superior, la resistencia térmica se hace superior. Sin embargo, es difícil de producir una fibra de polipropileno que exceda de 165 J/g a no ser que la velocidad de producción se reduzca bruscamente, y por otra parte para la producción de tal fibra de polipropileno, se necesita utilizar polipropileno cuya IPF sea sustancialmente 100%. De este modo, la eficacia es baja en términos del aspecto industrial.

25 En vista de los aspectos anteriormente mencionados, la fibra de polipropileno de la presente invención preferiblemente tiene un cambio de entalpía de fusión (ΔH) de 125 a 165 J/g, más preferiblemente de 130 a 165 J/g, aún más preferiblemente de 135 a 165 J/g, y todavía más preferiblemente de 140 a 165 J/g.

30 La finura de la fibra (finura de una sola fibra) de la fibra de polipropileno de la presente invención no está particularmente limitada. Desde los aspectos de la facilidad de producción en el momento de la producción una fibra de polipropileno (especialmente, facilidad de estiraje), durabilidad, etc., la finura de la fibra (la finura de una sola fibra) de fibra de polipropileno es generalmente preferiblemente de 0,01 a 500 dtex, más preferiblemente de 0,05 a 50 dtex, y aún más preferiblemente de 0,1 a 5 dtex.

35 Cuando una fibra de polipropileno cuya finura de la fibra (la finura de una sola fibra) es extremadamente baja se utiliza para una estructura o similares o después de producirse, aparece la fusión, la rotura del hilo, y similares de la fibra de polipropileno, dando como resultado en ocasiones la degradación, una insuficiente tenacidad, etc., de la estructura. En contraste, cuando la finura de una sola fibra de fibra de polipropileno es extremadamente grande, la propiedad de estiraje para obtener una fibra de polipropileno disminuye. De este modo, no se puede obtener una fibra de polipropileno que tiene alta tenacidad y que ha sido altamente cristalizada. Por otra parte, cuando la finura de fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente grande, puede ser difícil de producir una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, una red, etc.

40 La presente invención abarca fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tienen propiedades tales que tienen "una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex; y se forman irregularidades en la superficie, teniendo las irregularidades un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra" además la propiedad de que tienen una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más o además de la propiedad tal que la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más y las propiedades de CDB anteriormente mencionadas definidas en la presente invención tales que "la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior".

45 Con respecto a la fibra de polipropileno que tiene las propiedades irregulares de la superficie de la fibra específicas anteriormente mencionadas además de la propiedad de que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más, o además de la propiedad de que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más y las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas, con el fin de producir homogéneamente la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tiene las propiedades irregulares de la superficie de la fibra, la finura de una sola fibra de fibra de polipropileno es preferiblemente de 0,1 a 3 dtex, más preferiblemente de 0,2 a 2,5 dtex, y más preferiblemente de 0,3 a 2,4 dtex.

En la fibra de polipropileno que tiene las propiedades irregulares de la superficie de la fibra anteriormente mencionadas, cuando la finura de la fibra de fibra de polipropileno es menor de 0,1 dtex, el hilado se lleva a cabo utilizando un espinereite que tiene un número extremadamente grande de orificios de hilado con el fin de mantener la productividad en masa. De este modo, con el fin de asegurar suficientemente el intervalo entre los orificios de hilado del espinereite, se necesite reformar drásticamente la instalación (p. ej., ampliación de la escala del dispositivo de hilado). Por otra parte, puesto que la finura de la fibra es baja, es probable que se produzcan la rotura del hilo y la generación de pelusas en el procedimiento de estiraje. En contraste, cuando la finura de la fibra de fibra de polipropileno supera 3 dtex, son difíciles de desarrollar las irregularidades específicas descritas anteriormente en la circunferencia externa de la fibra, y de este modo el área de superficie específica de la fibra se vuelve pequeña. Por lo tanto, no se puede asegurar una capacidad de retención de agua suficiente. Por otra parte, la propiedad de estiraje disminuye, lo que hace imposible lograr una suficiente tenacidad de la fibra.

Es preferible que la fibra de polipropileno que tiene las propiedades irregulares de la superficie de la fibra específicas anteriormente mencionadas tenga una finura de la fibra (finura de una sola fibra) preferiblemente de 0,2 a 2,5 dtex, y más preferiblemente de 0,3 a 2,4 dtex.

En la presente, la "fibra de polipropileno tiene, sobre la superficie de la fibra, irregularidades como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra" según se utiliza en la memoria hace referencia a que, según se ilustra esquemáticamente en la FIG. 3, la fibra de polipropileno no tiene un diámetro uniforme a lo largo de la dirección longitudinal; y las porciones prominentes (porciones convexas) que tienen un diámetro grande (A1, A2, A3, A4, . . . , en la FIG. 3) y la porciones no prominentes (porciones cóncavas) que tienen un diámetro más pequeño (B1, B2, B3, B4, . . . , en la FIG. 3) se forman alternativamente a lo largo del eje de la fibra (dirección longitudinal de la fibra), con lo que la superficie de la fibra se vuelve irregular.

A continuación, el "intervalo medio" anteriormente mencionado según se utiliza en la memoria hace referencia a un valor medio de intervalos (distancias) entre dos porciones prominentes adyacentes (porciones convexas) (las longitudes de A1-A2, A2-A3, A3-A4, . . . , en la FIG. 3) entre las muchas irregularidades (porciones prominentes y porciones no prominentes) formadas a lo largo del eje de la fibra.

Por otra parte, la "altura media" anteriormente mencionada hace referencia a un valor medio de las longitudes de las líneas perpendiculares desde la parte superior (h_1 , h_2 , h_3 , h_4 , . . . , en la FIG. 3) de cada una de las porciones prominentes (porciones convexas) entre dos porciones no prominentes adyacentes (porciones cóncavas) entre las muchas irregularidades (porciones prominentes y porciones no prominentes) formadas a lo largo del eje de la fibra hacia las líneas rectas imaginarias correspondientes que conectan las porciones de diámetro mínimo de dos porciones adyacentes no prominentes (porciones cóncavas) (una línea recta que conecta B1 y B2, una línea recta que conecta B2 y B3, una línea recta que conecta B3 y B4, . . . , en la FIG. 3).

El intervalo medio y altura media de las irregularidades formadas a lo largo del eje de la fibra de la fibra de polipropileno anteriormente mencionadas se puede determinar a partir de una fotografía de la fibra de polipropileno tomada utilizando un microscopio electrónico de barrido o similares. El intervalo medio y la altura media anteriormente mencionados de las irregularidades en la memoria hacen referencia a los valores determinados por medio de los métodos descritos en los Ejemplos descritos más adelante.

La fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen, sobre la superficie de la fibra, las irregularidades anteriormente mencionadas que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm a lo largo del eje de la fibra generalmente tiene una tasa de retención de agua tal alta como 10% o más; tiene una alta compatibilidad con una matriz, por ejemplo de cemento, cuando se combina en la matriz; y muestra una alta acción reforzante. Adicionalmente, debido al efecto ancla y a la acción de acoplamiento resultante de la estructura irregular específica de la superficie de la fibra, también cuando la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención se combina en otra matriz, tal como un polímero orgánico, se mejora la adherencia a la matriz.

Obsérvese que la tasa de retención de agua de la fibra de polipropileno según se utiliza en la memoria hace referencia a una tasa de retención de agua medida por medio de los métodos descritos en los Ejemplos descritos más adelante.

En la fibra de polipropileno que tiene irregularidades en la superficie, cuando el intervalo medio de irregularidades anteriormente mencionado es menor de 6,5 μm y/o cuando su altura media es menor de 0,35 μm , las irregularidades sobre la superficie de la fibra se vuelven excesivamente diminutas, lo que disminuye la tasa de retención de agua, el efecto ancla, el efecto de acoplamiento, etc. Una fibra de polipropileno que tiene irregularidades que tienen un intervalo medio que excede de 20 μm y/o una altura media que excede de 1 μm no se puede producir a menos que la velocidad de producción de la fibra de polipropileno se reduzca drásticamente. Por otra parte, para la producción de tal fibra de polipropileno, se necesita utilizar polipropileno cuya IPF sea sustancialmente 100%, lo que tiene escasa practicabilidad.

En la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene irregularidades en la superficie, es preferible que el intervalo medio de las irregularidades formadas a lo largo de la dirección del eje de la fibra sea de 6,6 a 20 μm , y concretamente de 6,8 a 20 μm y su altura media sea de 0,40 a 1 μm , y concretamente de 0,45 a 1 μm .

5 Es preferible que la fibra de polipropileno de la presente invención tenga requerimientos tales que "la finura de una sola fibra sea de 0,1 a 3 dtex"; "la forma del pico endotérmico por medio de mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB) sea una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) sea de 125 J/g o superior"; y "se formen irregularidades en la superficie, irregularidades que tengan un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra" además de requerimientos tales que "fibra de polipropileno contenga polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más y la tenacidad de la fibra sea de 7 cN/dtex o más".

10 La forma (forma transversal horizontal) de la fibra de polipropileno de la presente invención no está particularmente limitada, y puede ser una forma transversal circular densa u otras formas transversales irregulares. En el caso en el que forma transversal horizontal de la fibra es una forma transversal irregular, se pueden mencionar una forma plana, una forma en cruz, una forma en Y, una forma en T, una forma en V, una forma en estrella, una forma multihoja, una forma de matriz, y una forma de concavidad como ejemplo específico de la forma transversal irregular. Cuando una fibra de polipropileno se utiliza como material de refuerzo, formando la fibra de polipropileno en una forma transversal irregular que tiene una gran área de superficie, y particularmente una forma multihoja o similares, la fuerza de adherencia a una matriz se vuelve alta, con lo que, por ejemplo, se puede obtener un producto moldeado reforzado con fibras que tiene una alta tenacidad.

15 La fibra de polipropileno de la presente invención puede contener una o dos o más clases de estabilizador térmico, un absorbente de UV, un antioxidante, un colorante, un lubricante, un agente liberador del molde, una carga, un agente antiestático, etc., en tanto que no se impida el objeto de la presente invención. La gravedad específica de la fibra de polipropileno es generalmente menor que la del agua y flota en el agua tal cual. De este modo, con el fin de dispersar la fibra de polipropileno de la presente invención en agua, la gravedad específica se puede ajustar adecuadamente combinando, en una fibra, carbonato de calcio, sulfato de bario, óxido de titanio, óxido de cinc, alúmina, sílice, metacrilato de potasio, y similares para evitar que la fibra de polipropileno flote.

20 No existe una limitación concreta sobre los métodos para producir la fibra de polipropileno de la presente invención. La fibra de polipropileno de la presente invención se puede producir mediante cualquier método en tanto que se puedan producir las siguientes fibras de polipropileno de la presente invención: la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) que tiene las propiedades de CDB anteriormente mencionadas tales que "la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es 125 J/g o superior" además de la propiedad tal que la tenacidad de la fibra sea de 7 cN/dtex o más; o la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tiene la tenacidad de la fibra, las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra anteriormente mencionadas.

25 De estas, la fibra de polipropileno de la presente invención se pueden producir homogéneamente por medio de un método que implica: someter polipropileno que tiene una IPF de 94% o más hilatura directa para producir una fibra de polipropileno no sometida a estiraje (hilo no sometido a estiraje); enfriar la fibra de polipropileno no sometida a estiraje para solidificarla; y a continuación someter la fibra de polipropileno no sometida a estiraje enfriada y solidificada a pre-estiraje y post-estiraje en las condiciones especificadas descritas más adelante.

30 En la producción de la fibra de polipropileno de la presente invención, se utiliza polipropileno cuya velocidad de flujo de la masa fundida (MFR) medida de acuerdo con JIS K 7210 en condiciones de una temperatura de 230°C, una carga de 2,16 kg, y un tiempo de 10 minutos es preferiblemente de 5 a 70 g, más preferiblemente de 10 a 50 g, y aún más preferiblemente de 15 a 40 g desde los aspectos de que la propiedad de hilatura directa, la propiedad de estiraje, etc., en el momento de producción de la fibra se vuelven excelentes y se puede obtener homogéneamente una fibra de polipropileno que tiene las propiedades específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención.

35 En la producción de una fibra de polipropileno no sometida a estiraje, se emplea preferiblemente un método que implica someter polipropileno que tiene una IPF de 94% o más a hilatura directa a una velocidad de hilado de 200 a 3.500 m/min., y concretamente de 300 a 2.000 m/min., y a continuación enfriar el producto resultante para solidificarlo.

40 La hilatura directa de polipropileno y la refrigeración y la solidificación de la fibra de polipropileno que ha sido sometida a hilatura directa se pueden efectuar por medio de un método habitual. En general, se emplea un método que implica someter el polipropileno a amasado en estado reblandecido de 200 a 300°C; descargar el producto resultante desde un espinerete que tiene una temperatura de 220 a 280°C; y a continuación rociar un gas refrigerante (aire o similares) que tiene una temperatura de 5 a 50°C al producto resultante para su solidificación

mediante refrigeración.

La finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno no sometida a estiraje no está particularmente limitada, y se puede determinar de acuerdo con un aumento de estiraje en un procedimiento de estiraje, la aplicación de una fibra de polipropileno obtenida finalmente, etc. En general, es preferible que la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno no sometida a estiraje sea de 0,3 a 90 dtex, y concretamente de 1 a 60 dtex desde los aspectos de la facilidad de estiraje, la tenacidad, etc.

Cuando la hilatura directa se realiza a una velocidad de hilatura baja (cuando la velocidad de hilatura es generalmente de alrededor de 200 a 1.000 m/min.) en la producción de la fibra de polipropileno de la presente invención, se puede producir una fibra de polipropileno deseada que tiene una alta resistencia térmica y una alta tenacidad, y particularmente una fibra de polipropileno en la que la forma del pico endotérmico por medio de mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB) es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior; el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior; y la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, por medio de estiraje de una fibra de polipropileno no sometida a estiraje (hilo no sometido a estiraje) obtenida por medio de solidificación mediante refrigeración después de la hilatura directa a una alta razón (generalmente, el aumento de estiraje total es de 5 a 20 veces) en el siguiente procedimiento de estiraje.

En contraste, en el caso en el que la hilatura directa se realiza a una alta velocidad de hilatura (cuando la velocidad de hilatura es generalmente de alrededor de 1.000 a 3.500 m/min.), incluso cuando el aumento de estiraje en el momento del estiraje de la fibra de polipropileno no sometida a estiraje (hilo no sometido a estiraje) obtenida llevando a cabo la solidificación mediante refrigeración después de la hilatura directa es bajo (generalmente, el aumento de estiraje total es de 3,9 a 7 veces), la orientación en la etapa de refrigeración de la fibra, que ha sido sometida a hilatura directa, para solidificarla se vuelve alta. Como resultado, se puede producir una fibra de polipropileno con una resistencia térmica y una tenacidad excelentes que tiene las propiedades anteriormente mencionadas obtenidas por medio de mediciones de calorimetría diferencial de barrido (CDB) y una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más.

La fibra de polipropileno no sometida a estiraje refrigerada y solidificada (hilo no sometido a estiraje) se puede someter sucesivamente a tratamiento de estiraje tal cual sin enrollarla o se puede enrollar una vez y a continuación someter a tratamiento de estiraje mientras se desenrolla. De estos, es preferible enrollar una vez la fibra no sometida a estiraje de polipropileno refrigerada y solidificada y a continuación someter la fibra no sometida a estiraje de polipropileno refrigerada y solidificada a tratamiento de estiraje sucesivo mientras se desenrolla en términos de la facilidad de control y el manejo de las condiciones de estiraje.

Con posterioridad, la fibra no sometida a estiraje de polipropileno refrigerada y solidificada (hilo no sometido a estiraje) se somete a pre-estiraje a una temperatura de 120 a 150°C y a un aumento de estiraje de 3 a 10 veces, y a continuación se somete a post-estiraje a un aumento de estiraje de 1,2 a 3,0 veces en condiciones de temperatura de 170 a 190°C, tasa de deformación de 1,5 a 15 veces/min., y una tensión de estiraje de 1,0 a 2,5 cN/dtex de manera que el aumento de estiraje total (aumento de estiraje total del pre-estiraje y el post-estiraje) sea de 3,9 a 20, para producir de este modo una fibra de polipropileno.

Es preferible realizar el pre-estiraje y post-estiraje utilizando un horno de aire caliente o una placa térmica en términos de tratamiento de estiraje homogéneo. Tanto el pre-estiraje como el post-estiraje se pueden realizar utilizando un horno de aire caliente, tanto el pre-estiraje como el post-estiraje se pueden realizar utilizando una placa térmica, el pre-estiraje se puede realizar utilizando un horno de aire caliente y el post-estiraje se puede realizar utilizando una placa térmica, o el pre-estiraje se puede realizar utilizando una placa térmica y el post-estiraje se puede realizar utilizando un horno de aire caliente.

Cuando el pre-estiraje y/o el post-estiraje se realiza o realizan utilizando un horno de aire caliente, la temperatura anteriormente mencionada en el momento del pre-estiraje y la temperatura anteriormente mencionada en el momento del post-estiraje en la presente invención hacen referencia a una temperatura ambiente de un horno de aire caliente. Cuando el pre-estiraje y/o el post-estiraje se realiza o realizan utilizando una placa térmica, la temperatura anteriormente mencionada en el momento del pre-estiraje y la temperatura anteriormente mencionada en el momento del post-estiraje en la presente invención hacen referencia a la temperatura de una placa térmica.

El pre-estiraje de la fibra no sometida a estiraje de polipropileno refrigerada y solidificada (hilo no sometido a estiraje) se puede realizar en una sola etapa o en muchas etapas, y generalmente preferiblemente se realiza en 1 a 3 etapas.

Adicionalmente, el post-estiraje de una fibra de polipropileno sometida a estiraje (hilo sometido a estiraje) que ha sido sometida a pre-estiraje se puede realizar en una sola etapa o en muchas etapas, y generalmente se realiza preferiblemente en 1 a 5 etapas.

Cuando se realiza el tratamiento de estiraje, se puede emplear un método que implica someter sucesivamente la fibra sometida a estiraje de polipropileno (hilo sometido a estiraje) obtenida realizando el pre-estiraje a post-estiraje tal cual sin enrollar. O, se puede emplear un método que implica refrigerar (generalmente a aproximadamente la

- temperatura ambiente) la fibra sometida a estiraje de polipropileno (hilo sometido a estiraje) obtenida realizando el pre-estiraje, enrollar la fibra sometida a estiraje de polipropileno resultante, y a continuación someter a post-estiraje el enrollamiento de la fibra sometida a estiraje de polipropileno mientras se desenrolla. De estos, el último método que implica enrollar una vez la fibra sometida a estiraje de polipropileno (hilo sometido a estiraje) obtenida realizando el pre-estiraje, y a continuación post-estiraje de la fibra sometida a estiraje de polipropileno mientras se desenrolla es preferible desde el punto de vista de que la fibra de polipropileno deseada se puede obtener más homogéneamente.
- Es preferible realizar el pre-estiraje en una sola etapa o en muchas etapas a un aumento de estiraje de 3 a 10 veces, y particularmente 3 a 5 veces mientras se introduce la fibra no sometida a estiraje de polipropileno refrigerada y solidificada (hilo no sometido a estiraje) en un horno de aire caliente que tiene una temperatura (temperatura ambiente) de 120 a 150°C, y concretamente de 125 a 140°C o poner en contacto la fibra no sometida a estiraje de polipropileno refrigerada y solidificada (hilo no sometido a estiraje) con una placa térmica que tiene una temperatura de 120 a 150°C, y concretamente de 125 a 140°C.
- Adicionalmente, es preferible realizar el post-estiraje en una sola etapa o en muchas etapas a un aumento de estiraje de 1,2 a 3,0 veces, y particularmente 1,3 a 2,5 veces, mientras se introduce la fibra sometida a estiraje de polipropileno (hilo sometido a estiraje) obtenida mediante pre-estiraje en las condiciones anteriormente mencionadas en un horno de aire caliente que tiene una temperatura (temperatura ambiente) de 170 a 190°C, concretamente de 170 a 185°C, y más concretamente de 170 a 180°C o poner en contacto la fibra sometida a estiraje de polipropileno (hilo sometido a estiraje) con una placa térmica que tiene una temperatura de 170 a 190°C, concretamente de 170 a 185°C, y más concretamente 170 a 180°C.
- Cuando el post-estiraje se realiza utilizando un horno de aire caliente o una placa de estiraje, es preferible realizar el post-estiraje ajustando la temperatura ambiente de un horno de aire caliente o la temperatura de la placa de estiraje a una temperatura superior en al menos 10°C a la temperatura de iniciación endotérmica en la curva de CDB de la fibra de polipropileno inmediatamente antes de realizar el post-estiraje.
- El aumento de estiraje total del pre-estiraje y el post-estiraje es preferiblemente de 3,9 a 20 veces, más preferiblemente de 4,5 a 11 veces, y aún más preferiblemente de 4,7 a 10,5 veces.
- Por otra parte, cuando la velocidad de hilatura directa para producir una fibra de polipropileno no sometida a estiraje (hilo no sometido a estiraje) se ajusta a A (m/min.) y el aumento de estiraje total después de realizar el pre-estiraje y el post-estiraje anteriormente mencionados se ajusta a B (veces), la hilatura directa del polipropileno y el pre-estiraje y el post-estiraje anteriormente mencionados se realizan de tal manera que el valor A×B se encuentra en el intervalo de 3.000 a 17.000 (m·veces/min.), particularmente de 3.500 a 15.000 (m·veces/min.), la fibra de polipropileno deseada se puede producir homogéneamente.
- En la presente, el aumento de estiraje anteriormente mencionado en el pre-estiraje hace referencia a un valor obtenido dividiendo la longitud de la fibra (hilo) inmediatamente después de descargarla de la etapa de pre-estiraje por la longitud de la fibra no sometida a estiraje (hilo no sometido a estiraje) que ha sido introducida en la etapa de pre-estiraje. Por otra parte, el aumento de estiraje anteriormente mencionado en el post-estiraje hace referencia a un valor obtenido dividiendo la longitud de la fibra (hilo) inmediatamente después de descargarla de la etapa de post-estiraje por la longitud de la fibra (hilo) que ha sido introducida en la etapa de post-estiraje.
- Por otra parte, el aumento de estiraje total del pre-estiraje y el post-estiraje descritos anteriormente hace referencia a un valor obtenido dividiendo la longitud de la fibra (hilo) inmediatamente después de descargarla de la etapa de post-estiraje por la longitud de la fibra no sometida a estiraje (hilo no sometido a estiraje) que ha sido introducida en la etapa de pre-estiraje.
- El post-estiraje se realiza a la temperatura anteriormente mencionada (170 a 190°C) y a un aumento de estiraje (1,2 a 3,0 veces) en las condiciones de una tasa de deformación de 1,5 a 15 veces/min y una tensión de estiraje de 1,0 a 2,5 cN/dtex. La fibra de polipropileno deseada se puede obtener adoptando tales condiciones de post-estiraje.
- La tasa de deformación en el momento del post-estiraje es preferiblemente de 1,6 a 12 veces/min., y más preferiblemente de 1,7 a 10 veces/min.
- Por otra parte, la tensión de estiraje en el momento del post-estiraje es preferiblemente de 1,1 a 2,5 cN/dtex, y más preferiblemente de 1,3 a 2,5 cN/dtex.
- En la presente, la tasa de deformación anteriormente mencionada en el post-estiraje hace referencia a un valor obtenido dividiendo el aumento de estiraje (veces) en el post-estiraje por el tiempo (minutos) requerido para el post-estiraje (un período de tiempo mientras la fibra (hilo) subsiste en un paso de aire caliente cuando el post-estiraje se realiza en un horno de aire caliente, y un período de tiempo mientras la fibra (hilo) se ha puesto en contacto con una placa de estiraje cuando el post-estiraje se realiza en la placa de estiraje). Cuando el post-estiraje se realiza en muchas etapas, la tasa de deformación anteriormente mencionada en el post-estiraje hace referencia a un valor obtenido dividiendo el aumento de estiraje final (aumento de estiraje total) en el post-estiraje por el tiempo del

tratamiento de estiraje requerido para el post-estiraje.

Por otra parte, con respecto a la tensión de estiraje anteriormente mencionada en el post-estiraje, la tensión del hilo inmediatamente después del estiraje final en el post-estiraje se mide utilizando un medidor de tensión.

5 Por otra parte, en la presente invención, la fibra de polipropileno anteriormente mencionada se puede someter a tratamiento de termoendurecimiento o retracción después del estiraje en las condiciones anteriormente mencionadas. La temperatura de tratamiento y la razón de retracción en ese caso no están particularmente limitadas en tanto que no se impida el efecto de la presente invención.

10 De acuerdo con un método que implica someter polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más a hilatura directa, enfriar el producto resultante para solidificarlo de manera que se produzca una fibra de polipropileno no sometida a estiraje, someter la fibra de polipropileno no sometida a estiraje a pre-estiraje en las condiciones anteriormente mencionadas, y a continuación someter el producto resultante a post-estiraje en las condiciones anteriormente mencionadas, se puede producir homogéneamente una fibra de polipropileno con una resistencia térmica y una tenacidad excelentes, y particularmente las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen una resistencia térmica y una tenacidad excelentes y tienen propiedades tales que la forma del pico endotérmico mediante CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior, el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior, y la finura de la fibra es de 7 cN/dtex o más.

20 Adicionalmente, cuando el polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más se somete a hilatura directa; el producto resultante se enfría para solidificarlo de manera que se produzca una fibra de polipropileno no sometida a estiraje; la fibra de polipropileno no sometida a estiraje se somete a pre-estiraje en las condiciones anteriormente mencionadas; y a continuación el producto resultante se somete adicionalmente a post-estiraje en las condiciones anteriormente mencionadas, la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno no sometida a estiraje suministrada a la etapa de pre-estiraje, el aumento de estiraje en el pre-estiraje y/o el post-estiraje, etc., se ajustan de tal manera que se puede obtener una fibra de polipropileno que tiene una finura de una sola fibra final de 3 dtex o inferior, y particularmente de 0,1 a 3 dtex. En tal caso, es posible producir las fibras de polipropileno (particularmente la fibra de polipropileno C) de la presente invención que tiene una estructura irregular específica de la superficie de la fibra de manera que "se forman irregularidades en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra" además de la propiedad anteriormente mencionada tal que la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más y las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas (la forma del pico endotérmico mediante CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior). Las fibras de polipropileno tienen una resistencia térmica y una tenacidad excelentes. Por otra parte, debido a las irregularidades específicas anteriormente mencionadas en la superficie, las fibras de polipropileno tienen una capacidad de retención de agua excelente y generalmente tienen una tasa de retención de agua tal alta como 10% o más.

40 La fibra de polipropileno de la presente invención se puede utilizar tal cual sin someterla a tratamiento de superficie o se puede someter a un tratamiento de superficie adecuado para mejorar la compatibilidad con diversas sustancias, las propiedades antiestáticas, la estabilización de un agente de tratamiento, etc. Los ejemplos específicos del agente de tratamiento de superficie utilizado en la fibra de polipropileno de la presente invención incluyen, pero no están limitados a, polioxietileno softanol, un jabón de potasio de un ácido graso, alquifosfato de potasio, tiodipropionato de dialquilo, di-2-etilhexilsulfosuccinato de sodio, éster de ácido graso de polietilenglicol, polioxietilendecileterfosfato de potasio, éter de polioxietileno del aceite de ricino, alcanosulfonato de sodio, palmitato de isoocitilo, estearato de isoocitilo, isocetil fosfato de potasio, amiduro de ácido de palma, alcohol oleílico, polioxietilenaalquiléter, dioctilsulfosuccinato de sodio, sales de aminas de polioxietilendecileterfosfato, y éster de ácido de palma de polietilenglicol.

50 Por otra parte, la fibra de polipropileno de la presente invención se puede cortar a una longitud adecuada. Cuando el tratamiento de superficie se realiza utilizando el agente para el tratamiento de superficie anteriormente mencionado, la fibra de polipropileno se puede cortar después de secar la fibra para evaporar la humedad o se puede cortar sin secar. Por otra parte, no existe una limitación concreta sobre la cantidad de adherendo y la concentración del agente de tratamiento de superficie y el agua. Por otra parte, no existe limitación sobre los métodos de transporte, los métodos de empaquetamiento, y la forma de empaquetamiento en el momento de la comercialización de la fibra de polipropileno cortada.

55 La fibra de polipropileno de la presente invención se puede formar en un monofilamento, un multifilamento, una mecha, una fibra corta, un hilo torcido (meollar), un falso hilo torcido, un hilo entrelazado, y otros hilos procesados para su uso.

A continuación, debido a la excelente resistencia térmica, la fibra de polipropileno de la presente invención y el hilo

que la contiene se puede utilizar para un cordón y una cuerda. Utilizando el cordón y la cuerda, se pueden producir una cuerda eslinga, un red de pesca, una red de curado, una red para bolas de golf, etc., que tienen una resistencia al desgaste y una propiedad de poco peso excelentes.

5 Adicionalmente, la fibra de polipropileno de la presente invención se puede utilizar eficazmente en la producción de estructuras de fibras tales como una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un artículo de tipo red, y papel.

La fibra de polipropileno de la presente invención o una estructura de fibras formada utilizando la fibra se pueden utilizar también eficazmente como material de refuerzo de fibras en un producto moldeado de plástico reforzado con fibras, un producto moldeado de caucho reforzado con fibras, productos moldeados de sustancias hidráulicas reforzados con fibras (hormigón, mortero, pizarra, baldosas, etc.), etc.

10 Por lo tanto, la presente invención abarca una composición hidráulica que contiene la fibra de polipropileno anteriormente mencionada (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) de la presente invención y un producto hidráulico que contiene la composición hidráulica, una estructura de cuerda formada utilizando la fibra de polipropileno (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) de la presente invención, una estructura de fibra en forma de lámina que contiene la fibra de polipropileno (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) de la presente invención, un material compuesto que contiene un polímero orgánico y la fibra de polipropileno (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) de la presente invención, y un producto moldeado que contiene el material compuesto. Más adelante, se describirán aquellas.

20 Con respecto a la composición hidráulica de la presente invención que contiene la fibra de polipropileno anteriormente mencionada de la presente invención, se puede utilizar como sustancia hidráulica cualquier sustancia inorgánica que reaccione con agua para su curado sin ninguna limitación concreta.

25 Los ejemplos preferibles de la sustancia hidráulica incluyen diversos cementos Portland, cemento de alta resistencia inicial, cemento que produce una baja temperatura de hidratación durante el fraguado, cemento Portland con escoria de alto horno, cemento de alúmina, un cemento combinado en el que la escoria de alto horno, ceniza volante, sílice, etc., se mezclan en los cementos anteriormente mencionados, yeso, escoria granulada con agua, hidróxido de calcio, carbonato de magnesio, y silicato de calcio. La composición hidráulica de la presente invención puede contener solamente una o dos o más clases de las sustancias hidráulicas anteriormente mencionadas. De estas, es preferible que la composición hidráulica de la presente invención contenga al menos cemento como sustancia hidráulica.

30 El contenido de la sustancia hidráulica en la composición hidráulica de la presente invención no está particularmente limitado, y se puede determinar de acuerdo con el tipo de sustancia hidráulica, el tipo de otros materiales utilizados con la sustancia hidráulica, el tipo y la aplicación de un producto hidráulico obtenido mediante curado con agua la sustancia hidráulica, etc. En general, la composición hidráulica de la presente invención contiene la sustancia hidráulica preferiblemente en una proporción de 10 a 99% en masa, más preferiblemente de 20 a 98% en masa, y aún más preferiblemente de 30 a 97% en masa basándose en la masa total de la composición hidráulica antes de añadir el agua.

35 La composición hidráulica de la presente invención forma un producto hidráulico que tiene alta tenacidad debido a que la fibra de polipropileno de la presente invención que se va a combinar en la composición tiene una tenacidad de la fibra tal alta como 7 cN/dtex o más, y preferiblemente de 9 a 13 cN/dtex. Cuando la fibra de polipropileno que se va a combinar en la composición hidráulica que tiene una tenacidad de la fibra menor de 7 cN/dtex se combina en una sustancia hidráulica, tal como el cemento, para producir una composición hidráulica, y a continuación la composición hidráulica se cura para producir de este modo un producto hidráulico, no se puede demostrar suficiente efecto de reforzamiento en algunos casos.

40 Con respecto a la composición hidráulica de la presente invención que contiene las fibras de polipropileno de la presente invención (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) que tienen las propiedades de CDB anteriormente mencionadas, esto es, "la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior" además de la tenacidad de la fibra anteriormente mencionada, la fibra de polipropileno tiene una resistencia térmica excelente. Por lo tanto, ni siquiera cuando la composición hidráulica se somete a curado en autoclave a una alta temperatura que excede de 100°C, particularmente 150°C o superior, y más concretamente 170°C o superior, ocurre la degradación o reducción de la tenacidad de fibra de polipropileno. De este modo, realizando el curado en autoclave a una alta temperatura en un corto período de tiempo, el producto hidráulico se puede producir con alta productividad en un período de tiempo abreviado.

45 Sin embargo, en el caso en el que la composición hidráulica es una composición hidráulica para la producción de un producto hidráulico mediante curado a temperatura ambiente o a una baja temperatura de 100°C o inferior, incluso en el caso de una fibra de polipropileno que no tenga las propiedades de CDB anteriormente mencionadas, se puede producir también un producto hidráulico que tiene una tenacidad suficientemente alta combinando, en la sustancia hidráulica, la fibra de polipropileno que tiene las propiedades de "incluir polipropileno que tiene una IPF de

5 94% o más; que tiene una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex; que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más; y que tiene, en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra", para producir de este modo un producto hidráulico.

No existe limitación sobre la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno de la presente invención que se va a combinar en la sustancia hidráulica. En términos de aplicabilidad a la composición hidráulica y de durabilidad, la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es generalmente preferiblemente de 0,01 a 500 dtex, más preferiblemente de 0,05 a 50 dtex, y aún más preferiblemente de 0,1 a 5 dtex.

10 Cuando una fibra de polipropileno que tiene una finura de una sola fibra extremadamente baja se combina en una sustancia hidráulica para producir una composición hidráulica, se produce la fusión y la rotura del hilo debido a la fricción en el momento del mezclado, dando como resultado que el efecto de reforzamiento no se demuestre en algunos casos. En contraste, cuando la finura de una sola fibra de una fibra de polipropileno es extremadamente alta, las propiedades físicas de estiraje para obtener una fibra de polipropileno disminuyen como se ha descrito antes, dando como resultado que no se obtiene en algunos casos una fibra de polipropileno que tiene alta tenacidad y que ha sido altamente cristalizada.

20 Por otra parte, la composición hidráulica de la presente invención abarca, como aspecto preferible, una composición hidráulica que incluye "la fibra de polipropileno de la presente invención (fibra de polipropileno C) que tiene las propiedades de: tener una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más; las propiedades de CDB anteriormente mencionadas definidas en la presente invención (la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior); y adicionalmente que tiene la finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex e irregularidades formadas en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra".

30 La fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades irregulares específicas anteriormente mencionadas tiene alta capacidad de retención de agua debido a las propiedades irregulares específicas, y generalmente tiene una tasa de retención de agua de 10% o más. De este modo, la fibra de polipropileno de la presente invención tiene alta compatibilidad con una sustancia hidráulica tal como el cemento, y una composición hidráulica que contiene la fibra de polipropileno forma un producto hidráulico que tiene alta tenacidad.

Cuando una fibra de polipropileno que tiene una baja tasa de retención de agua se combina en una sustancia hidráulica tal como cemento, la compatibilidad con la sustancia hidráulica disminuye, y de este modo la fibra no se adhiere suficientemente a la sustancia hidráulica. De este modo, la fuerza mecánica del producto hidráulico que se va a obtener se puede volver insuficiente.

35 Con respecto a la fibra de polipropileno de la presente invención que se va a combinar en la composición hidráulica de la presente invención, la tasa de retención de agua es preferiblemente de 10,5% o más, más preferiblemente de 11 a 50%, y aún más preferiblemente de 12 a 50%. En el caso de una fibra de polipropileno que tiene una tasa de retención de agua que excede de 50%, se necesita agrandar considerablemente las irregularidades sobre la superficie de la fibra. De este modo, tal fibra de polipropileno es, en la práctica actual, difícil de producir con alta productividad.

45 La forma (forma transversal horizontal) de la fibra de polipropileno de la presente invención que se va a combinar en una composición hidráulica no está particularmente limitada. La fibra de polipropileno de la presente invención se puede formar en una forma transversal circular densa y en las diversas formas transversales irregulares anteriormente mencionadas. Cuando la forma transversal horizontal de la fibra de polipropileno tiene una forma transversal irregular que produce un área de superficie grande, particularmente una forma multihoja o similares, la fuerza de adherencia a una sustancia hidráulica se vuelve alta, con lo que se puede obtener un producto hidráulico que tiene una alta tenacidad.

50 Por otra parte, añadiendo, a una fibra de polipropileno, un agente para aumentar la gravedad específica tal como carbonato de calcio, sulfato de bario, óxido de titanio, óxido de cinc, alúmina, sílice, y metacrilato de potasio, se aumenta de este modo la gravedad específica de fibra de polipropileno cuya gravedad específica es originalmente baja. De este modo, la fibra de polipropileno de la presente invención se puede dispersar uniformemente en una composición hidráulica.

55 Por otra parte, la fibra de polipropileno de la presente invención que se va a combinar en una sustancia hidráulica se puede someter a tratamiento de superficie para aumentar la compatibilidad con una sustancia hidráulica. Por ejemplo, las sustancias susceptibles de utilizarse en el tratamiento de superficie de la fibra de polipropileno de la presente invención son un miembro o dos o más miembros de polioxietilenisofanol, jabón de potasio de ácido graso, y otros compuestos que se han mencionado anteriormente.

5 La longitud de la fibra de la fibra de polipropileno en el momento de mezclar la fibra de polipropileno de la presente invención en una sustancia hidráulica para preparar de este modo una composición hidráulica se puede determinar de acuerdo con el tipo de sustancia hidráulica, el tipo de otro material utilizado con una sustancia hidráulica, la composición combinada de la composición hidráulica, y el tipo y el uso pretendido de un producto hidráulico obtenido mediante curado con agua de una composición hidráulica. Sin embargo, en términos del efecto de reforzamiento mediante una fibra de polipropileno, la mezclabilidad uniforme con una sustancia hidráulica u otro material, la productividad de la fibra, etc., la longitud de la fibra de la fibra de polipropileno es preferiblemente de 1 a 30 mm, más preferiblemente de 2 a 25 mm, y aún más preferiblemente de 3 a 20 mm.

10 Cuando la longitud de la fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente corta, es probable que la acción de reforzamiento se vuelva insuficiente. En contraste, cuando la longitud de la fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente larga, tal fibra de polipropileno no se mezcla y dispersa uniformemente en una composición hidráulica, y por otra parte, por ejemplo, es probable que se produzca la obstrucción de las tuberías.

15 El contenido de fibra de polipropileno de la presente invención en una composición hidráulica se puede determinar de acuerdo con el tipo de sustancia hidráulica, el tipo del otro material utilizado con la sustancia hidráulica, la composición combinada de la composición hidráulica, y el tipo y el uso pretendido de un producto hidráulico obtenido mediante curado con agua de una composición hidráulica. Sin embargo, el contenido de fibra de polipropileno es preferiblemente de 0,05 a 10% en masa, y más preferiblemente de 0,1 a 8% en masa basándose en la masa de una composición hidráulica antes de añadir el agua (masa total de la composición hidráulica antes de añadir agua, incluyendo la fibra de polipropileno) en términos del efecto de reforzamiento mediante una fibra de polipropileno, la propiedad de aprobación del procedimiento, el coste, etc.

La composición hidráulica de la presente invención puede contener, según se requiera, un agregado, una carga inorgánica o una carga orgánica, y otra mezcla, que se utilizan ampliamente en una composición hidráulica además de una sustancia hidráulica y la fibra de polipropileno específica de la presente invención.

25 En cuanto al agregado o a la carga que se pueden utilizar en la composición hidráulica de la presente invención, se pueden mencionar balasto, arena triturada, arena de río, arena de playa, arena de montaña, arena de sílice en polvo, diferentes agregados de poco peso (p. ej., globo de vidrio, globo Shirasu, y cuentas de poliestireno), carbonato de calcio, caolín, sepiolita, bentonita, atapulgita, mica, Wollastonita, diferentes pastas, etc. De estos, pueden estar contenidos uno o dos o más miembros en la composición hidráulica de la presente invención.

30 En cuanto a la pasta, se pueden utilizar una gran variedad de pastas. Sus ejemplos específicos incluyen coníferas, árboles de hoja ancha, cáñamo de Manila, Edgeworthia, papel mulberry, Diplomorpha sikokiana, Salago, morera, paja, bambú, junco, Sabai, hierba Raran, esparto, bagazo, sisal, kenaf, linter, banana, y papel usado. La composición hidráulica de la presente invención puede contener un miembro o dos o más miembros de pastas blanqueadas o no blanqueadas entre las pastas anteriormente mencionadas. El grado de refinado de la pasta se puede controlar adecuadamente. En ese caso, en cuanto a las coníferas, se pueden mencionar Taxodiaceae, Pinaceae, Cupressaceae, Araucariaceae, etc. En cuanto a los árboles de hoja ancha, se pueden mencionar Ulmaceae, Fagaceae, Myrtaceae, Cercidiphyllaceae, Oleaceae, Rutaceae, Betulaceae, Aceraceae, Juglandaceae, Tiliaceae, Araliaceae, Sapotaceae, Celastraceae, Nerium indicum, Verbenaceae, Magnoliaceae, Sterculiaceae, etc.

Por otra parte, los ejemplos de la otra mezcla mencionada anteriormente incluyen un agente reductor acuoso, un espesante, un agente espumante, un agente inflador, y un agente reductor de la retracción.

40 Por otra parte, la composición hidráulica de la presente invención puede contener fibras orgánicas distintas de la fibra de polipropileno y fibras inorgánicas si fuera necesario.

45 El agregado, la carga, y los otros diversos materiales anteriormente mencionados que se van a mezclar, según se requiera, en la sustancia hidráulica tienen un efecto de mejora de las propiedades físicas de un producto hidráulico, p. ej., mejora de las propiedades anticongelantes y descongelantes, un efecto de inhibición de la invasión de una sustancia corrosiva (diversos ácidos tales como cloro, ácido sulfúrico, etc.), un efecto de mejora de la adherencia entre una fibra de polipropileno y una sustancia hidráulica, un efecto de mejora de la eficacia en el momento de producir un producto moldeado no curado y una lámina formada ajustando adecuadamente la viscosidad de la suspensión, un efecto de control de la retracción en el secado de un producto moldeado y un producto formado en lámina, un efecto de desarrollo del efecto de mejora de la tenacidad de un producto hidráulico, y un efecto de mejora de la propiedad de aprobación del procedimiento y la moldeabilidad en el momento de producir un producto hidráulico.

55 En la preparación de la composición hidráulica de la presente invención, no existe una limitación concreta sobre la cantidad de una sustancia hidráulica y otros materiales distintos de las fibras de polipropileno específicas de la presente invención anteriormente mencionadas (agregado, carga, otra mezcla, etc.). Su cantidad se puede ajustar adecuadamente de acuerdo con: el tipo de sustancia hidráulica; los tipos de agregado, la carga, y otra mezcla; el método de curado de una composición hidráulica; y el tipo y el uso pretendido del producto hidráulico que se vaya a obtener mediante curado de una composición hidráulica.

La cantidad de agua de mezcla en una composición hidráulica puede diferir de acuerdo con el tipo de sustancia hidráulica o el tipo del otro material, su cantidad, y el tipo de producto hidráulico que se vaya a producir, etc. En general, la cantidad de agua que se va a añadir es preferiblemente de 10 a 10.000 partes en masa, más preferiblemente de 15 a 8.000 partes en masa, y particularmente preferiblemente de 20 a 6.000 partes en masa, basándose en 100 partes en masa de la masa total de todos los materiales distintos del agua, que se utilizan para la preparación de una composición hidráulica, en términos de la propiedad de aprobación del procedimiento, la tenacidad del producto hidráulico que se vaya a obtener, etc.

Se pueden producir diversos productos hidráulicos tales como hormigón, mortero, y pizarra utilizando la composición hidráulica de la presente invención.

Cuando la composición hidráulica de la presente invención es una composición hidráulica para la producción de pizarra, las pastas, y, según se requiera, una carga inorgánica tal como un floculante y polvo de piedra de sílice y otro material se mezclan con un Cemento Portland Corriente y otra sustancia hidráulica. Simultáneamente, la fibra de polipropileno que tiene las propiedades anteriormente mencionadas de la presente invención se añade en una proporción de preferiblemente 0,05 a 10% en masa, y más preferiblemente de 0,1 a 8% en masa basándose en la masa de la composición hidráulica antes de añadir agua (masa total de la composición hidráulica, incluyendo una fibra de polipropileno) como se ha descrito antes, y a continuación se añade agua a la mezcla resultante, con lo que se puede obtener homogéneamente una composición hidráulica para la producción de pizarra. La pizarra obtenida mediante curado la composición hidráulica tiene una tenacidad o durabilidad excelentes.

El contenido de cada uno de la sustancia hidráulica, la pasta, el floculante, la carga inorgánica, etc., y la cantidad de agua de mezcla en la composición hidráulica para la producción de una pizarra puede ser esencialmente el mismo que el de las composiciones hidráulicas para la producción de una pizarra corriente.

Cuando la composición hidráulica de la presente invención es una composición hidráulica para la producción de hormigón, se mezclan agregados tales como el balasto y la arena, una carga inorgánica, y, según se requiera, otro material con un Cemento Portland Corriente y otra sustancia hidráulica. Simultáneamente, la fibra de polipropileno que tiene las propiedades anteriormente mencionadas de la presente invención se añade en una proporción de preferiblemente 0,05 a 10% en masa, y más preferiblemente de 0,1 a 8% en masa basándose en la masa de la composición hidráulica antes de añadir el agua (masa total de la composición hidráulica, incluyendo una fibra de polipropileno), y a continuación se añade agua a la mezcla resultante, con lo que se puede obtener homogéneamente una composición hidráulica para la producción de hormigón. El hormigón obtenido mediante curado de la composición hidráulica tiene una tenacidad o durabilidad excelentes.

El contenido de cada una de las sustancia hidráulicas, la pasta, el floculante, la carga inorgánica, etc., y la cantidad de agua de mezcla en la composición hidráulica para la producción de hormigón pueden ser esencialmente el mismo que el de una composición hidráulica para la producción de un hormigón corriente.

Cuando la composición hidráulica de la presente invención es una composición hidráulica para la producción de mortero, se mezclan la carga inorgánica tal como arena, el espesante, el agente reductor acuoso, y otros materiales con un Cemento Portland Corriente y otra sustancia hidráulica. Simultáneamente, la fibra de polipropileno que tiene las propiedades anteriormente mencionadas de la presente invención se añade en una proporción de preferiblemente 0,01 a 10% en masa, y más preferiblemente de 0,1 a 8% en masa basándose en la masa de la composición hidráulica antes de añadir el agua (masa total de la composición hidráulica, incluyendo una fibra de polipropileno), y a continuación se añade agua a la mezcla resultante, con lo que se puede obtener homogéneamente una composición hidráulica para la producción de mortero. El hormigón obtenido mediante curado de la composición hidráulica tiene una tenacidad o durabilidad excelentes.

El contenido de cada uno de la sustancia hidráulica, la carga inorgánica tal como la arena, el espesante, agente reductor acuoso, y otro material y la cantidad de agua de mezcla en la composición hidráulica para la producción de mortero puede ser esencialmente el mismo que el de una composición hidráulica para la producción de un mortero corriente.

En la preparación de la composición hidráulica de la presente invención, el orden de adición, los métodos de mezclado, las condiciones de mezclado, etc., de los materiales respectivos no están particularmente limitados. La composición hidráulica de la presente invención se puede preparar mediante el mismo método que se ha utilizado convencionalmente para preparar una composición hidráulica.

No existe una limitación concreta sobre el dispositivo de mezclado para su uso en la preparación de la composición hidráulica de la presente invención, y se puede utilizar cualquier dispositivo de mezclado en la preparación de una composición hidráulica. Por ejemplo, el mezclado se puede realizar mediante la utilización de diversos dispositivos de mezclado tales como una mezcladora de artesa, una mezcladora Eirich, una mezcladora basculante, una mezcladora biaxial forzada, una mezcladora Omni, una mezcladora Hobart, y una mezcladora de mano.

No existe una limitación concreta sobre el método para producir un producto hidráulico utilizando la composición

hidráulica de la presente invención. Se puede emplear el mismo método que se ha empleado convencionalmente de acuerdo con el tipo, el uso pretendido, etc., del producto hidráulico deseado.

5 Cuando la composición hidráulica de la presente invención es una composición para la producción de hormigón o mortero, se puede emplear un método empleado convencionalmente para la producción de hormigón o mortero utilizando una composición hidráulica. Por ejemplo, se pueden emplear métodos de moldeo tales como moldeo por vaciado, moldeo por vibración, moldeo centrífugo, moldeo por succión, moldeo por extrusión, y moldeo con prensa. Por otra parte, no existe una limitación concreta sobre el método de curado para un producto moldeado no curado obtenido mediante el método de moldeo anteriormente mencionado. Por ejemplo, el curado se puede realizar mediante curado con aire, curado con agua, curado por compresión en húmedo, curado en autoclave, y se puede emplear el uso combinado de dos o más de los métodos de curado anteriormente mencionados. Como se ha descrito anteriormente, no existe una limitación concreta sobre la temperatura de curado. Por ejemplo, se puede emplear el curado a una baja temperatura (p. ej., curado en un período de baja temperatura, por ejemplo, en invierno o en una región fría), curado a temperatura ambiente, curado a una temperatura que exceda de 100°C, curado a una temperatura entre la temperatura ambiente y 100°C, etc.

15 Por otra parte, cuando la composición hidráulica de la presente invención es una composición para la producción de pizarra, se puede emplear un método empleado convencionalmente para la producción de pizarra utilizando una composición hidráulica, p. ej., un método para producir un producto de tipo papel utilizando un molde cilíndrico o una máquina fourdrinier, un método para producir un producto moldeado mediante descarga, etc. Por otra parte, no existe una limitación concreta sobre el método de curado del producto de tipo papel no curado y el producto moldeado obtenido por medio del método anteriormente mencionado. Por ejemplo, el curado se puede realizar mediante curado con aire, curado con agua, curado por compresión en húmedo, curado en autoclave, y mediante el uso combinado de dos o más de los métodos de curado anteriormente mencionados.

25 Cuando se produce hormigón, mortero, pizarra, etc., el curado se puede realizar a una temperatura por debajo del entorno natural, a temperatura ambiente, a una temperatura superior a la temperatura ambiente e igual o menor de 100°C, y a una alta temperatura que exceda de 100°C.

Entre las fibras de polipropileno de la presente invención, la fibra de polipropileno que tiene propiedades tales que "la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o superior" tiene una resistencia térmica excelente, y no muestra fusión, deterioro, rotura, etc., ni siquiera a una alta temperatura de 100°C o más, particularmente 150°C o más, y más concretamente 170°C o más, y puede mantener la forma de la fibra y la excelente tenacidad de la fibra. Por lo tanto, en el caso en el que la fibra de polipropileno que tiene las propiedades de CDB se mezcla en una sustancia hidráulica para preparar de ese modo una composición hidráulica y a continuación se produce un producto hidráulico utilizando la composición hidráulica, se puede producir un producto hidráulico con una tenacidad excelente en un tiempo de curado reducido con alta productividad mediante curado en autoclave o similares a una temperatura de 100°C o más, particularmente 150°C o más, y más concretamente 170°C o más.

<<Estructura de cuerda>>

La estructura de cuerda de la presente invención se forma utilizando la fibra de polipropileno (cualquiera de fibras de polipropileno A o C) de la presente invención.

40 En la presente, la "estructura de cuerda" utilizada en la presente invención es un término genérico utilizado para hacer referencia a una cuerda, un cable, un cordón, y un cordel formado torciendo una hebra de fibras, un hilo y/o una fibra.

La estructura de cuerda de la presente invención tiene alta tenacidad debido a que la estructura de cuerda de la presente invención se forma utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex. Cuando una estructura de cuerda se forma utilizando una fibra de polipropileno que tiene una finura de la fibra menor que la finura de la fibra anteriormente mencionada, la tenacidad de la estructura de cuerda puede ser insuficiente.

Entre las estructuras de cuerda de la presente invención, con respecto a una estructura de cuerda formada utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) que tienen las propiedades de CDB específicas definidas en la presente invención (la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es de 125 J/g o más) además de que tienen la tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más, la fibra de polipropileno que forma la estructura de cuerda tiene una resistencia térmica excelente. Por lo tanto, incluso si la estructura de cuerda se expone a una alta temperatura, es menos probable que ocurra la fusión y la reducción de las propiedades físicas, e incluso cuando la estructura de cuerda se frota o rasca, es poco probable que ocurran la fusión o del deterioro de la fibra de polipropileno debido al calor friccional y la rotura o el deterioro de la estructura de cuerda resultante de la fusión y el deterioro de la fibra de polipropileno. De este modo, la estructura de cuerda es fuerte y tiene una

durabilidad excelente.

Con respecto a la fibra de polipropileno que forma la estructura de cuerda de la presente invención, el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es preferiblemente de 125 a 165 J/g, más preferiblemente de 130 a 165 J/g, aún más preferiblemente de 135 a 165 J/g, y todavía más preferiblemente de 140 a 165 J/g.

5 Por otra parte, la presente invención abarca:

una estructura de cuerda formada utilizando la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención "que tiene la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra definidas en la presente invención (es decir, la finura de una sola fibra es de 0,1 a 3 dtex, y se forman irregularidades en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra) además de la propiedad de que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más y las propiedades de CDB definidas en la presente invención".

Con respecto a la estructura de cuerda de la presente invención formada utilizando las fibras de polipropileno de la presente invención que tienen las irregularidades específicas definidas en la presente invención sobre la superficie de la fibra (fibra de polipropileno C), el deslizamiento sobre la superficie de la fibra disminuye debido a las irregularidades y se demuestra la acción de acoplamiento debida a las irregularidades. Por lo tanto, las fibras y las hebras de fibras que forman la estructura de cuerda están torcidas ajustadamente y firmemente debido a la acción de acoplamiento entre las fibras y/o entre las hebras de fibras. De este modo, la estructura de cuerda tiene una resistencia a la tracción, resistencia al estiraje, resistencia al desgaste, conservación de la forma, etc. excelentes.

Con respecto a la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene irregularidades en la superficie, cuando el intervalo medio de las irregularidades es menor de 6,5 μm y/o su altura media es menor de 0,35 μm , las irregularidades sobre la superficie de la fibra se vuelven excesivamente diminutas, ocasionando la reducción de la acción de acoplamiento resultante de las irregularidades. En contraste, una fibra de polipropileno en la que el intervalo medio de las irregularidades excede de 20 μm y/o su altura media excede de 1 μm no se puede producir a menos que la velocidad de producción de la fibra de polipropileno se reduzca considerablemente, y por otra parte, se necesita utilizar polipropileno que tiene una IPF sustancialmente de 100%. De este modo, su practicabilidad es escasa.

Cuando la estructura de cuerda de la presente invención se forma utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades irregulares, es preferible utilizar una fibra de polipropileno en la que el intervalo medio de las irregularidades formadas a lo largo de la dirección del eje de la fibra es de 6,6 a 20 μm , y particularmente de 6,8 a 20 μm y su altura media es de 0,40 a 1 μm , y particularmente de 0,45 a 1 μm .

No existe una limitación concreta sobre la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno que forma la estructura de cuerda de la presente invención. En vista de la facilidad de producción en el momento de producir una fibra de polipropileno (particularmente, facilidad de estiraje), aplicabilidad a una cuerda, y durabilidad, la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es generalmente preferiblemente 0,01 a 500 dtex, más preferiblemente 0,05 a 50 dtex, y aún más preferiblemente 0,1 a 5 dtex.

Cuando la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente pequeña, la fusión, la rotura del hilo, etc., de la fibra de polipropileno se produce cuando se forma o después de formar la estructura de cuerda, lo que a veces causa la reducción de la tenacidad de la estructura de cuerda. En contraste, cuando la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente grande, las propiedades físicas de estiraje para la obtención de una fibra de polipropileno disminuyen, lo que a veces hace imposible obtener una fibra de polipropileno que tenga alta tenacidad y haya sido altamente cristalizada.

No existe una limitación concreta sobre la forma (forma transversal horizontal) de una fibra de polipropileno para su uso en la formación de la estructura de cuerda de la presente invención. Su forma puede ser una forma transversal circular densa y puede tener otras formas transversales irregulares.

La fibra de polipropileno que forma la estructura de cuerda de la presente invención puede contener, por ejemplo, una clase o dos o más clases de estabilizadores térmicos y otros aditivos en tanto no se impida el objeto de la presente invención. Por otra parte, la gravedad específica de la fibra de polipropileno es generalmente menor que la del agua, y de este modo la fibra de polipropileno flota en agua tal cual. Con el fin de evitar que la fibra de polipropileno flote, se pueden combinar, según se requiera, una clase o dos o más clases del carbonato de calcio u otros agentes de ajuste de la gravedad específica en la fibra de polipropileno que forma la estructura de cuerda de acuerdo con el uso pretendido de la estructura de cuerda.

La fibra de polipropileno que forma la estructura de cuerda de la presente invención puede no someterse a tratamiento de superficie o se puede someter a tratamiento de superficie con un agente de tratamiento de superficie adecuado de acuerdo con el uso pretendido y similares de la estructura de cuerda.

La estructura de cuerda de la presente invención se puede formar en una fibra de polipropileno en forma de fibra larga (filamento) o se puede formar de un meollar producido utilizando una fibra corta de polipropileno. En vista de la facilidad de producción de la estructura de cuerda y la tenacidad de la estructura de cuerda, es preferible que la estructura de cuerda se forme de una fibra de polipropileno en forma de fibra larga.

- 5 No existe una limitación concreta sobre el tipo, la estructura, la forma, etc., de la estructura de cuerda de la presente invención. Pueden ser aceptables estructuras de cuerda cualesquiera en tanto se formen las estructuras de cuerdas utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades físicas específicas anteriormente mencionadas.

- 10 La estructura de cuerda de la presente invención se puede formar utilizando solo la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades físicas específicas o se puede formar utilizando una clase o dos o más clases de otras fibras y materiales filamentosos junto con la fibra de polipropileno que tiene las propiedades físicas específicas.

- 15 Con el fin de obtener una estructura de cuerda formada de la fibra de polipropileno en la que las propiedades (tenacidad, resistencia térmica, acción de acoplamiento resultante de las irregularidades de la superficie, etc.) de la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades físicas específicas anteriormente mencionadas se utilizan suficientemente, la proporción (proporción en masa) de la fibra de polipropileno de la presente invención es preferiblemente de 50% en masa o más, más preferiblemente de 60% en masa o más, y aún más preferiblemente de 70 a 100% en masa basándose en la masa de la estructura de cuerda.

Mencionados como ejemplos típicos de la estructura de cuerda de la presente invención, aunque no limitados, son:

- 20 (i) una estructura de cuerda obtenida reuniendo fibras y torciéndolas para producir de este modo un hilo, reuniendo de dos a varias decenas (preferiblemente 2 a 100) de los hilos producidos anteriormente para formar una hebra (hilo doble), y a continuación torciendo una pluralidad (preferiblemente 3 a 4) de las hebras (hilos dobles);

- 25 (ii) una estructura de cuerda obtenida reuniendo fibras y torciéndolas para producir de este modo un hilo, reuniendo de dos a varias decenas (preferiblemente 2 a 30) de los hilos producidos anteriormente para formar una primera hebra (hilo doble), reuniendo de dos a varias decenas (preferiblemente 2 a 50) de las primeras hebras producidos anteriormente para formar una segunda hebra (hilo doble), y a continuación torciendo una pluralidad (preferiblemente 3 a 4) de las segundas hebras (hilos dobles);

- 30 (iii) una estructura de cuerda obtenida reuniendo fibras y torciéndolas para producir de este modo un hilo, reuniendo de dos a varias decenas de los hilos (preferiblemente 2 a 100) producidos anteriormente para formar una hebra (hilo doble), y a continuación torciendo una pluralidad (preferiblemente 3 a 4) de hebras (hilos dobles) en el estado que rodea al material núcleo, estando formado el material núcleo de otra fibra o material filamentosos; y

- 35 (iv) una estructura de cuerda obtenida reuniendo fibras y torciéndolas para producir de este modo un hilo, reuniendo de dos a varias decenas de los hilos (preferiblemente 2 a 100) producidos anteriormente para formar una hebra (hilo doble); y a continuación torciendo una hebra (hilo doble) producida anteriormente o una pluralidad de las mismas y una hebra (hilo doble) formada de otras fibras y/o un material filamentosos (p. ej., un alambre de metal, plástico filamentosos, cordel, y cinta) o una pluralidad de los mismos.

Las estructuras de cuerdas de los apartados (i) y (ii) se puede formar utilizando únicamente la fibra de polipropileno de la presente invención (cualquiera de las fibras de polipropileno A a C) o se puede formar utilizando la fibra de polipropileno y otra fibra.

- 40 Por otra parte, las estructuras de cuerda de los apartados (iii) y (iv) se forman utilizando otra fibra y/o material filamentosos junto con la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades físicas específicas anteriormente mencionadas.

- 45 Cuando la estructura de cuerda del apartado (i) se forma utilizando únicamente la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades físicas específicas anteriormente mencionadas, la finura de la fibra de un hilo obtenido reuniendo fibras y torciéndolas es de aproximadamente 10 a 5.000 dtex, y particularmente de aproximadamente 100 a 3.000. Es preferible que la finura de la fibra de la hebra (hilo doble) obtenida reuniendo las fibras y torciéndolas sea de 20 a 500.000 dtex, y particularmente de 200 a 300.000 dtex en términos de propiedades de manipulación y practicabilidad.

- 50 Por otra parte, cuando la estructura de cuerda del apartado (ii) se forma utilizando únicamente la fibra de polipropileno de la presente invención, es preferible que la finura de la fibra del hilo obtenido reuniendo las fibras y torciéndolas sea de aproximadamente 10 a 5.000 dtex, y particularmente aproximadamente de 100 a 3.000 dtex, que la finura de la fibra de la primera hebra (hilo doble) obtenida reuniendo los hilos y torciéndolos sea de 20 a 150.000 dtex, y más concretamente de 200 a 90.000 dtex, y que la finura de la fibra de la segunda hebra (hilo doble) obtenida reuniendo las primeras hebras (hilos dobles) y torciéndolas sea de 40 a 7.500.000 dtex, y particularmente

de 400 a 4.500.000 dtex en términos de las propiedades de manipulación y practicabilidad.

Por otra parte, también cuando la estructura de cuerda se forma utilizando otra fibra y el material filamentosos con la fibra de polipropileno de la presente invención, es preferible adoptar la finura de la fibra de acuerdo con lo anterior.

5 Cuando la estructura de cuerda de la presente invención se forma utilizando una clase o dos o más clases de otras fibras y materiales filamentosos junto con la fibra de polipropileno de la presente invención, mencionadas como otras fibras están, por ejemplo: fibras sintéticas tales como una fibra de polipropileno distinta de las fibras de polipropileno de la presente invención, una fibra de nailon, una fibra de vinylon, una fibra de polietileno, una fibra de poliéster, una fibra de poli(cloruro de vinilo), una fibra de poli(cloruro de vinilideno), una fibra de aramida, y una fibra de poliarilato; fibras semi-sintéticas tales como una fibra de rayón; fibras naturales tales como cáñamo, algodón, y lana de oveja; 10 una fibra metálica; y una fibra de carbono. Por otra parte, en cuanto a los otros materiales filamentosos, se mencionan un alambre metálico, un plástico filamentosos, una cinta de plástico, una cinta de tela, un cordel producido tejiendo y tricotando una fibra sintética y/o una fibra natural, un hilo dividido, etc.

15 Cuando la estructura de cuerda de la presente invención se forma utilizando una clase o dos o más clases de las otras fibras y materiales filamentosos junto con la fibra de polipropileno de la presente invención, se mencionan los siguientes ejemplos: la fibra de polipropileno y otra fibra y/o material filamentosos se pueden combinar (mezclar) en la hebra (hilo doble) que forma la estructura de cuerda; la hebra (hilo doble) formada únicamente de la fibra de polipropileno y la hebra (hilo doble) y/o el material filamentosos formado de otra fibra se pueden torcer (p. ej., clasificada en la estructura de cuerda del apartado (d)); y otra fibra y/o material filamentosos pueden existir como un núcleo en el centro de la estructura de cuerda y las hebras (hilos dobles) formadas únicamente de la fibra de 20 polipropileno se pueden torcer mientras la fibra de polipropileno rodea el núcleo (p. ej., clasificada en la estructura de cuerda del apartado (c)).

El grosor de la estructura de cuerda de la presente invención no está particularmente limitado, y se puede determinar de acuerdo con el uso pretendido, el tipo de uso, las propiedades de manipulación, etc., de la estructura de cuerda. En general, es preferible que la estructura de cuerda de la presente invención tenga un diámetro de 25 aproximadamente 0,1 a 100 mm, y particularmente de 0,2 a 50 mm en términos de facilidad de producción, propiedades de manipulación, etc., de la estructura de cuerda.

Por otra parte, la estructura de cuerda de la presente invención se puede someter, según se requiera, a tratamiento térmico y/o procesamiento con resina después de la etapa de torcido (etapa de elaboración de la cuerda).

30 No existe una limitación concreta sobre el método para producir la estructura de cuerda de la presente invención. La estructura de cuerda de la presente invención se puede producir utilizando el mismo método que se ha empleado convencionalmente para la producción de una estructura de cuerda utilizando una fibra sintética o una fibra sintética y otro material.

<<Estructura de fibra en forma de lámina>>

35 La estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención se forma utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) que tiene las propiedades específicas anteriormente mencionadas.

40 En la presente, la "estructura de fibra en forma de lámina" de la presente invención es un término genérico utilizado para referirse a una estructura de fibra en forma de lámina que se produce utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención y/o un hilo formado de la fibra de polipropileno. La estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención abarca una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un papel sintético, un artículo de tipo red, una estructura de fibra obtenida laminando dos o más de las mismas, etc.

45 La estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención tiene alta tenacidad debido a que la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención se forma utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más. Cuando una estructura de fibra en forma de lámina se forma utilizando una fibra de polipropileno que tiene una tenacidad de la fibra menor que la tenacidad de la fibra anterior, la tenacidad de la estructura de fibra en forma de lámina puede ser insuficiente.

50 No existe una limitación concreta sobre la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno que forma la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención. En términos de las propiedades del proceso en la producción de una estructura de fibra en forma de lámina, tenacidad y durabilidad de una estructura de fibra en forma de lámina, etc., la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es generalmente preferiblemente de 0,01 a 500 dtex, más preferiblemente de 0,05 a 50 dtex, y aún más preferiblemente de 0,1 a 5 dtex.

Cuando la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente pequeña, puede ocurrir la rotura del hilo o similares de la fibra de polipropileno cuando se forma o después de formar la estructura de fibra en forma de lámina, lo que puede dar como resultado la reducción en la tenacidad de la estructura de fibra en forma de

lámina. En contraste, cuando la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente grande, las propiedades físicas de estiraje para obtener la fibra de polipropileno disminuyen, lo que hace imposible obtener una fibra de polipropileno que tenga alta tenacidad y haya sido altamente cristalizada.

5 Entre las estructuras de fibra en forma de lámina de la presente invención, una estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando las fibras de polipropileno de la presente invención (fibra de polipropileno C) que tiene la finura de una sola fibra específica anteriormente mencionada y las irregularidades específicas anteriormente mencionadas que se definen en la presente invención además de la tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más tiene una alta tasa de retención de agua (generalmente una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor) y tiene una capacidad de retención de agua excelente. Esto es debido a que la fibra de polipropileno que forma la estructura de fibra en forma de lámina tiene las irregularidades específicas anteriormente mencionadas a lo largo del eje de la fibra. Por lo tanto, la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando la fibra de polipropileno tiene también una alta tasa de retención de agua (generalmente una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor) y tiene una capacidad de retención de agua excelente.

15 Cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención se utiliza para la aplicación que requiere una alta tasa de retención de agua, la tasa de retención de agua de la estructura de fibra en forma de lámina es preferiblemente de 10% en masa o mayor, y más preferiblemente de 11 a 50% en masa. Con el fin de obtener una estructura de fibra en forma de lámina formada de una fibra de polipropileno que tiene una tasa de retención de agua que exceda de 50%, se necesita alargar considerablemente las irregularidades en la superficie de la fibra de polipropileno, lo que hace difícil de producir realmente tal estructura de fibra en forma de lámina con alta productividad.

Se debe observar que la tasa de retención de agua de la estructura de fibra en forma de lámina utilizada para la memoria de la presente invención hace referencia a una tasa de retención de agua medida mediante los métodos descritos en los Ejemplos descritos más adelante.

25 Entre las fibras de polipropileno de la presente invención, las fibras de polipropileno de la presente invención (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) que tienen las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención además de la tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más tienen una resistencia térmica excelente como se ha descrito antes. Por lo tanto, la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando la fibra de polipropileno tiene una resistencia térmica excelente.

30 Con el fin de aumentar adicionalmente la resistencia térmica de la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención, el cambio de entalpía de fusión (ΔH) de la fibra de polipropileno que forma la estructura de fibra en forma de lámina es preferiblemente de 125 a 165 J/g, más preferiblemente de 130 a 165 J/g, aún más preferiblemente de 135 a 165 J/g, y todavía más preferiblemente de 140 a 165 J/g.

35 Cuando el cambio de entalpía de fusión (ΔH) de la fibra de polipropileno que forma la estructura de fibra en forma de lámina es menor de 125 J/g, su resistencia térmica se puede volver insuficiente.

40 En contraste, la estructura de fibra en forma de lámina formada utilizando la fibra de polipropileno que no tiene las propiedades de CDB anteriormente mencionadas pero que tiene las propiedades de tener una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex, tener una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más, y tener, sobre la superficie de la fibra, las irregularidades específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención tiene una alta tenacidad de unión entre las fibras de polipropileno que forman la estructura de fibra en forma de lámina y tiene una resistencia al desgaste, una conservación de la forma, una capacidad de retención de agua, etc. excelentes.

45 La estructura de fibra en forma de lámina formada de la fibra de polipropileno de la presente invención (fibra de polipropileno C) que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más, una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex, las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención, y, sobre la superficie de la fibra, las propiedades irregulares de la superficie de la fibra específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención tiene adicionalmente propiedades tales como una capacidad de retención de agua, una resistencia térmica, y una tenacidad excelentes.

50 La forma (forma transversal horizontal) de la fibra de polipropileno de la presente invención que forma la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención no está particularmente limitada, y puede ser cualquiera de las formas transversales circulares densas o las diversas formas transversales irregulares.

Por otra parte, la fibra de polipropileno de la presente invención que forma la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención puede contener, según se requiera, una clase o dos o más clases de estabilizadores térmicos anteriormente mencionados y otros aditivos.

55 La fibra de polipropileno que forma la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención puede no someterse a tratamiento de superficie o puede ser sometido a tratamiento de superficie con un agente de

tratamiento de superficie adecuado con el fin de mejorar la compatibilidad con diversas sustancias, prevenir la carga estática, y estabilizar el agente de tratamiento dependiendo del uso pretendido o similares de la estructura de fibra en forma de lámina. En cuanto al agente de tratamiento de superficie para ese caso, se pueden utilizar una clase o dos o más clases de los diversos agentes de tratamiento de superficie, por ejemplo.

- 5 La estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención contiene la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene las propiedades específicas en una proporción de preferiblemente 50% en masa o más, más preferiblemente de 60% en masa o más, y aún más preferiblemente de 65% en masa o más basándose en la masa de la estructura de fibra en forma de lámina.

- 10 Cuando el contenido de la fibra de polipropileno de la presente invención en la estructura de fibra en forma de lámina es extremadamente bajo, se hace imposible comunicar propiedades sobresalientes tales como alta capacidad de retención de agua, resistencia térmica, y tenacidad de la fibra de polipropileno a la estructura de fibra en forma de lámina.

- 15 No existe una limitación concreta sobre el tipo y la forma de la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención. Se puede utilizar cualquier estructura de fibra en forma de lámina que contenga la fibra de polipropileno de la presente invención en una proporción de preferiblemente 50% en masa o más. Por ejemplo, se pueden mencionar una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, un papel sintético, un artículo de tipo red, una estructura de fibras laminada obtenida laminando dos o más de sus miembros, etc.

- 20 Cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención es una tela tejida, puede ser aceptable cualquiera de una tela lisa, una tela de sarga, una tela de satén, una tela de tipo cortina, una tela de malla multiaxial, una tela multicapa, etc., que se producen utilizando, por ejemplo, un telar por chorro, un telar Sulzer, un telar Rapiet, un telar con maquinilla de lizos, un telar Jacquard, etc.

Por otra parte, cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención es una tela tricotada, pueden ser aceptables diversos artículos obtenidos utilizando un telar circular, una máquina de ganchillo, una máquina para tejidos de punto por trama, una tricotadora, etc.

- 25 Cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención es una tela no tejida, pueden ser aceptables cualquiera de una tela no tejida de molienda de papel en húmedo, una tela no tejida punzonada, una tela no tejida fabricada por vía aérea, una tela no tejida de hidroligado, etc.

- 30 Cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención contiene otra fibra con la fibra de polipropileno específica anteriormente mencionada de la presente invención, el tipo de la otra fibra no está particularmente limitado. Por ejemplo, se pueden utilizar combinadas una clase o dos o más clases de fibras naturales tales como algodón, seda, lana de oveja, y cáñamo; fibras sintéticas tales como una fibra de poliéster, una fibra de nailon, una fibra acrílica, una fibra de poli(alcohol vinílico), una fibra de polipropileno distinta de la fibra de polipropileno de la presente invención, una fibra de poliolefina tal como una fibra de polietileno, una fibra de poli(cloruro de vinilideno), una fibra de aramida, y una fibra de poliariolato; fibras semi-sintéticas tales como viscosa y rayón; y fibras inorgánicas tales como una fibra de vidrio y una fibra de carbono en una proporción de 50% en masa o inferior, preferiblemente 40% en masa o inferior, y más preferiblemente 35% en masa o inferior.

- 35 Cuando la otra fibra se usa junto con la fibra de polipropileno de la presente invención, la manera combinada no está particularmente limitada, y se puede seleccionar adecuadamente de acuerdo con el tipo, la forma, el uso pretendido, etc., de la estructura de fibra en forma de lámina. La estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención puede ser, por ejemplo: una tela tejida o tricotada y un artículo de tipo red que han sido producidos utilizando un hilo formado de la fibra de polipropileno de la presente invención y un hilo formado de otra fibra; una tela tejida o tricotada y un artículo de tipo red que han sido producidos utilizando un hilo producido combinando la fibra de polipropileno de la presente invención y la otra fibra; una tela no tejida y un papel sintético que han sido producidos combinando con algodón la fibra de polipropileno de la presente invención y otra fibra; o un producto laminado de una tela tejida o tricotada o una tela no tejida formada de la fibra de polipropileno de la presente invención y una tela tejida o tricotada o una tela no tejida formada de otra fibra.

- 40 Aunque no limitados a los siguientes ejemplos, se mencionan como ejemplos de la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención: una tela tejida, una tela tricotada, y un artículo de tipo red producidos utilizando un hilo producido de la fibra de polipropileno de la presente invención solo; una tela tejida, una tela tricotada, y un artículo de tipo red producidos mediante la utilización de un hilo combinado obtenido combinando la fibra de polipropileno de la presente invención, y otra fibra sintética, fibra natural, y/o una fibra semi-sintética; y una tela tejida, una tela tricotada, y un artículo de tipo red producidos combinando un hilo formado de la fibra de polipropileno de la presente invención, y un hilo formado de otra fibra sintética y/o un hilo formado de una fibra natural. Por ejemplo, cuando una tela tricotada (género de punto) se produce mediante la utilización de un hilo obtenido combinando la fibra de polipropileno de la presente invención y algodón o por medio del uso combinado de un hilo formado de la fibra de polipropileno de la presente invención y un hilo de algodón hilado, se puede obtener una tela tejida (género de punto) adecuado para prendas deportivas que: tiene una resistencia térmica excelente; no se funde

ni siquiera cuando se frota contra el suelo de un gimnasio y similares; tiene poco peso; tiene alta capacidad de retención de agua; y tiene una absorbencia de sudor excelente.

5 Por otra parte, cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención es una tela no tejida y un papel sintético, se pueden mencionar los siguientes ejemplos: una tela no tejida de tipo fieltro producida confiriendo
 10 ondulación a la fibra de polipropileno de la presente invención, cortando el resultante, y sometiendo el resultante a punzo nación después del cardado; una tela no tejida de tipo seco obtenida confiriendo ondulación a la fibra de polipropileno de la presente invención, cortando el resultante, combinando con algodón, en el momento del cardado, una fibra aglutinante (p. ej., una fibra de material compuesto de tipo vaina-núcleo en la que la porción de núcleo se
 15 forma de polipropileno y la porción de vaina se forma de polietileno) que tiene al menos una porción de superficie que se funde a una temperatura inferior en comparación con la fibra de polipropileno, calentando el producto resultante para unir de este modo la fibra de polipropileno con una fibra aglutinante; y una tela no tejida de tipo húmedo (papel sintético) obtenida mezclando una fibra aglutinante con una fibra corta formada de la fibra de polipropileno de la presente invención para preparar de ese modo una suspensión con fase dispersa acuosa, sometiendo el producto resultante a elaboración de papel, y secando el resultante. La tela no tejida de la presente
 20 invención formada utilizando las fibras de polipropileno (particularmente la fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) de la presente invención se puede producir con una alta velocidad de producción debido a que la fibra de polipropileno tiene alta resistencia térmica y se puede someter a etapas, tales como una etapa de unión y una etapa de secado, a una alta temperatura.

20 La estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención formada utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención tiene una alta tasa de retención de agua y tiene una capacidad de retención de agua, una resistencia térmica, unas propiedades mecánicas, una resistencia química, etc. excelentes. De este modo, sacando provecho de las propiedades, la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención se puede utilizar eficazmente para diversas aplicaciones tales como un filtro de uso industrial, un separador para baterías alcalinas secundarias, una lámina de poliolefina reforzada con fibra de polipropileno, telas para ropa (una tela tejida o
 25 tricotada, una tela no tejida, etc.), materiales sanitarios, y complementos.

<<Material compuesto y producto moldeado>>

El material compuesto de la presente invención hace referencia a un material compuesto formado de una matriz que contiene un polímero orgánico y la fibra de polipropileno (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) de la presente invención contenidos en la matriz.

30 El material compuesto y un producto moldeado que contiene el material compuesto de acuerdo con la presente invención tienen alta tenacidad debido a que se forman utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención que tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más. Cuando se producen el material compuesto y el producto moldeado utilizando una fibra de polipropileno cuya tenacidad de la fibra es menor que la tenacidad de la fibra anterior, la tenacidad del material compuesto y del producto moldeado puede ser insuficiente.

35 Incluso cuando el material compuesto de la presente invención formado utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C), entre las fibras de polipropileno de la presente invención, que tienen las propiedades de CDB específicas definidas en la presente invención además de la tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más y el producto moldeado que contiene el material compuesto se exponen a una alta temperatura, es menos probable que se fundan y disminuyan las propiedades físicas y tengan propiedades mecánicas excelentes tales
 40 como resistencia a la tracción, resistencia al impacto, módulo elástico de flexión, y resistencia a la flexión. Esto es debido a que las fibras de polipropileno de la presente invención tienen una resistencia térmica excelente.

45 Con respecto a las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno A, fibra de polipropileno C) para su uso en el material compuesto de la presente invención, el cambio de entalpía de fusión (ΔH) es preferiblemente de 125 a 165 J/g, más preferiblemente de 130 a 165 J/g, aún más preferiblemente de 135 a 165 J/g, y todavía más preferiblemente de 140 a 165 J/g.

Cuando el cambio de entalpía de fusión (ΔH) de la fibra de polipropileno es menor de 125 J/g, la resistencia térmica se puede volver insuficiente.

50 Por otra parte, la presente invención abarca: un material compuesto producido utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen las propiedades irregulares específicas de la superficie de la fibra definidas en la presente invención además de una finura de la fibra de 7 cN/dtex o más o además de una finura de la fibra de 7 cN/dtex o más y las propiedades de CDB definidas en la presente invención; y un producto moldeado.

55 Cuando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tienen la estructura irregular de la superficie de la fibra definida en la presente invención se utilizan como fibra de polipropileno, se genera un efecto ancla a una matriz de polímero orgánico y la adherencia a la matriz de polímero orgánico aumenta debido a las irregularidades a lo largo del eje de la fibra, en la superficie de la fibra de polipropileno, que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y

una altura media de 0,35 a 1 μm . De este modo, se pueden obtener un material compuesto y un producto moldeado que tienen propiedades mecánicas excelentes tales como resistencia a la tracción, resistencia al impacto, módulo elástico de flexión, y resistencia a la flexión. Cuando, en la fibra de polipropileno que tiene irregularidades en la superficie, el intervalo medio de las irregularidades es menor de 6,5 μm y/o la altura media de las irregularidades es menor de 0,35 μm , las irregularidades sobre la superficie de la fibra se vuelven extremadamente diminutas, lo que da como resultado la reducción del efecto ancla a una matriz de polímero orgánico. En contraste, no se puede producir una fibra de polipropileno que tenga irregularidades que tienen un intervalo medio que exceda de 20 μm y/o una altura media que exceda de 1 μm a no ser que se reduzca en gran medida la velocidad de producción de la fibra de polipropileno, y para la producción de tal fibra de polipropileno, se necesita utilizar polipropileno cuya IPF es sustancialmente de 100%, lo que da como resultado una escasa practicabilidad.

Cuando el material compuesto y un producto moldeado de acuerdo con la presente invención se forman utilizando las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) que tienen las propiedades irregulares de la superficie de la fibra anteriores, es preferible utilizar una fibra de polipropileno en la que el intervalo medio de las irregularidades formadas a lo largo de la dirección del eje de la fibra sea de 6,6 a 20 μm , y particularmente de 6,8 a 20 μm y su altura media es de 0,40 a 1 μm , y particularmente de 0,45 a 1 μm .

No existe una limitación concreta sobre la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno para su uso en el material compuesto de la presente invención. Desde los aspectos de la facilidad de producción en el momento de producir la fibra de polipropileno (particularmente facilidad de estiraje) y durabilidad, la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es preferiblemente de 0,01 a 500 dtex, más preferiblemente de 0,05 a 50 dtex, y aún más preferiblemente de 0,1 a 5 dtex como se ha descrito antes.

Cuando la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente pequeña, se produce la fusión, la rotura del hilo, etc., de la fibra de polipropileno cuando se forma o después de formar el material compuesto y el producto moldeado, lo que a veces da como resultado la reducción de la tenacidad del material compuesto y del producto moldeado. En contraste, cuando la finura de una sola fibra de la fibra de polipropileno es extremadamente grande, las propiedades físicas de estiraje para obtener la fibra de polipropileno disminuyen, lo que a veces hace imposible obtener una fibra de polipropileno que tiene alta tenacidad y ha sido altamente cristalizada. Por otra parte, cuando tal fibra de polipropileno se forma en una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, una red, etc., para su uso en un material compuesto, a veces se vuelve difícil producir una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, una red, etc.

La forma (forma transversal horizontal) de la fibra de polipropileno para su uso en el material compuesto de la presente invención no está particularmente limitada, y puede ser cualquiera de las formas transversales circulares o las diferentes formas transversales irregulares anteriormente mencionadas.

La fibra de polipropileno de la presente invención para su uso en el material compuesto de la presente invención puede contener, según se requiera, una clase o dos o más clases de los estabilizadores térmicos anteriormente mencionados y otros aditivos.

La fibra de polipropileno para su uso en el material compuesto de la presente invención puede no someterse a tratamiento de superficie o puede someterse a tratamiento de superficie con un agente de tratamiento de superficie adecuado dependiendo del uso pretendido o similares del material compuesto y el producto moldeado.

En el material compuesto de la presente invención, no existe una limitación concreta sobre la forma de la fibra de polipropileno de la presente invención (cualquiera de las fibras de polipropileno A y C) contenida en una matriz de polímero orgánico. Por ejemplo, son aceptables formas cualesquiera tales como una fibra corta, una fibra larga, un haz de fibras, un hilo, una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, y una red.

Cuando la fibra de polipropileno está en forma de una fibra corta, el material compuesto de la presente invención está generalmente en forma de una composición de polímero orgánico (compuesto) en la que la fibra corta de la fibra de polipropileno está dispersada y contenida en el polímero orgánico. Por otra parte, cuando la fibra de polipropileno está en una forma distinta de una fibra corta, tal como una fibra larga, una haz de fibras, un hilo, una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, o una red, el material compuesto de la presente invención se puede formar en sustancias que tienen varias formas en las que están contenidas una fibra larga de polipropileno, un haz de fibras de polipropileno, un hilo formado de una fibra de polipropileno, una tela tejida o tricotada formada de una fibra de polipropileno, una tela no tejida, una red, o similares en una matriz de polímero orgánico, p. ej., una impregnación de polímero orgánico (PRF) en forma de una forma arbitraria tal como una forma lineal, una forma de tipo varilla, una forma de tipo lámina, una forma de plancha, una forma tubular, y una forma de bloque.

Cuando la fibra de polipropileno de la presente invención se forma en una tela tejida y se incluye en la matriz de polímero orgánico, se puede utilizar una tela lisa, una tela de sarga, una tela de satén, una tela de tipo cortina, una tela tejida unidireccional, una tela tejida cuasi-unidireccional etc. producidas utilizando un telar por chorro, un telar Sulzer, un telar Ravier, un telar con maquina de lizos, un telar Jacquard, un telar multiaxial, un telar multicapa, etc.

Por otra parte, cuando la estructura de fibra en forma de lámina de la presente invención es una tela tricotada, pueden ser aceptables diversos artículos obtenidos utilizando un telar circular, una máquina de ganchillo, una máquina para tricotar trama, una máquina para tricotar, etc., como tela tejida. Por otra parte, como tela tricotada, se pueden utilizar diversas telas tricotadas obtenidas utilizando un telar circular, un telar para tejidos de punto por urdimbre, una máquina para tejidos de punto por trama, una tricotadora, etc., una tela cosida, una tela no rizada, etc. Estas telas tejidas y/o telas tricotadas se pueden producir únicamente utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención o se pueden producir utilizando, junto con la fibra de polipropileno de la presente invención, según se requiera, una clase o dos o más clases de otras fibras tales como fibras naturales (p. ej., algodón, seda, lana de oveja, y cáñamo), fibras sintéticas (p. ej., una fibra de poliéster, una fibra de nailon, una fibra acrílica, y una fibra de poli(alcohol vinílico)), fibras semi-sintéticas (p. ej., viscosa y rayón), etc.

En el material compuesto de la presente invención, no existe una limitación concreta sobre el estado existente (estado contenido) en la matriz de polímero orgánico de la fibra de polipropileno en forma de una fibra corta, una fibra larga, un haz de fibras, un hilo, una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, o una red, y el estado existente se puede seleccionar adecuadamente de acuerdo con el uso pretendido, el propósito de uso, etc., del material compuesto y el producto moldeado formado del material compuesto. Por ejemplo, la fibra de polipropileno puede estar: contenida uniformemente en la matriz de polímero orgánico; contenida no uniformemente o aleatoriamente en la matriz de polímero orgánico; contenida localmente en la matriz de polímero orgánico; o contenida en toda o sustancialmente en toda la matriz de polímero orgánico.

Por otra parte, en el material compuesto y el producto moldeado de acuerdo con la presente invención, la fibra de polipropileno se puede alojar perfectamente en la matriz de polímero orgánico, o una parte de la fibra de polipropileno se puede exponer al exterior de la matriz de polímero orgánico. Cuando una parte de la fibra de polipropileno se expone al exterior de la matriz de polímero orgánico, el grado de exposición se puede ajustar adecuadamente de acuerdo con el uso pretendido, el propósito de uso, etc., del material compuesto y el producto moldeado.

En el material compuesto de la presente invención, en cuanto al polímero orgánico que forma una matriz, es aceptable cualquier polímero orgánico en tanto que la fibra de polipropileno se pueda incluir en una matriz de polímero orgánico sin deteriorar las propiedades físicas, estructura irregular de la superficie de la fibra, etc. de la fibra de polipropileno de la presente invención. Cualquiera de una resina termoplástica, una resina termoendurecible, y un polímero elastomérico se pueden utilizar sin ninguna limitación concreta. Se mencionan como tal polímero orgánico, por ejemplo: una resina termoplástica y un elastómero termoplástico (polímero elastomérico termoplástico) cuyos puntos de fusión son menores que la temperatura de fusión de la fibra de polipropileno; una resina termoendurecible que se cura a una temperatura menor que la temperatura de fusión de la fibra de polipropileno; un caucho que se vulcaniza a una temperatura menor que la temperatura de fusión de la fibra de polipropileno; y un polímero orgánico que se disuelve en un disolvente que no disuelve la fibra de polipropileno.

Los ejemplos específicos del polímero orgánico que se puede utilizar para el material compuesto de la presente invención incluyen: resinas termoplásticas tales como resinas con una base olefínica incluyendo polipropileno, polietileno, polibuteno, y un copolímero de etileno-acetato de vinilo, resinas con una base de poliestireno incluyendo poli(cloruro de vinilo), poliestireno, un poliestireno de alto impacto, y ABS, una resina acrílica, poli(ácido láctico), una resina con una base de poliéster, una resina con una base de poliamida, poli(alcohol vinílico), poli(acrilonitrilo), y un poliuretano termoplástico; resinas termoendurecibles tales como una resina epoxídica, una resina de poliéster insaturado, una resina fenólica, una resina de melamina, una resina de silicona, un poliuretano termoendurecible, una resina de melamina, y una resina alquídica; y polímeros elastoméricos tales como un caucho natural, polibutadieno, un caucho de butadieno-estireno, un caucho de butadieno-acrilonitrilo, policloropreno, poliisopreno, poliisobutileno, un elastómero termoplástico con una base de caucho de silicona y poliestireno, un elastómero termoplástico con una base de poliolefina, un elastómero termoplástico con una base de poliuretano, un elastómero termoplástico con una base de polietileno, un elastómero termoplástico con una base de poliamida, y un elastómero termoplástico con una base de polidieno. Se pueden utilizar solos o combinando dos o más clases.

La razón de contenido de la matriz de polímero orgánico con respecto a la fibra de polipropileno en el material compuesto de la presente invención no está particularmente limitada, y varía de acuerdo con el tipo de polímero orgánico que forma la matriz, la forma de la fibra de polipropileno, y el uso pretendido del material compuesto y el producto moldeado formado de los mismos. Cuando el material compuesto de la presente invención es un compuesto en el que se mezcla una fibra de polipropileno en forma de fibra corta en la matriz de polímero orgánico, es preferible generalmente que la razón de la masa del polímero orgánico que forma la matriz con respecto a la fibra de polipropileno sea de 99:1 a 50:50, particularmente de 98:2 a 55:45, y más concretamente de 97:3 a 60:40 desde los aspectos de la facilidad de producción del material compuesto, las propiedades de manipulación del material compuesto, y la procesabilidad de moldeo. Por otra parte, cuando el material compuesto de la presente invención es una sustancia distinta de un compuesto (p. ej., una sustancia en la que un polímero orgánico que forma la matriz se impregna en una tela tejida, una tela no tejida, un haz de fibras, etc., formada de la fibra de polipropileno), generalmente es preferible que la razón de la masa del polímero orgánico que forma una matriz con respecto a la fibra de polipropileno sea de 70:30 a 5:95, particularmente de 60:40 a 10:90, y más concretamente de 50:50 a 15:85

desde los aspectos de la facilidad de producción del material compuesto, las propiedades de manipulación del material compuesto, y la procesabilidad de moldeo.

5 El material compuesto de la presente invención puede contener, según se requiera, una clase o dos o más clases de un estabilizador térmico, un absorbente de UV, un antioxidante, un colorante, una carga, un agente antiestático, una fibra orgánica distinta de las fibras de polipropileno, la fibra inorgánica, etc. anteriormente mencionadas, además de la matriz de polímero orgánico y la fibra de polipropileno en tanto no se impida el objeto de la presente invención.

10 En la producción del material compuesto de la presente invención, se emplea el método de inclusión de la fibra de polipropileno en la matriz de polímero orgánico sin pérdida de las propiedades físicas y la estructura anteriormente mencionadas de la fibra de polipropileno de acuerdo con el tipo y las propiedades físicas (en particular, propiedades térmicas tales como el punto de fusión, el punto de reblandecimiento, la temperatura de curado, la temperatura de reacción, y la temperatura de vulcanización) de un polímero orgánico que forma una matriz, la solubilidad del polímero orgánico en un disolvente, la forma de la fibra de polipropileno, el uso pretendido y el propósito de uso del material compuesto, etc.

15 Cuando el polímero orgánico que forma la matriz es un polímero termoplástico que se funde a una temperatura inferior en comparación con la fibra de polipropileno (resina termoplástica, elastómero termoplástico, etc., que se funde a una temperatura inferior en comparación con la fibra de polipropileno) y la fibra de polipropileno está en forma de una fibra corta, se puede producir un material compuesto empleando típicamente un método (1a) descrito más abajo:

20 (1a) un método de mezclado en estado reblandecido de una fibra de polipropileno en forma de fibra corta y un polímero termoplástico que se mezcla en estado reblandecido a una temperatura inferior al punto de fusión de la fibra de polipropileno, utilizando un extrusor u otro dispositivo de mezclado en estado reblandecido adecuado (dispositivo de amasado en estado reblandecido) para producir de este modo un material compuesto (composición de polímero termoplástico, compuesto) que contiene una fibra de polipropileno en forma de fibra corta en la matriz de polímero termoplástico.

25 Se prefiere añadir una emulsión con una base olefínica o similares a la fibra de polipropileno en el momento de realizar el método (1a). Esto es debido a que es menos probable que se produzcan problemas en el momento del mezclado en estado reblandecido, tales como el desarrollo de una masa fibrosa. Las fibras de propileno utilizadas en la presente invención tienen una resistencia térmica excelente y pueden mantener la forma de la fibra sin fundirse ni siquiera cuando se exponen a una alta temperatura considerable. Por lo tanto, la fibra de polipropileno se puede combinar en un polímero termoplástico, y mezclar en estado reblandecido a una temperatura superior a la temperatura convencional. De este modo, se puede producir un material compuesto que contiene la fibra de polipropileno en un polímero orgánico termoplástico (composición de polímero termoplástico) a una velocidad de producción superior a la velocidad de producción convencional.

30 Se pueden producir diversos productos moldeados realizando moldeo en estado reblandecido ampliamente conocido convencionalmente tal como moldeo por inyección, moldeo por extrusión, moldeo por compresión, moldeo con una prensa, moldeo por soplado, y moldeo por extrusión-soplado, utilizando un material compuesto (composición de polímero termoplástico, compuesto) obtenido mediante el método (1a).

35 Por otra parte, cuando el polímero orgánico que forma una matriz es un polímero termoplástico que se funde a una temperatura inferior en comparación con la fibra de polipropileno (más adelante, el polímero termoplástico que se funde a una temperatura inferior en comparación con la fibra de polipropileno es referido a veces como "baja temperatura de fusión del polímero termoplástico") y la fibra de polipropileno está en forma de una fibra larga, un haz de fibras, un hilo, una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, una red, o similares, se puede producir el material compuesto de la presente invención por medio de los métodos (1b) a (1e) descritos más abajo:

40 (1b) un método para extrudir en estado reblandecido un polímero termoplástico de baja temperatura de fusión de tal manera que se cubra la superficie completa de la fibra de polipropileno en forma de una fibra larga, un haz de fibras, o un hilo para producir de este modo un material compuesto;

45 (1c) un método para formar un polímero termoplástico de baja temperatura de fusión en forma de lámina sobre una fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) en forma de una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, o una red) mediante extrusión en estado reblandecido, moldeo por vaciado, calandrado, etc., e impregnar simultáneamente la fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) con el polímero termoplástico de baja temperatura de fusión para producir de este modo un material compuesto.

50 (1d) un método para laminar una película o una lámina, que se produce de antemano utilizando un polímero termoplástico de baja temperatura de fusión, sobre una fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) en forma de una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, o una red, calentando la película o la lámina, prensando, según se requiera, la película o la lámina, e impregnando la fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) con el polímero termoplástico de baja temperatura de fusión para producir de este modo un material

compuesto; y

(1e) un método para suministrar polvo de un polímero termoplástico de baja temperatura de fusión a una fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) en forma de una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, o una red, calentando el resultante, prensando, según se requiera, el resultante, e impregnando la fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) con el polímero termoplástico de baja temperatura de fusión para producir de este modo un material compuesto.

Los materiales compuestos obtenidos mediante los métodos (1b) a (1e) se pueden utilizar en forma de un producto moldeado o un producto tal cual o se pueden calentar adicionalmente o similares para producir de este modo un producto moldeado y un producto final de acuerdo con la estructura y la forma del material compuesto que se vaya a obtener.

Si bien no limitado, se menciona como ejemplo específico del método (1d) un método que implica: laminar alternativamente una malla biaxial producida utilizando la fibra de polipropileno de la presente invención y una lámina de poliolefina producida de antemano para formar una multicapa (p. ej., diez capas en total); y someter el resultante a unión por termocompresión a una temperatura igual o superior a la temperatura de fusión de la lámina de poliolefina y menor que la temperatura de fusión de la fibra de polipropileno para producir de este modo un tablero de poliolefina reforzado con fibra de polipropileno. El tablero de poliolefina reforzado con fibra de polipropileno obtenido mediante el método tiene una resistencia a la tracción y una resistencia al desgarro mejoradas notablemente en comparación con uno convencional debido a que la fibra de poliolefina como fibra reforzante tiene alta tenacidad y alta resistencia térmica, y muestra excelente adherencia a la fibra de polipropileno descrita anteriormente. Por otra parte, la lámina de poliolefina se puede fundir a una temperatura superior a la temperatura convencional debido a la excelente resistencia térmica de la fibra de polipropileno. Por lo tanto, el tablero de poliolefina reforzado con fibra de polipropileno obtenido mediante el método se puede producir con suficiente aumento de la velocidad de producción.

En este caso, cuando la fibra de polipropileno se forma en una prepreg unidireccional en lugar de una tela tejida o tricotada, puede aumentar el factor utilización de la tenacidad de la fibra de polipropileno.

Por otra parte, cuando el polímero orgánico que forma una matriz es una resina termoendurecible que se cura a una temperatura menor que el punto de fusión de la fibra de polipropileno o un polímero elastomérico que es vulcanizado a una temperatura menor que el punto de fusión de la fibra de polipropileno, se puede producir el material compuesto de la presente invención, por ejemplo, por medio de los métodos (2a) y (2b) descritos más abajo:

(2a) un método para mezclar una fibra de polipropileno en forma de fibra corta y una resina termoendurecible o un polímero elastomérico, que se cura o vulcaniza a una temperatura inferior al punto de fusión de la fibra de polipropileno, a una temperatura menor que la temperatura de curado y la temperatura de vulcanización de la resina termoendurecible o el polímero elastomérico para producir de este modo un material compuesto que contiene la fibra de polipropileno en forma de fibra corta en la resina termoendurecible o la matriz de polímero elastomérico; y

(2b) un método para suministrar, a una fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) en forma de una fibra larga, un haz de fibras, un hilo, una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, o una red), una resina termoendurecible o un polímero elastomérico en forma de líquido, pasta, polvo, o lámina que se cura o vulcaniza a una temperatura inferior al punto de fusión de la fibra de polipropileno, prensando, según se requiera, el resultante, e impregnando la fibra de polipropileno (estructura de fibra de polipropileno) con la resina termoendurecible o el polímero elastomérico para producir de este modo un material compuesto.

Los materiales compuestos obtenidos mediante los métodos (2a) y (2b) se pueden formar en el producto moldeado deseado y en artículos manufacturados cuando se calientan a la temperatura de curado o la temperatura de vulcanización de la resina termoendurecible o del polímero elastomérico, o moldear con calor (p. ej., SMC, BMC, etc.). Con respecto a la fibra de polipropileno de la presente invención contenida en los materiales compuestos obtenidos mediante los métodos de (2a) y (2b), la fibra de polipropileno de la presente invención tiene una resistencia térmica excelente en comparación con una fibra de polipropileno convencional y puede soportar temperaturas, generación de calor, y calentamiento en el momento de la resina termoendurecible o en el momento de la vulcanización de un polímero elastomérico. De este modo, su temperatura de curado o su temperatura de vulcanización pueden aumentar. Por lo tanto, se puede aumentar la productividad de un producto moldeado y se mejoran propiedades mecánicas tales como la tenacidad del producto moldeado que se vaya a obtener en comparación con el caso de la producción de un producto moldeado de resina termoendurecible o un producto moldeado de polímero elastomérico que está reforzado con una fibra de polipropileno convencional.

Por otra parte, el material compuesto de la presente invención se puede producir también: disolviendo el polímero orgánico que forma la matriz en un disolvente que disuelve el polímero orgánico pero no disuelve o hincha la fibra de polipropileno para preparar de ese modo una disolución de polímero orgánico; impregnando, con la disolución de polímero orgánico, la fibra de polipropileno (fibra de polipropileno en forma de una fibra corta, una fibra larga, un haz de fibras, un hilo, una tela tejida o tricotada, una tela no tejida, una red, etc.); y eliminado el disolvente a una

temperatura menor que el punto de fusión de la fibra de polipropileno.

En cuanto al disolvente que disuelve el polímero orgánico pero no disuelve o hincha la fibra de polipropileno, se pueden mencionar, por ejemplo, agua, acetona, etanol, ácido acético, tolueno, fenol, benceno, dimetilformamida, dimetilsulfóxido, estireno, etc., por ejemplo. Se pueden utilizar una clase o dos o más clases de los disolventes anteriores de acuerdo con el tipo del polímero orgánico.

El material compuesto obtenido de este modo se moldea por medio de un método adecuado para cada polímero orgánico de acuerdo con el tipo de matriz de polímero orgánico que forma el material compuesto para formar de ese modo el producto moldeado deseado.

Cuando un producto moldeado se produce utilizando el material compuesto de la presente invención que contiene la fibra de polipropileno de la presente invención en un polímero orgánico, son empleables diversos métodos de moldeo que se emplean convencionalmente en el campo técnico del denominado "PRF" (plástico reforzado con fibras). Se mencionan como método de moldeo empleable en la presente invención: métodos de moldeo en estado reblandecido anteriormente mencionados, tales como el método de moldeo por inyección, el método de moldeo por extrusión, el método de moldeo con una prensa, el método de moldeo por calandrado, el método por vaciado, y el método de moldeo por soplado; un método manual; un método por rociado; un método de moldeo de panel continuo; un método de moldeo por estiraje; un método de bobinado; un método de revestimiento circular combinado con corte; un método de moldeo centrífugo; un método para bolsas; un método de prensado en frío; un método de inyección de resina; un método con autoclave; un método de troqueles combinados para preformas; un método con premezcla; un método para compuesto moldeado en lámina; un método de moldeo con presurización con aceite; un método de laminado por compresión; etc.

De acuerdo con cada uno de los métodos de moldeo anteriores, se puede producir para su uso un material compuesto adecuado para cada método.

El material compuesto de la presente invención y un producto moldeado formado del mismo tiene propiedades mecánicas excelentes tales como tenacidad, resistencia térmica, durabilidad, propiedades de poco peso, y eficacia de reciclaje. Por lo tanto, sacando provecho de esas propiedades, se pueden utilizar eficazmente el material compuesto de la presente invención y un producto moldeado formado del mismo en diversas aplicaciones tales como piezas para automoción, piezas eléctricas/electrónicas, artículos sanitarios, complementos, artículos para tiempo libre/deportivos, artículos de escritorio, piezas espaciales/aéreas.

EJEMPLOS

Más adelante, la presente invención se describirá específicamente con referencia a los Ejemplos y similares, pero no está limitada a los siguientes Ejemplos.

[I] Fibra de Polipropileno y Producción de la Misma:

En los siguientes Ejemplos 1 a 10 y Ejemplos Comparativos 1 a 9, se describirán específicamente una fibra de polipropileno y su producción.

En los siguientes Ejemplos 1 a 10 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 9, la fracción de péntada isotáctica (IPF) del polipropileno y la tensión de estiraje en el momento de someter a estiraje el polipropileno, y la CBD, la finura de una sola fibra, la tenacidad de la fibra, el intervalo medio y altura media de las irregularidades sobre la superficie de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, y la tasa de retención de agua de una fibra de polipropileno se midieron como sigue.

(I-1) Fracción de Péntada Isotáctica (IPF) del Polipropileno:

La IPF de polipropileno se determinó de acuerdo con el "método del espectro de RMN C¹³" descrito en el Documento No de Patente 1 utilizando un aparato de resonancia magnética nuclear superconductor ("Lambda500", fabricado por JEOL Co., Ltd.). Específicamente, se determinó que la razón de contenido (fracción) (%) de una unidad de propileno (unidad de péntada isotáctica) en la que cinco unidades de propileno se combinan sucesivamente isotácticamente en el espectro de RMN C¹³ en polipropileno se definía como IPF. En ese caso, la atribución del pico en el espectro de RMN C¹³ se determinó de acuerdo con el método descrito en el Documento No de Patente 2.

(I-2) Tensión de estiraje en el Momento del Estiraje:

Se midió la tensión del hilo inmediatamente después de ser descargado de un horno de estiraje (horno de aire caliente) o el hilo inmediatamente después de ser separado de una placa de estiraje utilizando un medidor de la tensión de carga ("DTMX-5B", fabricado por NIDEC-SHIMPO CORPORATION) para definirla como tensión de estiraje (cN/dtex).

(I-3) Medición CBD de la Fibra de Polipropileno:

Una fibra de polipropileno se dejó estar en una atmósfera que tenía una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 65% durante 5 días para su humidificación. Después de eso, el resultante se cortó a una longitud de 1 mm, y se pesaron 5 mg del mismo y se colocaron en una cazuela de aluminio (capacidad: 100 µL) ("Núm. 51119872", fabricada por METTLER TOLEDO). A continuación, la cazuela de aluminio se selló utilizando una tapa para cazuela de aluminio ("Núm. 51119871", fabricada por METTLER TOLEDO). A continuación, a partir de la curva de CDB (primera ronda) medida a una tasa de elevación de la temperatura de 10°C/min en una atmósfera de nitrógeno utilizando un medidor de calorimetría diferencial de barrido ("DSC2010", fabricado por TA Instruments), se determinaron la anchura media (°C) del pico endotérmico y el cambio de entalpía de fusión (ΔH) (J/g) por medio del método con referencia a las FIGS. 1 y 2 (particularmente a la FIG. 2).

10 (I-4) Finura de la Fibra (Finura de una Sola Fibra) de la Fibra de Polipropileno:

Una fibra de polipropileno se dejó estar en una atmósfera que tenía una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 65% durante 5 días para su humidificación. Después de eso, se recogió una longitud dada (900 mm) de la fibra de polipropileno humedecida (fibra sencilla), y se midió su masa para calcular de ese modo la finura de la fibra. La misma fibra humedecida de polipropileno se sometió a la misma operación de medición 10 veces, y se calculó que su valor medio se definía como la finura de la fibra (la finura de una sola fibra) de la fibra de polipropileno. Cuando la fibra era delgada y no fue susceptible de medirse la finura de la fibra midiendo la masa de la muestra de longitud dada, la finura de la fibra de la misma fibra humedecida se midió utilizando un dispositivo de medición de la finura de la fibra ("VIBROMAT M", fabricado por Textechno).

(I-5) Tenacidad de la Fibra de la Fibra de Polipropileno:

20 Una fibra de polipropileno se dejó estar en una atmósfera que tenía una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 65% durante 5 días para su humidificación. Después de eso, la fibra de polipropileno (fibra sencilla) se cortó a una longitud de 60 mm para utilizarla como muestra. La muestra se sometió a estiraje manteniendo ambos extremos de la muestra (fibra sencilla de polipropileno que tenía una longitud de 60 mm) (levantando hasta 10 mm las posiciones de los extremos) a una velocidad de estiraje de 60 mm/min en un entorno que tenía una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 65% y utilizando un dispositivo de medición de la tenacidad de la fibra ("FAFEGRAPH M", fabricado por Textechno), para medir de ese modo la tensión en el momento de la rotura. A continuación, el valor de medición se dividió por la finura de la fibra de la fibra sencilla de polipropileno para determinar la tenacidad de la fibra (cN/dtex). La misma fibra de polipropileno se sometió a la misma medición 10 veces, y se calculó que el valor medio se definía como la tenacidad de la fibra (fibra sencilla de polipropileno) de la fibra de polipropileno.

(I-6) Intervalo Medio y Altura Media de la Irregularidades en la Superficie de la Fibra de Polipropileno:

35 Se tomó una fotografía de una fibra de polipropileno (fibra sencilla) a un aumento de 1.000 veces desde la dirección vertical con respecto al eje de la fibra utilizando un microscopio electrónico de barrido "S-510", fabricado por HITACHI. A partir de la fotografía obtenida, el intervalo medio y la altura media de las irregularidades sobre la superficie de la fibra se determinó mediante el método anteriormente mencionado con referencia a la FIG. 3. Al calcular el intervalo medio y la altura media, se seleccionaron 5 puntos (el intervalo entre cada punto de medición es de 10 cm) para una fibra con respecto a 10 fibras de polipropileno (fibra sencilla), y a continuación se midieron el intervalo y la altura de la irregularidad en cada punto de medición (50 puntos en total). Se calculó que cada uno de sus valores promedio se definía como el intervalo medio (µm) y la altura media (µm) de las irregularidades.

40 (I-7) Resistencia a la Fusión por Fricción:

(i) Las fibras de polipropileno obtenidas en los siguientes Ejemplos o Ejemplos Comparativos se agruparon para formar un hilo multifilamento de 1.000 dtex. A continuación, utilizando el hilo multifilamento, se produjo una tela lisa en la que la densidad base de la tela es de 30 piezas/25,4 mm (urdimbre) y 30 piezas/25,4 mm (trama).

45 (ii) Se recortó una pieza de muestra (anchura × longitud = 3,5 cm × 8,5 cm) de la tela lisa obtenida en el apartado (i). La pieza de muestra se prensó contra un rodillo (material: cerezo) girando a 1.800 rpm bajo una carga de 1.134 g (2,5 libras). A continuación, se midió el período de tiempo desde el comienzo del ensayo al momento en el que comenzó la fusión de la muestra de ensayo. En la medición, el momento en el que se agrandó el sonido de fricción se definió como el punto de comienzo de la fusión de la muestra de ensayo. La misma muestra (tela plana) se sometió al mismo ensayo 3 veces, y a continuación se calculó que el valor medio se definía como índice de resistencia a la fusión por fricción. Cuanto más tiempo tarde la pieza en comenzar a fundirse debido a la fricción, más extraordinaria es la resistencia térmica.

(I-8) Tasa de Retención de Agua de la Fibra de Polipropileno:

55 Se seco 1 g de fibra de polipropileno a 105°C durante 5 horas, y a continuación se midió su masa (M1). La fibra de polipropileno seca se sumergió en 30 ml de agua de intercambio iónico, y se dejó estar a 20°C durante 10 minutos. Después de eso, la fibra de polipropileno se recogió, y se colocó en una máquina centrífuga de mesa ("H-27F",

fabricada por KOKUSAN) mientras se destapaba (sin envolverla con otro material). A continuación, se realizó la deshidratación centrífuga a una temperatura de 20°C a una velocidad de rotación de 3.000 rpm durante 5 minutos. Se midió su masa (M2), y a continuación se determinó la tasa de retención de agua (%) a partir de la Ecuación (1) mostrada más abajo.

5 Tasa de retención de agua (%) de fibra de polipropileno = $\{(M2-M1)/M1\} \times 100$ (1)

<<Ejemplo 1>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-1)]

10 (1) Se colocó polipropileno ["Y2000GV", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%, MFR = 18 g/10 min (230°C, carga de 2,16 kg)] en una extrusora de un dispositivo de hilatura directa, y se amasó en estado reblandecido a 240°C. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 22,3 g/min desde un espinerete [número de orificios (orificio circular): 24, diámetro del orificio: 0,2 mm] que estaba anclado a un cabezal giratorio y que tenía una temperatura de 245°C. A continuación, se produjo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje a una velocidad de recogida de 800 m/min, se enrolló en una bobina, y se almacenó a temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 288 dtex/24 filamentos).

15 (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 63 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 153,5°C).

20 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,7 veces/min y una tensión de estiraje de 1,18 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 6,0 veces (finura total de la fibra = 48 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-1)].

25 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-1)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y las mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y la altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la
30 Tabla 1.

Por otra parte, cuando se tomó una fotografía del hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-1)] obtenido en el apartado (3) utilizando un microscopio electrónico de barrido ("S-510", fabricado por HITACHI) (a un aumento de 1.000 veces). Los resultados fueron los mostrados en la FIG. 4.

<<Ejemplo 2>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-2)]

35 (1) Siguiendo el procedimiento del Ejemplo 1(1) excepto porque se cambió la velocidad de recogida del hilo no sometido a estiraje a 3.000 m/min, se produjo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se enrolló en una bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 214 dtex/24 filamentos).

40 (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 3,1 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 69 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 155,3°C)

45 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,8 veces/min y una tensión de estiraje de 1,34 cN/dtex para ser estirado 1,5 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 4,7 veces (finura total de la fibra = 46 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-2)].

50 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-2)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la

Tabla 1.

<<Ejemplo 3>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-3)]

- 5 (1) El mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) se colocó en una extrusora de un dispositivo de hilatura directa, y se amasó en estado reblandecido a 240°C. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 20,2 g/min desde un espinereite [número de orificios (orificio en forma de cruz): 48, diámetro del orificio: 0,2 mm] que tenía una temperatura de 245°C y se ancló a un cabezal de bobinado. A continuación, se produjo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje a una velocidad de recogida de 800 m/min, se enrolló en una bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 436 dtex/48 filamentos).
- 10 (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 138°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 3,9 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 112 dtex/48 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 155,2°C).
- 15 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 2,1 veces/min y una tensión de estiraje de 1,12 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en una sola etapa para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 5,1 veces (finura total de la fibra = 86 dtex/48 filamentos) [fibra de polipropileno (a-3)].
- 20 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-3)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 1.

<<Ejemplo 4>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-4)]

- 30 (1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando el mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina.
- (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, y se sometió a pre-estiraje en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 (2) para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina.
- 35 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 180°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,7 veces/min y una tensión de estiraje de 1,06 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 6,0 veces (finura total de la fibra = 50 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-4)].
- 40 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-4)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la
- 45 Tabla 1.

<<Ejemplo 5>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-5)]

- 50 (1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando polipropileno ["ZS1337A", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 96%, MFR = 20 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 288 dtex/24 filamentos).
- (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 135°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,8 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo

de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 60 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 152,0°C).

5 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,6 veces/min y una tensión de estiraje de 1,33 cN/dtex para ser estirado 1,8 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 8,6 veces (finura total de la fibra = 50 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-5)].

10 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-5)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 1.

15 <<Ejemplo 6>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-6)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando polipropileno [IPF = 98%, MFR = 16 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina (finura total de la fibra de el hilo no sometido a estiraje = 293 dtex/24 filamentos).

20 (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 64 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 156,4°C).

25 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 178°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 2,8 veces/min y una tensión de estiraje de 1,54 cN/dtex para ser estirado 2,2 veces en 4 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 10,1 veces (finura total de la fibra = 29 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-6)].

30 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-6)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la
35 Tabla 2.

<<Ejemplo 7>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-7)]

40 (1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando una mezcla (IPF de la mezcla = 95,5%) en la que polipropileno [IPF = 98%, MFR = 16 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] y polipropileno ["Y3002G", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 93%, MFR = 30 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] se mezclaron a una razón de masa de 1:1 en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 288 dtex/24 filamentos).

45 (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 63 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 152,5°C).

50 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,7 veces/min y una tensión de estiraje de 1,20 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 6,0 veces (finura total de la fibra = 48 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-7)].

(4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-7)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de

fusión (ΔH) y mediciones de la tenacidad de la fibra, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 2.

<<Ejemplo 8>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-8)]

5 (1) Un espinerete [número de orificios (orificio circular): 24, diámetro del orificio: 0,2 mm] para la producción de una fibra de material compuesto de tipo vaina-núcleo se ancló a un cabezal de bobinado de un dispositivo de hilatura directa. Se utilizó polipropileno ("Y3002G", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 93%) como componente del núcleo y polipropileno [IPF = 98%, MFR = 16 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] se utilizó como componente de la vaina. A continuación, el componente del núcleo y el componente de la vaina se amasaron en estado reblandecido a 10 240°C a una razón de masa del componente del núcleo con respecto al componente de la vaina de 1:2. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 22,3 g/min desde el espinerete (temperatura del espinerete: 245°C), y se enrolló en una bobina a una velocidad de recogida de 800 m/min para producir de este modo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 287 dtex/24 filamentos). 15

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 62 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 152,2°C). 20

(3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,7 veces/min y una tensión de estiraje de 1,25 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 6,0 veces (finura total de la fibra = 48 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-8)]. 25

(4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-8)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 2. 30

<<Ejemplo 9>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-9)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando el mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina. 35

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en una sola etapa para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 63 dtex/24 filamentos). 40

(3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, y se puso en contacto con una placa térmica que tenía una temperatura de 172°C. A continuación, el producto resultante se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 13,8 veces/min y una tensión de estiraje de 1,43 cN/dtex para ser estirado 1,6 veces en una sola etapa (período de tiempo de contacto con la plancha térmica = 15 segundos) para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 7,4 veces (finura total de la fibra = 39 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-9)]. 45

(4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-9)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 2. 50

<<Ejemplo 10>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-10)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando el mismo polipropileno que se utilizó en el

Ejemplo 1 (1) en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina.

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, y se sometió a pre-estiraje en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 (2) para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina.

(3) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, y se produjo un hilo de polipropileno sometido a estiraje en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 (3). El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina.

(4) El hilo de polipropileno sometido a estiraje obtenido en el apartado (3) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 168°C para encogerlo en 2% para producir de este modo un hilo de polipropileno [fibra de polipropileno (a-10)].

(5) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-10)] obtenido en el apartado (4), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 2.

<<Ejemplo 11>> (Ejemplo de Referencia) [Producción de la Fibra de Polipropileno (a-11)]

(1) Un espinerete [número de orificios (orificio circular): 24, diámetro del orificio: 0,2 mm] para la producción de una fibra de material compuesto de tipo vaina-núcleo se ancló a un cabezal de bobinado de un dispositivo de hilatura directa. Se utilizó polietileno ("HJ490", fabricado por Mitsubishi Kasei, MFR = 20 g/10 min) como componente del núcleo y se utilizó polipropileno [IPF = 98%, MFR = 16 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] como componente de la vaina. A continuación, el componente del núcleo y el componente de la vaina se amasaron en estado reblandecido a 240°C a una razón de masa del componente del núcleo con respecto al componente de la vaina de 1:1. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 22,3 g/min desde el espinerete (temperatura del espinerete: 245°C), y se enrolló en una bobina a una velocidad de recogida de 800 m/min para producir de este modo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 282 dtex/24 filamentos).

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 61 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 148,7°C).

(3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,7 veces/min y una tensión de estiraje de 1,24 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 6,0 veces (finura total de la fibra = 47 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (a-11)].

(4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (a-11)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 2.

<<Ejemplo Comparativo 1>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-1)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando polipropileno ["Y3002G", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 93%] en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 288 dtex/24 filamentos).

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 128°C, y se sometió a pre-estiraje para ser estirado 4,6 veces en 2 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje. A continuación, el hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje se enrolló alrededor de la bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente

(finura total de la fibra del hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 68 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 151,8°C).

5 (3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C, y se sometió a post-estiraje en las condiciones de una tasa de deformación de 1,7 veces/min y una tensión de estiraje de 0,96 cN/dtex para ser estirado 1,3 veces en 3 etapas para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 6,0 veces (finura total de la fibra = 48 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-1)].

10 (4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-1)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 3. Se debe observar que la fibra de polipropileno obtenida en el Ejemplo Comparativo 1 no tenía irregularidades en la superficie.

<<Ejemplo Comparativo 2>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-2)]

15 Con respecto al hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje [fibra de polipropileno (b-2)] obtenido en el Ejemplo 1 (2), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 3. Se debe observar que la fibra de polipropileno obtenida en el Ejemplo Comparativo 2 no tenía irregularidades en la superficie.

<<Ejemplo Comparativo 3>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-3)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando el mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) ["Y2000GV", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%] en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina.

25 (2) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 143°C, y se estiró 6,9 veces en una sola etapa para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje (finura total de la fibra = 42 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-3)].

30 (3) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-3)] obtenido en el apartado (2), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 3.

35 <<Ejemplo Comparativo 4>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-4)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando el mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) ["Y2000GV", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%] en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina.

40 (2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, y a continuación se introdujo en un baño de agua caliente que tenía una temperatura de 90°C para su pre-estiraje de 3,7 veces en una sola etapa. A continuación, el producto resultante se introdujo sucesivamente en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 138°C sin enrollar para el post-estiraje de 1,2 veces, para producir de este modo un hilo sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 4,4 veces (finura total de la fibra = 65 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-4)].

45 (3) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-4)] obtenido en el apartado (2), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 3.

50 <<Ejemplo Comparativo 5>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-5)]

(1) El mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) ["Y2000GV", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%] se colocó en una extrusora de un dispositivo de hilatura directa, y se amasó en estado reblandecido a 270°C.

A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 9,5 g/min desde un espinereite [número de orificios (orificio circular): 24, diámetro del orificio: 0,2 mm] que estaba anclado a un cabezal giratorio y que tenía una temperatura de 295°C y se recogió a 1.500 m/min, para producir de este modo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se enrolló en una bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 65 dtex/24 filamentos).

(2) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 130°C, y se estiró 1,5 veces en una sola etapa para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje (finura total de la fibra = 48 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-5)].

(3) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-5)] obtenido en el apartado (2), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 4.

<<Ejemplo Comparativo 6>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-6)]

(1) El mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) ["Y2000GV", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%] se colocó en una extrusora de un dispositivo de hilatura directa, y se amasó en estado reblandecido a 230°C. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 20 g/min desde un espinereite [número de orificios (orificio circular): 30, diámetro del orificio: 0,8 mm] que estaba anclado a un cabezal giratorio y que tenía una temperatura de 300°C y se recogió a 300 m/min, para producir de este modo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se enrolló en una bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 535 dtex/24 filamentos).

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, y a continuación se estiró 3,7 veces en una sola etapa con un rodillo calentado que tenía una temperatura de 110°C para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje (finura total de la fibra = 145 dtex/24 filamentos).

(3) Se fijaron ambos extremos del hilo de polipropileno sometido a estiraje obtenido en el apartado (2). Después de eso, el hilo de polipropileno sometido a estiraje se colocó en un horno de aire caliente a una temperatura de 165°C durante 30 minutos para el tratamiento térmico para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-6)].

(4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [producción de fibra de polipropileno (b-1)] (fibra de polipropileno) obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 4.

<<Ejemplo Comparativo 7>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-7)]

(1) El polipropileno ["ZS1337A", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 96%, MFR = 20 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] se colocó en una extrusora de un dispositivo de hilatura directa, y se amasó en estado reblandecido a 300°C. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 22,3 g/min desde un espinereite [número de orificios (orificio circular): 24, diámetro del orificio: 0,2 mm] que estaba anclado a un cabezal giratorio y que tenía una temperatura de 320°C y se recogió a 600 m/min, para producir de este modo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se enrolló en una bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 304 dtex/24 filamentos).

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, se sometió a pre-estiraje 1,5 veces en una sola etapa con un rodillo calentado que tenía una temperatura de 90°C, se enrolló alrededor de la bobina, y a continuación se almacenó a la temperatura ambiente (finura total de la fibra de hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje = 203 dtex/24 filamentos, temperatura de comienzo de la absorción de calor = 150,8°C)

(3) El hilo de polipropileno sometido a pre-estiraje obtenido en el apartado (2) se desenrolló de la bobina, se introdujo en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 138°C, y se estiró 4,9 veces en una sola etapa para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 7,4 veces (finura total de la fibra = 40,8 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-7)].

(4) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-7)] obtenido en el apartado (3), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 4.

<<Ejemplo Comparativo 8>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-8)]

(1) El polipropileno ["Y2000Gv", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%, MFR = 18 g/10 min (230°C, carga: 2,16 kg)] se colocó en una extrusora de un dispositivo de hilatura directa, y se amasó en estado reblandecido a 255°C. A continuación, el producto resultante se descargó a una cantidad de 35,4 g/min desde un espinete [número de orificios (orificio circular): 24, diámetro del orificio: 0,2 mm] que estaba anclado a un cabezal giratorio y que tenía una temperatura de 260°C y se recogió a 600 m/min, para producir de este modo un hilo de polipropileno no sometido a estiraje. El hilo de polipropileno no sometido a estiraje se enrolló en una bobina, y se almacenó a la temperatura ambiente ("finura total de la fibra del hilo de polipropileno no sometido a estiraje = 635 dtex/24 filamentos).

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, y a continuación se estiró 11,5 veces en una sola etapa en un baño de vapor que tenía una temperatura de 145°C para producir de este modo un hilo de polipropileno sometido a estiraje (finura total de la fibra = 55,2 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-8)].

(3) Con respecto al hilo de polipropileno sometido a estiraje [fibra de polipropileno (b-8)] obtenido en el apartado (2), las mediciones de CDB [mediciones de la forma del pico endotérmico, la anchura media, y el cambio de entalpía de fusión (ΔH)] y mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de las irregularidades de la superficie (el intervalo medio y su altura media de las irregularidades), y la tasa de retención de agua se realizaron por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 4.

<<Ejemplo Comparativo 9>> [Producción de la Fibra de Polipropileno (b-9)]

(1) Un hilo de polipropileno no sometido a estiraje se produjo utilizando el mismo polipropileno que se utilizó en el Ejemplo 1 (1) ["Y2000GV", fabricado por Prime Polymer Co., Ltd., IPF = 97%] en las mismas condiciones de hilatura directa que en el Ejemplo 1 (1), y se enrolló en una bobina.

(2) El hilo de polipropileno no sometido a estiraje obtenido en el apartado (1) se desenrolló de la bobina, y a continuación se introdujo en un baño de agua caliente que tenía una temperatura de 90°C para su pre-estiraje 3,7 veces en una sola etapa. A continuación, el producto resultante se introdujo sucesivamente en un horno de aire caliente que tenía una temperatura de 172°C sin enrollar para el post-estiraje de 1,2 veces, para producir de este modo un hilo sometido a estiraje que tenía un aumento de estiraje total de 4,4 veces (finura total de la fibra = 65 dtex/24 filamentos) [fibra de polipropileno (b-9)].

(3) El hilo de polipropileno sometido a estiraje (fibra de polipropileno) obtenido en el apartado (2) tenía muchas pelusas, y de este modo no fue utilizable. Por lo tanto, no se realizaron las mediciones de CDB y las mediciones de la tenacidad de la fibra, la resistencia a la fusión por fricción, la dimensión de irregularidades de la superficie, y la tasa de retención de agua.

[Tabla 1]:

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5
Símbolo de referencia de la fibra de polipropileno	a-1	a-2	a-3	a-4	a-5
IPF del polipropileno materia prima (%)	97	97	97	97	96
[Condiciones de producción de la fibra] Producción del hilo no sometido a estiraje de PP Velocidad de hilatura directa (m/min)	800	3.000	800	800	800
Pre-estiraje: Temperatura de estiraje (°C)	128	128	138	128	135
Aumento de estiraje (veces)	4,6	3,1	3,9	4,6	4,8
Temperatura de comienzo de la absorción de calor (°C) ¹⁾	153,5	155,3	155,2	153,5	152,0
Post-estiraje: Temperatura de estiraje (°C)	172	172	172	180	172
Aumento de estiraje (veces)	1,3	1,5	1,3	1,3	1,8
Tasa de deformación (veces/min)	1,7	1,8	2,1	1,7	1,6
Tensión de estiraje (cN/dtex)	1,18	1,34	1,12	1,06	1,33
Aumento total de estiraje (veces)	6,0	4,7	5,1	6,0	8,6
Tratamiento térmico (°C)	Sin tratamiento térmico				
[Estructura y propiedades físicas de fibra de polipropileno] Finura de una sola fibra (dtex)	2,0	1,9	1,8	2,1	2,1
Tenacidad de la fibra(cN/dtex)	9,6	10,4	9,4	7,4	10,2
Medición de CDB Forma del pico	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla
Anchura media del pico (°C)	9,5	8,8	9,6	9,6	9,1
ΔH (J/g)	128	133	128	126	129
Resistencia a la fusión por fricción (segundos)	7,2	7,5	7,2	6,8	7,4
Irregularidades en la superficie Intervalo medio (µm)	6,6	6,8	6,9	6,6	6,6
Altura media (µm)	0,41	0,45	0,52	0,38	0,39
Tasa de retención de agua (%)	10,5	10,8	25,2	10,1	10,2

¹⁾ Temperatura de comienzo de la absorción de calor de la fibra sometida a estiraje de polipropileno después del pre-estiraje

[Tabla 2]:

	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11
Símbolo de referencia de la fibra de polipropileno	a-6	a-7	a-8	a-9	a-10	a-11
IPF del polipropileno materia prima (%)	98	95,5	Núcleo:93% Vaina:98%	97	97	98 ³⁾
[Condiciones de producción de la fibra] Producción del hilo no sometido a estiraje de PP Velocidad de hilatura directa (m/min)	800	800	800	800	800	800
Pre-estiraje:						
Temperatura de estiraje (°C)	128	128	128	128	128	128
Aumento de estiraje (veces)	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Temperatura de comienzo de la absorción de calor (°C) ¹⁾	156,4	152,5	152,2	153,5	153,5	148,7
Post-estiraje:						
Temperatura de estiraje (°C)	178	172	172	172	172	172
Aumento de estiraje (veces)	2,2	1,3	1,3	1,6	1,3	1,3
Tasa de deformación (veces/min)	2,8	1,7	1,7	13,8	1,7	1,7
Tensión de estiraje (cN/dtex)	1,54	1,20	1,25	1,43	1,18	1,24
Aumento total de estiraje (veces)	10,1	6,0	6,0	7,4	6,0	6,0
Tratamiento térmico (°C)	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico	168 ²⁾	Sin tratamiento térmico
[Estructura y propiedades físicas de fibra de polipropileno]						
Finura de una sola fibra (dtex)	1,2	2,0	2,0	1,6	2,1	2,0
Tenacidad de la fibra(cN/dtex)	11,2	8,9	9,8	10,5	9,5	8,0
Medición de CDB						
Forma del pico	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Doble
Anchura media del pico (°C)	8,0	9,7	9,0	8,6	9,4	11,8
ΔH (J/g)	148	126	129	133	135	120
Resistencia a la fusión por fricción (segundos)	8,0	7,1	7,5	7,7	Sin medición	Sin medición
Irregularidades en la superficie						
Intervalo medio (μm)	7,3	6,6	6,8	6,6	6,6	6,6
Altura media (μm)	0,56	0,38	0,49	0,42	0,41	0,40
Tasa de retención de agua (%)	11,2	10,1	10,4	10,4	10,2	10,1

¹⁾ Temperatura de comienzo de la absorción de calor de la fibra sometida a estiraje de polipropileno después del pre-estiraje

²⁾ Retracción 2%

5 ³⁾ Núcleo: polietileno (HJ490), Componente del Núcleo:Componente de la vaina = 1:1 (razón en masa)

[Tabla 3]:

	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo Comparativo 3	Ejemplo Comparativo 4
Símbolo de referencia de la fibra de polipropileno	b-1	b-2	b-3	b-4
IPF del polipropileno materia prima (%)	93	97	97	97
[Condiciones de producción de la fibra] Producción del hilo no sometido a estiraje de PP Velocidad de hilatura directa (m/min)	800	800	800	800
Pre-estiraje: Temperatura de estiraje (°C)	128	128	143	90
Aumento de estiraje (veces)	4,6	4,6	6,9	3,7
Temperatura de comienzo de la absorción de calor (°C) ¹⁾	151,8	153,5	-	149,5
Post-estiraje: Temperatura de estiraje (°C)	172	No sometido a post-estiraje	No sometido a post-estiraje	138
Aumento de estiraje (veces)	1,3			1,2
Tasa de deformación (veces/min)	1,7			1,4
Tensión de estiraje (cN/dtex)	0,96			0,80
Aumento total de estiraje (veces)	6,0	4,6	6,9	4,4
Tratamiento térmico (°C)	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico
[Estructura y propiedades físicas de fibra de polipropileno] Finura de una sola fibra (dtex)	2,0	2,6	1,8	2,7
Tenacidad de la fibra(cN/dtex)	9,6	8,5	10,0	6,7
Medición de CDB Forma del pico	Doble	Doble	Doble	Doble
Anchura media del pico (°C)	12,2	15,3	14,0	20,7
ΔH (J/g)	118	110	115	99
Resistencia a la fusión por fricción (segundos)	4,1	3,8	4,0	3,5
Irregularidades en la superficie Intervalo medio (μm)	Sin irregularidades	Sin irregularidades	3,3	Sin irregularidades
Altura media (μm)	Sin irregularidades	Sin irregularidades	0,22	Sin irregularidades
Tasa de retención de agua (%)	4,1	3,8	8,5	3,5

¹⁾ Temperatura de comienzo de la absorción de calor de la fibra sometida a estiraje de polipropileno después del pre-estiraje

[Tabla 4]:

	Ejemplo Comparativo 5	Ejemplo Comparativo 6	Ejemplo Comparativo 7	Ejemplo Comparativo 8	Ejemplo Comparativo 9
Símbolo de referencia de la fibra de polipropileno	b-5	b-6	b-7	b-8	b-9
IPF del polipropileno materia prima (%)	97	97	96	97	97
[Condiciones de producción de la fibra] Producción del hilo no sometido a estiraje de PR Velocidad de hilatura directa (m/min)	1500	300	600	600	800
Pre-estiraje: Temperatura de estiraje (°C)	130	110	90	145	90
Aumento de estiraje (veces)	1,5	3,7	1,5	11,5	3,7
Temperatura de comienzo de la absorción de calor (°C) ¹⁾	-	-	150,8	-	149,5
Post-estiraje: Temperatura de estiraje (°C)	No sometido a post-estiraje	No sometido a post-estiraje	138	No sometido a post-estiraje	172
Aumento de estiraje (veces)			4,9		1,2
Tasa de deformación (veces/min)			4,2		1,6
Tensión de estiraje (cN/dtex)			1,20		0,90
Aumento total de estiraje (veces)	1,5	3,7	7,4	11,5	4,4
Tratamiento térmico (°C)	Sin tratamiento térmico	165	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico	Sin tratamiento térmico
[Estructura y propiedades físicas de fibra de polipropileno] Finura de una sola fibra (dtex)	1,8	6,0	1,7	2,3	2,7
Tenacidad de la fibra(cN/dtex)	2,2	5,6	9,4	10,3	- ²⁾
Medición de CDB Forma del pico	Sencilla	Sencilla	Doble	Doble	- ²⁾
Anchura media del pico (°C)	9,8	9,8	11,6	16,1	- ²⁾
ΔH (J/g)	75	82	118	114	- ²⁾
Resistencia a la fusión por fricción (segundos)	2,7	3,3	4,0	3,6	- ²⁾
Irregularidades en la superficie Intervalo medio (µm)	Sin irregularidades	Sin irregularidades	3,2	5,8	- ²⁾
Altura media (µm)	Sin irregularidades	Sin irregularidades	0,18	0,30	- ²⁾
Tasa de retención de agua (%)	4,2	2,8	9,0	4,8	- ²⁾

¹⁾ Temperatura de comienzo de la absorción de calor de la fibra sometida a estiraje de polipropileno después del pre-estiraje

²⁾ El hilo sometido a estiraje de polipropileno obtenido (fibra de polipropileno) tenía muchas pelusas, y de este modo no era utilizable. De este modo, no se realizó la medición del mismo.

Como resulta evidente a partir de las Tablas 1 y 2 anteriores, en los Ejemplos 1 a 10, una fibra de polipropileno no sometida a estiraje que se produjo sometiendo a hilatura directa polipropileno que tenía una IPF de 94% o más, y a continuación enfriando el producto resultante para solidificarlo se sometió a pre-estiraje y post-estiraje en las condiciones definidas en la presente invención, para producir de este modo una fibra de polipropileno que tenía una finura de una sola fibra de 3 dtex o inferior. Más específicamente, el pre-estiraje se realizó a una temperatura de 120 a 150°C a un aumento de estiraje de 3 a 10 veces, y a continuación se realizó el post-estiraje a un aumento de estiraje de 1,2 a 3,0 veces en las condiciones de una temperatura de 170 a 190°C, una tasa de deformación de 1,5 a 15 veces/min, y una tensión de estiraje de 1,0 a 2,5 cN/dtex para producir de este modo una fibra de polipropileno que tenía una finura de una sola fibra de 3 dtex o inferior. De este modo, se puede obtener homogéneamente una fibra de polipropileno en la que: la forma del pico endotérmico mediante la medición de CDB es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior; el cambio de entalpía de fusión ΔH es de 125 J/g o superior; el tiempo transcurrido para el comienzo de la fusión por fricción es tan largo como 6,8 a 8,0 segundos en un ensayo de resistencia a la fusión por fricción, que muestra que la resistencia térmica es excelente; la tenacidad de la fibra es tal alta como 7 cN/dtex o superior; se forman irregularidades en la superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra; y la tasa de retención de agua es tal alta como de 10% o superior.

Por otra parte, en el Ejemplo 11 (Ejemplo de Referencia), puede obtener homogéneamente una fibra de polipropileno (fibra de polipropileno de tipo vaina-núcleo) que tiene: una tenacidad de la fibra tal alta como 7 cN/dtex o superior; irregularidades en la superficie que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 μm y una altura media de 0,35 a 1 μm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra; y una tasa de retención de agua tal alta como de 10% o superior.

En contraste, como resulta evidente de las Tablas 3 y 4, puesto que las condiciones fuera del alcance especificado en la presente invención se emplean en los Ejemplos Comparativos 1 a 9, las fibras de polipropileno obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 9 no satisfacen ni la alta tenacidad de la fibra, ni la alta resistencia térmica, ni la alta capacidad de retención de agua en conjunto. Las fibras de polipropileno tienen al menos una calidad inferior en al menos una de las características de tenacidad de la fibra, resistencia térmica, y capacidad de retención de agua, y la mayoría de las fibras de polipropileno tienen una calidad inferior en dos o más de las mismas.

[II] Composición Hidráulica y Producto Hidráulico:

En los siguientes Ejemplos 12 a 42, el Ejemplo 43 (Ejemplo de Referencia) y los Ejemplos Comparativos 10 a 33, se describirán específicamente una composición hidráulica y un producto hidráulico.

En los siguientes Ejemplos 12 a 43 y los Ejemplos Comparativos 10 a 33, la resistencia a la flexión de un producto hidráulico (pizarra y mortero) se determinó por medio del método descrito más abajo.

(II-1) Resistencia a la Flexión de la Pizarra:

(i) Se recortaron piezas de ensayo rectangulares que tenían una anchura de 25 mm y una longitud de 80 mm de productos moldeados de pizarra (placas moldeadas de pizarra) obtenidos en los siguientes Ejemplos o Ejemplos de Producción. En el caso de una pieza de ensayo recortada de una placa moldeada de pizarra obtenida por medio de curado en autoclave, después de sumergir la pieza de ensayo en agua que tenía una temperatura de 20°C durante 3 días y eliminar únicamente el agua de la superficie, se realizó el ensayo de flexión por carga central utilizando "Autograph AG5000-B" fabricado por Shimadzu Corporation como aparato comprobador para determinar la carga de flexión máxima. En el caso de una pieza de ensayo recortada de una placa moldeada de pizarra obtenida por medio de curado natural, después de secar la pieza de ensayo a 40°C durante 3 días, se realizó el ensayo de flexión por carga central utilizando "Autograph AG5000-B" fabricado por Shimadzu Corporation como aparato comprobador para determinar la carga de flexión máxima. A continuación, se calculó la resistencia a la flexión máxima de acuerdo con la Ecuación (2) mostrada más abajo.

Más específicamente, en el ensayo de flexión por carga central, se fijó la pieza de ensayo mencionada anteriormente en la proximidad de ambos extremos con dos dispositivos de fijación de tal manera que la distancia entre los puntos de soporte inferiores (extensión de la flexión) de los dos dispositivos de fijación se ajustó a 50 mm. En tal estado, se aplicó una carga al centro de la pieza de ensayo en la dirección longitudinal con un cabezal de carga (extensión de la flexión por carga central = 50 mm). A continuación, el cabezal de carga se hizo descender gradualmente para aplicar una carga hasta que se rompió la pieza de ensayo. Se leyó la carga de flexión máxima (A) (unidad: N) hasta que se rompió la pieza de ensayo, y la resistencia a la flexión máxima se determinó de acuerdo con la Ecuación (2) mostrada más abajo.

Al calcular la carga de flexión máxima, el mismo producto moldeado de pizarra se sometió al mismo ensayo 5 veces, y a continuación se calculó su valor medio para que se definiera como la carga de flexión máxima.

$$\text{Resistencia a la flexión máxima (N/mm}^2\text{)} = 1,5 \times A \times B / (W \times D^2) \quad (2)$$

En la Ecuación (2):

A = carga de flexión máxima (N);

B = extensión de la flexión por carga central (mm);

5 W = anchura (mm) de pieza de ensayo; y

D = grosor (mm) de la pieza de ensayo.

(ii) Con posterioridad, utilizando la resistencia a la flexión máxima determinada de acuerdo con la Ecuación (2) anterior, se determinó una resistencia a la flexión de corrección que se obtuvo normalizando la densidad en masa de la pizarra a 1,45 a partir de la Ecuación (3) mostrada más abajo para definir la resistencia a la flexión de corrección como la resistencia a la flexión de la pizarra.

$$\text{Resistencia a la flexión de corrección (N/mm}^2\text{)} = \text{Resistencia a la flexión máxima (N/mm}^2\text{)} \times (1,45/0)^2 \quad (3)$$

En la Ecuación (3):

C = densidad en masa de la pizarra (g/cm³).

15 Se debe observar que la densidad en masa de la pizarra (C) (g/cm³) hace referencia a un valor obtenido dividiendo la masa [masa seca (g)] de una pieza de ensayo después de secarla a 105°C durante 12 horas por el volumen [grosor (cm) × anchura (cm) × longitud (cm)] de la pieza de ensayo seca. La pieza de ensayo se obtuvo recortando el producto moldeado de pizarra curado mediante el método mencionado anteriormente y recogiendo las piezas de ensayo que tenían el mismo tamaño que el tamaño anteriormente mencionado.

(II-2) Resistencia a la Flexión del Mortero:

20 Se recortaron piezas de ensayo rectangulares que tenían una anchura de 50 mm y una longitud de 180 mm de productos moldeados de mortero (placas moldeadas de mortero) obtenidos en los siguientes Ejemplos o Ejemplos de Producción, y se secaron a 40°C durante 3 días. Después de eso, se realizó el ensayo de flexión por carga central para determinar la carga de flexión máxima utilizando el mismo dispositivo utilizado en el apartado (II-1) ("Autograph AG5000-B" fabricado por Shimadzu Corporation). A continuación, se calculó la resistencia a la flexión máxima de acuerdo con la Ecuación (2) anterior.

30 Más específicamente, en el ensayo de flexión por carga central, la pieza de ensayo anteriormente mencionada se fijó en la proximidad de ambos extremos con dos dispositivos de fijación de tal manera que la distancia entre los puntos de soporte inferiores (extensión de la flexión) de los dispositivos de fijación se ajustaron a 150 mm. En tal estado, se aplica una carga al centro de la pieza de ensayo en la dirección longitudinal con un cabezal de carga (extensión de la flexión por carga central = 150 mm). A continuación, el cabezal de carga se hizo descender gradualmente, y se leyó la carga por flexión máxima (A) (unidad: N) después de mostrar la rotura inicial desarrollada, y se determinó la resistencia a la flexión máxima de acuerdo con la Ecuación (2) anterior.

Al calcular la carga de flexión máxima, el mismo producto moldeado de mortero se sometió al mismo ensayo 5 veces, y a continuación se calculó su valor medio para que se definiera como la carga de flexión máxima.

35 Ejemplos 12 a 22 y Ejemplos Comparativos 10 a 17

[Producción de Pizarra Curada Naturalmente]

40 (1) Se mezclaron 95 partes en masa de cemento Portland corriente (fabricado por Taiheiyo Cement Corporation), 3 partes en masa de pasta refinada ("cello fiber", fabricada por PULTEK CORP), 2 partes en masa de cada una de las fibras cortas de polipropileno obtenidas cortando, a una longitud de la fibra de 3 a 20 mm, cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-11) obtenidas en los Ejemplos 1 a 11 y cada una de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8, y 3.000 partes en masa de agua. Las mezclas se agitaron a un número de rotación de 300 rpm o más para preparar de este modo composiciones hidráulicas para pizarra. A continuación, cada una de las composiciones hidráulicas se vertió sobre una tela de algodón, y a continuación el líquido se extrajo para obtener artículos con forma de lámina.

45 (2) Se laminaron diez piezas de los artículos en forma de lámina obtenidos en el apartado (1), y a continuación los productos laminados se deshidrataron por presión a 45 kg/cm² con una prensa para producir de este modo láminas moldeadas no curadas.

(3) La lámina moldeada obtenida en el apartado (2) se envolvió con una lámina de polietileno, y se sometió a curado preliminar a 50°C en condiciones de humedad saturada durante 24 horas. Con posterioridad, el producto resultante

se curó durante 13 días a 20°C en condiciones de humedad saturada para obtener de este modo un producto moldeado de pizarra curado (placa moldeada de pizarra) (aproximadamente 4,2 mm de grosor).

(4) La resistencia a la flexión de cada una de las placas moldeadas de pizarra obtenidas en el apartado (3) se midió por medio del método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los ilustrados en la Tabla 5 de más abajo.

5 [Tabla 5]

	Composición de la composición hidráulica para pizarra ¹⁾				Resistencia a la flexión de la pizarra (N/mm ²)	
	Cemento Portland	Pasta refinada	Fibra de polipropileno			Agua
			Tipo ²⁾	Contenido		
Ejemplo 12	95 partes	3 partes	a-1	2 partes	3.000 partes	23,0
Ejemplo 13	95 partes	3 partes	a-2	2 partes	3.000 partes	24,5
Ejemplo 14	95 partes	3 partes	a-3	2 partes	3.000 partes	23,4
Ejemplo 15	95 partes	3 partes	a-4	2 partes	3.000 partes	22,8
Ejemplo 16	95 partes	3 partes	a-5	2 partes	3.000 partes	23,3
Ejemplo 17	95 partes	3 partes	a-6	2 partes	3.000 partes	26,5
Ejemplo 18	95 partes	3 partes	a-7	2 partes	3.000 partes	22,7
Ejemplo 19	95 partes	3 partes	a-8	2 partes	3.000 partes	23,5
Ejemplo 20	95 partes	3 partes	a-9	2 partes	3.000 partes	24,8
Ejemplo 21	95 partes	3 partes	a-10	2 partes	3.000 partes	23,2
Ejemplo 22	95 partes	3 partes	a-11	2 partes	3.000 partes	21,5
Ejemplo Comparativo 10	95 partes	3 partes	b-1	2 partes	3.000 partes	18,4
Ejemplo Comparativo 11	95 partes	3 partes	b-2	2 partes	3.000 partes	17,8
Ejemplo Comparativo 12	95 partes	3 partes	b-3	2 partes	3.000 partes	18,2
Ejemplo Comparativo 13	95 partes	3 partes	b-4	2 partes	3.000 partes	18,0
Ejemplo Comparativo 14	95 partes	3 partes	b-5	2 partes	3.000 partes	14,8
Ejemplo Comparativo 15	95 partes	3 partes	b-6	2 partes	3.000 partes	15,1
Ejemplo Comparativo 16	95 partes	3 partes	b-7	2 partes	3.000 partes	15,2
Ejemplo Comparativo 17	95 partes	3 partes	b-8	2 partes	3.000 partes	15,0

¹⁾ Parte hace referencia a "parte en masa".

²⁾ Fibra de polipropileno obtenida en cada uno de los Ejemplos 1 a 11 y los Ejemplos Comparativos 1 a 8

10 Como resulta evidente de la Tabla 5 anterior, en los Ejemplos 12 a 22, se prepararon composiciones hidráulicas para pizarra utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-11) en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o en las que las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica y la tasa de retención de agua son altas, y la compatibilidad con un producto hidráulico es excelente, y se produjeron productos moldeados de pizarra mediante curado con agua de las composiciones hidráulicas. De este modo, se pueden obtener productos moldeados de pizarra con una resistencia a la flexión excelente.

15 En contraste, en los Ejemplos Comparativos 10 a 17, se prepararon composiciones hidráulicas para pizarra utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) en las que las propiedades de CDB y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención y cada una de las cuales tuvieron insuficiente resistencia térmica y compatibilidad con un producto hidráulico, y se produjeron

20

productos moldeados de pizarra mediante curado con agua las composiciones hidráulicas. De este modo, la resistencia a la flexión de cada uno de los productos moldeados de pizarra obtenidos en los Ejemplos Comparativos 10 a 17 fue considerablemente baja en comparación con la de los productos moldeados de pizarra obtenidos en los Ejemplos 12 a 22.

5 <<Ejemplos 23 a 32 y Ejemplos Comparativos 18 a 25 >> [Producción de Pizarra Curada en Autoclave]

10 (1) Se mezclaron 57 partes en masa de cemento Portland corriente (fabricado por Taiheiyo Cement Corporation), 38 partes en masa de polvo de piedra de sílice ("Núm. 4000", fabricado por Keiwa Rozai Co., Ltd.), 3 partes en masa de pasta refinada ("cello fiber", fabricada por PULTEK CORP), 2 partes en masa de cada una de las fibras cortas de polipropileno obtenidas cortando, a una longitud de la fibra de 3 a 20 mm, cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) obtenidas en los Ejemplos 1 a 10 y cada una de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8, y 3.000 partes en masa de agua. Las mezclas se agitaron a un número de rotación de 300 rpm o más para preparar de ese modo composiciones hidráulicas para pizarra. A continuación, cada una de las composiciones hidráulicas se vertió sobre una tela de algodón, y a continuación el líquido se extrajo a temperatura ambiente para obtener de este modo artículos en forma de lámina.

15 (2) Se laminaron diez piezas de los artículos en forma de lámina obtenidos en el apartado (1), y a continuación los productos laminados se deshidrataron mediante presión a 75 kg/cm^2 con una prensa para producir de este modo láminas moldeadas no curadas.

20 (3) Las láminas moldeadas no curadas obtenidas en el apartado (2) se envolvieron con una lámina de polietileno, y se sometieron a curado preliminar a 50°C en condiciones de humedad saturada durante 24 horas. Con posterioridad, los productos resultantes se curaron en autoclave a una temperatura de 170°C durante 15 horas o a una temperatura de 175°C durante 15 horas para obtener de este modo productos moldeados de pizarra curados (placas moldeadas de pizarra) (aproximadamente 4,0 mm de grosor).

(4) La resistencia a la flexión de cada una de las placas moldeadas de pizarra obtenidas en el apartado (3) se midió mediante el método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los ilustrados en la Tabla 6 de más abajo.

25

[Tabla 6]

	Composición de la composición hidráulica para pizarra ¹⁾						Resistencia a la flexión de la pizarra (N/mm ²)	
	Cemento Portland	Polvo de piedra de sílice	Pasta refinada	Fibra de polipropileno		Agua	Curada a 170°C	Curada a 175°C
				Tipo ²⁾	Contenido			
Ejemplo 23	57 partes	38 partes	3 partes	a-1	2 partes	3.000 partes	22,7	22,6
Ejemplo 24	57 partes	38 partes	3 partes	a-2	2 partes	3.000 partes	23,0	24,0
Ejemplo 25	57 partes	38 partes	3 partes	a-3	2 partes	3.000 partes	23,0	22,9
Ejemplo 26	57 partes	38 partes	3 partes	a-4	2 partes	3.000 partes	22,5	22,5
Ejemplo 27	57 partes	38 partes	3 partes	a-5	2 partes	3.000 partes	22,8	22,9
Ejemplo 28	57 partes	38 partes	3 partes	a-6	2 partes	3.000 partes	25,3	25,5
Ejemplo 29	57 partes	38 partes	3 partes	a-7	2 partes	3.000 partes	22,6	22,5
Ejemplo 30	57 partes	38 partes	3 partes	a-8	2 partes	3.000 partes	22,9	22,8
Ejemplo 31	57 partes	38 partes	3 partes	a-9	2 partes	3.000 partes	23,2	24,1
Ejemplo 32	57 partes	38 partes	3 partes	a-10	2 partes	3.000 partes	22,7	22,8
Ejemplo Comparativo 18	57 partes	38 partes	3 partes	b-1	2 partes	3.000 partes	12,0	17,1
Ejemplo Comparativo 19	57 partes	38 partes	3 partes	b-2	12 partes	3.000 partes	11,5	16,9
Ejemplo Comparativo 20	57 partes	38 partes	3 partes	b-3	2 partes	3.000 partes	12,1	18,3
Ejemplo Comparativo 21	57 partes	38 partes	3 partes	b-4	2 partes	3.000 partes	12,0	17,2
Ejemplo Comparativo 22	57 partes	38 partes	3 partes	b-5	2 partes	3.000 partes	11,5	12,0
Ejemplo Comparativo 23	57 partes	38 partes	3 partes	b-6	2 partes	3.000 partes	11,7	13,0
Ejemplo Comparativo 24	57 partes	38 partes	3 partes	b-7	2 partes	3.000 partes	12,0	15,0
Ejemplo Comparativo 25	57 partes	38 partes	3 partes	b-8	2 partes	3.000 partes	11,9	15,0

¹⁾ Parte hace referencia a "parte en masa".

²⁾ Fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) obtenidas en los Ejemplos 1 a 11 y Fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) obtenidas los Ejemplos Comparativos 1 a 8

5 Como resulta evidente de la Tabla 6 anterior, en los Ejemplos 23 a 32, se prepararon composiciones hidráulicas para pizarra utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica es excelente, las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la tasa de retención de agua es alta, y la compatibilidad con un producto hidráulico es excelente, y las composiciones hidráulicas se curaron en autoclave a una temperatura tal alta como 170 o 175°C, con lo que se pueden obtener productos moldeados de pizarra con una resistencia a la flexión excelente en un corto tiempo de curado.

10 En contraste, en los Ejemplos Comparativos 18 a 25, se prepararon composiciones hidráulicas para pizarra utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) en las que tanto las propiedades de CDB como las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención, y las composiciones hidráulicas se curaron en autoclave a una temperatura tal alta como 170 o 175°C. Sin embargo, las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) combinadas en las composiciones hidráulicas tuvieron una resistencia térmica insuficiente. De este modo, la resistencia a la flexión de cada uno de los productos moldeados de pizarra obtenidos en los Ejemplos Comparativos 18 a 25 después del curado en autoclave fue considerablemente baja en comparación con la de los productos moldeados de pizarra obtenidos en los Ejemplos 23 a 32.

<<Ejemplos 33 a 43 y Ejemplos Comparativos 26 a 33>> [Producción de Mortero]

20 (1) Se mezclaron 68,7 partes en masa de cemento Portland corriente (fabricado por Taiheiyo Cement Corporation), 30 partes en masa de arena (arena de sílice del Núm. 7), 0,1 partes en masa de metilcelulosa ("90SH-4000", fabricada por Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 0,2 partes en masa de agente reductor acuoso ("Rheobuild SP-8N", fabricado por BASF Pozzolith Ltd.), 1 parte en masa de cada una de las fibras cortas de polipropileno obtenidas cortando, a una longitud de la fibra de 3 a 20 mm, cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-11) obtenidas en los Ejemplos 1 a 10 y cada una de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8, y 31 partes en masa de agua y se amasaron con una mezcladora Hobart. Los productos resultantes se vertieron en un molde de 10 mm × 20 mm × 25 mm, y se deshidrataron mediante presión a 20 kg/cm², para formar de ese modo productos moldeados no curados.

30 (2) Los productos moldeados no curados obtenidos en el apartado (1) se envolvieron con una lámina de polietileno, y se sometieron a curado preliminar a 50°C en condiciones de humedad saturada durante 24 horas. Con posterioridad, los productos resultantes se curaron a 20°C en condiciones de humedad saturada durante 13 días para obtener de este modo productos moldeados de mortero curados con agua (placas moldeadas de mortero).

(3) La resistencia a la flexión de cada una de las placas moldeadas de mortero obtenidas en el apartado (2) se midió mediante el método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los ilustrados en la Tabla 7 de más abajo.

[Tabla 7]

	Composición de la composición hidráulica para mortero ¹⁾							Resistencia a la flexión del mortero (N/mm ²)
	Cemento Portland	Arena	Metil-celulosa	Agente reductor acuoso	Fibra de polipropileno		Agua	
					Tipo ²⁾	Contenido		
Ejemplo 33	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-1	1 parte	31 partes	11,5
Ejemplo 34	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-2	1 parte	31 partes	11,8
Ejemplo 35	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-3	1 parte	31 partes	11,9
Ejemplo 36	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-4	1 parte	31 partes	11,4
Ejemplo 37	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-5	1 parte	31 partes	11,5
Ejemplo 38	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-6	1 parte	31 partes	13,5
Ejemplo 39	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-7	1 parte	31 partes	11,5
Ejemplo 40	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-8	1 parte	31 partes	11,5
Ejemplo 41	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-9	1 parte	31 partes	11,6
Ejemplo 42	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-10	1 parte	31 partes	11,6
Ejemplo 43	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	a-11	1 parte	31 partes	11,2
Ejemplo Comparativo 26	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-1	1 parte	31 partes	10,0
Ejemplo Comparativo 27	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-2	1 parte	31 partes	10,2
Ejemplo Comparativo 28	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-3	1 parte	31 partes	10,0
Ejemplo Comparativo 29	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-4	1 parte	31 partes	10,0
Ejemplo Comparativo 30	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-5	1 parte	31 partes	6,2
Ejemplo Comparativo 31	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-6	1 parte	31 partes	7,0
Ejemplo Comparativo 32	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-7	1 parte	31 partes	6,2
Ejemplo Comparativo 33	68,7 partes	30 partes	0,1 partes	0,2 partes	b-8	1 parte	31 partes	5,5

¹⁾ Parte hace referencia a "parte en masa".

²⁾ Fibras de polipropileno (a-1) a (a-11) obtenidas en los Ejemplos 1 a 11 y Fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8

5

10

Como resulta evidente de la Tabla 7 anterior, en los Ejemplos 33 a 43, se prepararon composiciones hidráulicas para mortero utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-11) de la presente invención en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o en las que las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica y la

tasa de retención de agua son altas, y la compatibilidad con un producto hidráulico es excelente, y se produjeron productos moldeados de mortero mediante curado con agua de las composiciones hidráulicas. De este modo, se pueden obtener productos moldeados de mortero con una resistencia a la flexión excelente.

- 5 En contraste, en los Ejemplos Comparativos 26 a 33, se prepararon composiciones hidráulicas para mortero utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) en las que las propiedades de CDB y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención y cada una de las cuales tuvieron insuficiente resistencia térmica y compatibilidad con un producto hidráulico, y se produjeron productos moldeados de mortero mediante curado con agua de las composiciones hidráulicas. De este modo, la resistencia a la flexión de cada uno de los productos moldeados de mortero obtenidos en los Ejemplos Comparativos 26 a 33 fue considerablemente baja en comparación con la de los productos moldeados de mortero obtenidos en los Ejemplos 33 a 43.

[III] Estructura de Cuerda:

Se describirá específicamente una estructura de cuerda en los Ejemplos 44 a 53 y los Ejemplos Comparativos 34 a 41 de más abajo.

- 15 En los Ejemplos 44 a 53 y en los Ejemplos Comparativos 34 a 41 de más abajo, se determinaron cada uno del módulo de Young del hilo de polipropileno y el número de veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora de una cuerda por medio del método descrito más adelante.

(III-1) Módulo de Young del Hilo de Polipropileno:

- 20 Se realizaron fibras de polipropileno (hilo de polipropileno sometido a estiraje) duplicadas para lograr una finura de la fibra de 2.000 dtex. Los productos resultantes se torcieron a 70 T/m para obtener un hilo de polipropileno. El hilo de polipropileno obtenido se dejó estar en una atmósfera con una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 65% durante 3 días para su humidificación de acuerdo con JIS L 1013. Después de eso, se recogió una muestra de una longitud dada. A continuación, ambos extremos de la muestra se sujetaron de tal manera que la longitud entre dispositivos de sujeción (longitud de muestra) se ajustó a 200 mm. A continuación, la muestra se sometió a estiraje utilizando un "Autograph AG5000-B" fabricado por Shimadzu Corporation a una temperatura de la atmósfera de 25 120°C y una velocidad de tracción de 100 mm/min. Se midió la resistencia a la tracción P(N) cuando la ductilidad fue de 1%, y a continuación se determinó el módulo de Young (cN/dtex) a partir de la Ecuación (4) mostrada más abajo.

El mismo hilo se sometió a la misma operación 10 veces para determinar de ese modo los módulos de Young. El valor medio de los módulos se definió como el módulo de Young a 120 °C del hilo de polipropileno por unidad dtex:

- 30 Módulo de Young del hilo (cN/dtex) = $P \times 10.000 / T_d$ (4)

donde

P = Resistencia a la tracción (N) cuando la ductilidad es de 1%, y

T_d = finura total de la fibra antes de someter a estiraje el hilo de polipropileno = 2.000 dtex.

(III-2) Número de veces para la Rotura mediante Abrasión por Giro de Amoladora de una Cuerda:

- 35 La muestra (cuerda) se sumergió en agua a 20°C durante 24 horas, y a continuación se torció bajo una carga de 10 kg a 45 revoluciones/min según se ilustra en la FIG. 5. Simultáneamente, se hizo girar una amoladora (formada de carbono, diámetro = 100 mm, tamaño de partícula Núm. 46 a una velocidad de rotación de 45 revoluciones/min mientras se suministraba agua de manera que la cuerda no se secase, con lo que la cuerda se erosionó. A continuación, se leyó el número de revoluciones de la amoladora en el momento de la rotura de la cuerda para definirlo como el número de veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora (tiempo).

<<Ejemplos 44 a 53 y Ejemplos Comparativos 34 a 41>>

(1) Producción de una Cuerda Formada de la Fibra de Polipropileno:

- 45 Cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) (hilos de polipropileno sometidos a estiraje) obtenidas en los Ejemplos 1 a 10 y las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) (hilos de polipropileno sometidos a estiraje) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8 se duplicaron para lograr una finura de la fibra de 1.500 dtex. Los productos resultantes se torcieron a 80 T/m para formar una primera hebra (hilo doble). Cuatro de las primeras hebras (hilos dobles) se torcieron a 60 T/m para formar una segunda hebra (hilo doble). Veinticinco segundas hebras (hilos dobles) se torcieron a 40 T/m para formar una tercera hebra (hilo doble). Con posterioridad, 3 terceras hebras (hilos dobles) se torcieron a 30 T/m para formar una cuerda formada de una fibra de polipropileno.

- 50 Se midió el número de veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora de la cuerda formada de una

fibra de polipropileno obtenida de este modo mediante el método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 8 de más abajo.

(2) Medición del módulo de Young del hilo de polipropileno

5 Cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) (hilos de polipropileno sometidos a estiraje) obtenidas en los Ejemplos 1 a 10 y las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) (hilos de polipropileno sometidos a estiraje) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8 se duplicaron para lograr una finura de la fibra de 2.000 dtex. Los productos resultantes se torcieron a 70 T/m para formar a hilo de polipropileno. El módulo de Young a 120°C del hilo de polipropileno se determinó mediante el método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 8 de más abajo.

10 [Tabla 8]

	Tipo de fibra de polipropileno ¹⁾	Número de veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora de la cuerda (tiempo)	Módulo de Young (cN/dtex) del hilo de polipropileno ²⁾
Ejemplo 44	a-1	1.152	45
Ejemplo 45	a-2	1.211	56
Ejemplo 46	a-3	1.154	48
Ejemplo 47	a-4	1.193	41
Ejemplo 48	a-5	1.201	52
Ejemplo 49	a-6	1.305	68
Ejemplo 50	a-7	1.188	45
Ejemplo 51	a-8	1.197	50
Ejemplo 52	a-9	1.225	55
Ejemplo 53	a-10	1.230	61
Ejemplo Comparativo 34	b-1	984	26
Ejemplo Comparativo 35	b-2	977	19
Ejemplo Comparativo 36	b-3	981	14
Ejemplo Comparativo 37	b-4	894	12
Ejemplo Comparativo 38	b-5	792	8
Ejemplo Comparativo 39	b-6	807	10
Ejemplo Comparativo 40	b-7	980	23
Ejemplo Comparativo 41	b-8	968	15

¹⁾ Fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) obtenidas en los Ejemplos 1 a 10 y fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 8 (fibras de polipropileno utilizadas para la formación de una cuerda)

²⁾ Temperatura de medición del módulo de Young = 120°C.

15 Como resulta evidente de la Tabla 8 anterior, en los Ejemplos 44 a 53, se prepararon cuerdas utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) de la presente invención en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o en las que
 20 las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica es alta, y se forman las irregularidades dadas. De este modo, la cuerdas obtenidas en los Ejemplos 44 a 53 tienen cada una un número de

veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora tal alto como de 1.152 a 1.305 veces, es menos probable que se rompan debido al calor friccional en el momento de la fricción, y tienen una resistencia térmica excelente.

5 En contraste, en los Ejemplos Comparativos 34 a 41, se prepararon cuerdas utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) en las que tanto las propiedades de CDB como las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención. De este modo, la cuerdas obtenidas en los Ejemplos Comparativos 34 a 41 tenían cada un número de veces para la rotura mediante abrasión por giro de amoladora de 792 a 984 veces, que es tan bajo como aproximadamente 60 a 85% el número de veces de rotura mediante abrasión por giro de amoladora de cada una de la cuerdas de los Ejemplos 44 a 53, tuvieron una resistencia térmica inferior a la de las cuerdas de los Ejemplos 44 a 53, y se rompieron debido al calor friccional en una etapa temprana.

10 Adicionalmente, como resulta evidente de la Tabla 8 anterior, en los Ejemplos 44 a 53, se prepararon cuerdas utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-10) en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o en las que las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica es alta, y se forman las irregularidades dadas. De este modo, el hilo de polipropileno (hebra) formado en una fase inicial en el procedimiento de producción de la cuerda: tiene un módulo de Young a 120°C tal alto como 41 a 68 cN/dtex; muestra menos estiraje a una alta temperatura; se tuerce estrechamente; y tiene propiedades mecánicas excelentes tales como resistencia al estiraje, y resistencia al desgaste, y además resistencia térmica.

15 En contraste, en los Ejemplos Comparativos 34 a 41, se prepararon cuerdas utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-8) en las que tanto las propiedades de CDB como las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención. De este modo, el hilo de polipropileno (hebra) formado en una etapa temprana en el procedimiento de producción de la cuerda: tiene un módulo de Young a 120°C de 8 a 26 cN/dtex, que es considerablemente menor que el de cada una de las cuerdas de los Ejemplos 44 a 53; se somete a estiraje bruscamente a una alta temperatura; y tiene propiedades mecánicas tales como resistencia al estiraje y resistencia al desgaste, y además resistencia térmica insuficientes.

20 [IV] Estructura de la Fibra en Forma de Lámina:

Una estructura de fibra en forma de lámina se describirá específicamente en los Ejemplos 54 a 61 y los Ejemplos Comparativos 42 a 46 de más abajo.

25 En los Ejemplos 54 a 61 y los Ejemplos Comparativos 42 a 46 de más abajo, se realizaron la medición de la tasa de retención de agua de una estructura de fibra en forma de lámina y la evaluación de las propiedades procedimentales de un tratamiento de secado en cilindro como se describe más abajo.

30 (IV-1) Tasa de Retención de Agua de la Estructura de la Fibra en Forma de Lámina (Tela No Tejida Formada de la Fibra de Polipropileno):

35 Se recogió 1 g de una estructura de fibra en forma de lámina (tela no tejida formada de fibra de polipropileno) y se secó a 105°C durante 5 horas, y se midió su masa (M3). La muestra seca anteriormente mencionada se sumergió en 30 ml de agua de intercambio iónico, y se dejó estar a 20°C durante 10 minutos. Después de eso, la muestra se recogió, y se colocó en una máquina centrífuga de mesa ("H-27F", fabricada por KOKUSAN) mientras se destapaba (sin envolverla con otro material). A continuación, se realizó la deshidratación centrífuga a una temperatura de 20°C a una velocidad de rotación de 3.000 rpm durante 5 minutos. Se midió la masa (M4) de la muestra, y a continuación se determinó la tasa de retención de agua (% en masa) de la estructura de fibra en forma de lámina a partir de la Ecuación (5) mostrada más adelante.

Tasa de retención de agua (% en masa) de la estructura de fibra en forma de lámina =

$$\{(M4-M3)/M3\} \times 100 \quad (5)$$

40 (IV-2) Propiedades Procedimentales del Tratamiento de Secado en Cilindro de la Estructura de la Fibra en Forma de Lámina:

50 Las propiedades procedimentales de un tratamiento de secado en cilindro de una estructura de fibra en forma de lámina se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios de evaluación.

[Criterios de Evaluación de las Propiedades Procedimentales del Tratamiento de Secado en Cilindro]

Excelente: No se observa adherencia de la lámina de la fibra de polipropileno al cilindro, la lámina pasa

favorablemente a través del cilindro, la textura después del tratamiento de secado es buena, y no se observa reducción de la tasa de retención de agua.

Malo: Se observa adherencia de la lámina de la fibra de polipropileno al cilindro, la lámina pasa a través del cilindro con dificultad, y se produce la reducción de, por ejemplo, la tasa de retención de agua después del tratamiento de secado.

<<Ejemplos 54-61>> [Producción de la Estructura de la Fibra en Forma de Lámina]

(1) Cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) y (a-5) a (a-9) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y 5 a 9 se cortó a 51 mm de longitud de la fibra para formar una fibra corta. Se realizaron sucesivamente el cardado, el hidroligado, un tratamiento de calandrado (temperatura de 140°C), y un tratamiento de secado en cilindro (temperatura de 170°C, velocidad de transferencia de 50 cm/segundo) para producir una estructura de fibra en forma de lámina (tela no tejida formada de fibra de polipropileno).

(2) La estructura de fibra en forma de lámina (tela no tejida formada de fibra de polipropileno) obtenida en el apartado (1) se midió o evaluó para determinar la tasa de retención de agua y las propiedades procedimentales del tratamiento de secado en cilindro mediante los métodos anteriormente mencionados. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 9 de más abajo.

<<Ejemplos 42-46>> [Producción de la Estructura de la Fibra en Forma de Lámina]

(1) Cada una de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-3), y (b-7) y (b-8) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 1 a 3, y 7 y 8 se cortó a 51 mm de longitud de la fibra para formar una fibra corta. Se realizaron sucesivamente el cardado, hidroligado, un tratamiento de calandrado (temperatura de 140°C), y un tratamiento de secado en cilindro (temperatura de 170°C, velocidad de transferencia de 50 cm/segundos) en condiciones idénticas a las de los Ejemplos 51 a 58 para producir una estructura de fibra en forma de lámina (tela no tejida formada de fibras de polipropileno).

(2) La estructura de fibra en forma de lámina (tela no tejida formada de fibras de polipropileno) obtenida en el apartado (1) se midió o evaluó para determinar la tasa de retención de agua y las propiedades procedimentales del tratamiento de secado en cilindro mediante el método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 9 de más abajo.

[Tabla 9]

	Tipo de fibra de polipropileno ¹⁾	Estructura de fibra en forma de lámina (tela no tejida formada de fibras de polipropileno)	
		Tasa de retención de agua (% en masa)	Propiedades procedimentales del tratamiento de secado en cilindro
Ejemplo 54	a-1	10,3	Buenas
Ejemplo 55	a-2	11,0	Buenas
Ejemplo 56	a-3	25,0	Buenas
Ejemplo 57	a-5	10,3	Buenas
Ejemplo 58	a-6	11,1	Buenas
Ejemplo 59	a-7	10,5	Buenas
Ejemplo 60	a-8	10,2	Buenas
Ejemplo 61	a-9	10,4	Buenas
Ejemplo Comparativo 42	b-1	4,2	Malas
Ejemplo Comparativo 43	b-2	3,5	Malas
Ejemplo Comparativo 44	b-3	3,9	Malas
Ejemplo Comparativo 45	b-7	8,0	Malas
Ejemplo Comparativo 46	b-8	4,8	Malas

¹⁾ Fibra de polipropileno obtenida en cada uno de los Ejemplos 1 a 3 y 5 a 9 y en los Ejemplos Comparativos 1 a 3, 7, y 8

Como resulta evidente de la Tabla 9 anterior, en los Ejemplos 54 a 61, se prepararon estructuras de fibras en forma de lámina (telas no tejidas formadas de fibras de polipropileno) utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) y (a-5) a (a-9) de la presente invención en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o en las que la finura de una sola fibra, las propiedades irregulares de la superficie de la fibra, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención. De este modo, las estructuras de fibras en forma de lámina (telas no tejidas formadas de

fibras de polipropileno) obtenidas en los Ejemplos 54 a 61 tienen cada una: una tasa de retención de agua tal alta como de 10,2 a 25,0% en masa; una capacidad de retención de agua excelente y una resistencia térmica excelente; y propiedades procedimentales de un tratamiento de secado en cilindro favorables.

5 En contraste, en los Ejemplos Comparativos 42 a 46, se prepararon estructuras de fibras en forma de lámina utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (b-1) a (b-3), (b-7), y (b-8) en las que tanto las propiedades irregulares de la superficie de la fibra como las propiedades de CDB quedaron fuera del alcance definido en la presente invención. De este modo, cada una de las estructuras de fibras en forma de lámina (telas no tejidas formadas de fibras de polipropileno) obtenidas en los Ejemplos Comparativos 42 a 46: tiene una tasa de retención de agua de 3,5 a 8,0% en masa, que es considerablemente baja en comparación con las de las estructuras de fibras en forma de lámina (telas no tejidas formadas de fibras de polipropileno) obtenidas en los Ejemplos 54 a 61; tiene escasa capacidad de retención de agua; tiene malas propiedades procedimentales de un tratamiento de secado en cilindro; y por otra parte tiene una resistencia térmica notablemente inferior a la de las estructuras de fibras en forma de lámina (telas no tejidas formadas de fibras de polipropileno) obtenidas en los Ejemplos 54 a 61.

[V] Material Compuesto y Producto Moldeado Que Contienen Cada uno la Fibra de Polipropileno:

15 Un material compuesto y un producto moldeado que contienen cada uno una fibra de polipropileno se describirán específicamente en los Ejemplos 62 a 70 y los Ejemplos Comparativos 47 a 49 de más abajo.

En los Ejemplos 62 a 70 y los Ejemplos Comparativos 47 a 49 de más abajo, se midieron diversas propiedades físicas de un producto moldeado como se describe más abajo.

(V-1) Resistencia a la Tracción del Producto Moldeado por Inyección:

20 Los productos moldeados por inyección (piezas de ensayo producidas mediante moldeo por inyección) obtenidas en los Ejemplos 62 a 64 y el Ejemplo Comparativo 47 de más abajo se midieron para determinar la resistencia a la tracción de acuerdo con JIS K7160 (ISO 527-1).

(V-2) Resistencia al Impacto Charpy del Producto Moldeado por Inyección:

25 Los productos moldeados por inyección (piezas de ensayo producidas mediante moldeo por inyección) obtenidos en los Ejemplos 62 a 64 y el Ejemplo Comparativo 47 de más abajo se midieron cada uno para determinar la resistencia al impacto Charpy con una entalla de acuerdo con JIS 7111 (ISO 179-1).

(V-3) Resistencia a la Tracción de un Producto Moldeado en Forma de Lámina:

30 Se recortaron piezas de ensayo en forma de pesa (Núm. 1) de los productos moldeados en forma de lámina (1 mm de grosor) obtenidos en los Ejemplos 65 a 67 y el Ejemplo Comparativo 48 de más abajo de acuerdo con JIS K6773, y se midió la resistencia a la tracción de cada una de las piezas de ensayo en forma de pesa de acuerdo con JIS K6773.

(V-4) Módulo de Elasticidad en la Flexión y la Resistencia a la Flexión del Producto Laminado-Moldeado:

35 Se recortaron piezas de ensayo (longitud × anchura × grosor = 90 mm × 15 mm × 8 mm) de los productos laminados-moldeados obtenidos en los Ejemplos 68 a 70 y el Ejemplo Comparativo 49 de más abajo, y se realizó un ensayo de flexión de tres puntos de acuerdo con JIS K7017 para determinar de ese modo el módulo elástico de flexión y la resistencia a la flexión de cada una de las piezas de ensayo.

<<Ejemplos 62 a 64 y Ejemplo Comparativo 47>> [producción de material compuesto (composición de polietileno) y producto moldeado por inyección que contienen cada uno la fibra de polipropileno con forma de fibra corta]

40 (1) Cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y la fibra de polipropileno (b-2) obtenida en el Ejemplo Comparativo 2 se cortó a una longitud de 5 mm para formar fibras cortas. Cada una de las fibras cortas de polipropileno y una resina de polietileno de baja densidad ("NEO-ZEX 45200", fabricada por Prime Polymer Co., Ltd., MFR = 20 g/10 min) se suministraron a una extrusora a una razón en masa de resina de polietileno de baja densidad con respecto a la fibra corta de polipropileno de 90:10, y se amasó en estado reblandecido a 160°C. Después de eso, el producto resultante se extruyó y se cortó para producir de este modo un pélet de un material compuesto (composición de polietileno de baja densidad) que contenía la fibra corta de polipropileno en una matriz formada de un polietileno de baja densidad.

45 (2) El pélet obtenido en el apartado (1) se sometió a moldeo por inyección utilizando una máquina de moldeo por inyección electromotriz ("EC75N II", fabricada por Toshiba Machine Co., Ltd.) en las condiciones de una temperatura de fusión de 165°C y una temperatura del molde de 30°C para producir de este modo una pieza de ensayo multiuso (producto moldeado por inyección) de acuerdo con JIS K7139 (ISO-3167).

50

(3) La pieza de ensayo (producto moldeado por inyección) obtenida en el apartado (2) se midió para determinar la resistencia a la tracción y la resistencia al impacto Charpy mediante los métodos anteriormente mencionados. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 10 de más abajo.

[Tabla 10]

	Tipo de fibra de polipropileno ¹⁾	Propiedades físicas del producto moldeado por inyección	
		Resistencia a la tracción (MPa)	Resistencia al impacto Charpy con entalla (KJ/m ²)
Ejemplo 62	a-1	30	13,6
Ejemplo 63	a-2	32	14,3
Ejemplo 64	a-3	38	15,1
Ejemplo Comparativo 47	b-2	21	5,1

5 ¹⁾ Fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y fibra de polipropileno (b-2) obtenida en el Ejemplo Comparativo 2

10 Como resulta evidente de la Tabla 10 anterior, en los Ejemplos 62 a 64, los materiales compuestos que contenían cada uno una fibra corta de polipropileno en una matriz formada de un polietileno de baja densidad se prepararon utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) de la presente invención en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o en las que las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica es alta, y se forman las irregularidades dadas. A continuación, se produjo un producto moldeado mediante moldeo por inyección utilizando cada uno de los materiales compuestos. De este modo, los productos moldeados obtenidos en los Ejemplos 62 a 64 tienen cada uno una alta resistencia a la tracción y una alta resistencia al impacto Charpy, y tienen propiedades mecánicas excelentes.

20 En contraste, en el Ejemplo Comparativo 47, se preparó un material compuesto que contenía una fibra corta formada de la fibra de polipropileno (b-2) en la que tanto las propiedades de CDB como las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención en una matriz formada de un polietileno de baja densidad. A continuación, se produjo un producto moldeado mediante la utilización del material compuesto. De este modo, el producto moldeado obtenido en el Ejemplo Comparativo 47 tiene una resistencia a la tracción y una la resistencia al impacto Charpy que son ambas considerablemente bajas en comparación con las de los productos moldeados obtenidos en los Ejemplos 62 a 64, y tiene propiedades mecánicas notablemente inferiores a las de los productos moldeados de los Ejemplos 62 a 64.

25 <<Ejemplos 65 a 67 y Ejemplo Comparativo 48>> [producción de material compuesto (Composición de polietileno) y producto moldeado en forma de lámina que contienen cada uno la fibra de polipropileno en forma de fibra corta]

30 (1) Cada una de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y la fibra de polipropileno (b-2) obtenida en el Ejemplo Comparativo 2 se cortaron a una longitud de 5 mm para formar fibras cortas. Utilizando cada una de las fibras cortas de polipropileno, se produjo completamente un pélet de un material compuesto (composición de polietileno de baja densidad) que contenía la fibra de polipropileno corta en una matriz formada de un polietileno de baja densidad en el apartado (1) anterior cada una de la misma manera que en apartado (1) anterior de cada uno de los Ejemplos 62 a 64.

(2) El pélet obtenido en el apartado (1) se prensó con calor a una temperatura de 150°C para producir de este modo un producto moldeado en forma de lámina de 1 mm de grosor.

40 (3) Se recortó una pieza de ensayo en forma de pesa (Núm. 1) del producto moldeado en forma de lámina obtenido en el apartado (2) de acuerdo con JIS K6773, y se midió su resistencia a la tracción mediante el método anteriormente mencionado. Los resultados fueron los mostrados en la Tabla 11 de más abajo.

[Tabla 11]

	Tipo de fibra de polipropileno ¹⁾	Propiedades físicas del producto moldeado en forma de lámina
		Resistencia a la tracción (g/cm)
Ejemplo 65	a-1	23,5
Ejemplo 66	a-2	24,1
Ejemplo 67	a-3	25,5
Ejemplo Comparativo 48	b-2	13,2

¹⁾ Fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y fibra de polipropileno (b-2) obtenida en el Ejemplo Comparativo 2

5 Como resulta evidente de la Tabla 11 anterior, en los Ejemplos 65 a 67, se prepararon materiales compuestos que
 contenía cada uno una fibra corta de polipropileno en una matriz formada de un polietileno de baja densidad
 utilizando cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) de la presente invención en las que está contenido
 polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de
 CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las
 propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o
 10 en las que las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la
 fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica es alta, y se forman las
 irregularidades dadas. A continuación, se produjo un producto moldeado en forma de lámina mediante moldeo por
 inyección utilizando cada uno de los materiales compuestos. De este modo, los productos moldeados en forma de
 lámina obtenidos en los Ejemplos 65 a 67 tienen cada uno una alta resistencia a la tracción, y tienen propiedades
 15 mecánicas excelentes.

En contraste, en el Ejemplo Comparativo 48, se preparó un material compuesto que contiene una fibra corta formada
 de la fibra de polipropileno (b-2) en la que tanto las propiedades de CDB y las propiedades irregulares de la
 superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención en una matriz formada de un
 polietileno de baja densidad utilizando la fibra corta de polipropileno. A continuación, se produjo un producto
 20 moldeado en forma de lámina mediante la utilización del material compuesto. De este modo, el producto moldeado
 en forma de lámina obtenido en el Ejemplo Comparativo 48 tiene una resistencia a la tracción considerablemente
 baja en comparación con la de los productos moldeados en forma de lámina obtenidos en los Ejemplos 65 a 67, y
 tiene propiedades mecánicas notablemente inferiores a las de los productos moldeados en forma de lámina
 obtenidos en los Ejemplos 65 a 67.

25 <<Ejemplos 68 a 70 y Ejemplo Comparativo 49>> [Producción de material compuesto y producto laminado-
 moldeado que contienen cada uno la tela de fibra de polipropileno]

(1) Las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y la fibra de polipropileno (b-2) obtenida
 en el Ejemplo Comparativo 2 se agruparon para formar un hilo (hilo multifilamento) de aproximadamente 1.000 dtex.
 A continuación, utilizando el hilo multifilamento, se produjo una tela lisa en la que la densidad de tela base fue de 30
 30 piezas/25,4 mm (urdimbre) y 30 piezas/25,4 mm (trama).

(2) La tela lisa obtenida en el apartado (1) se impregnó con resina epoxídica [fabricada por Nagase Chemtec Co.,
 Ltd., Main agent: DENATool XNR6708, Agente de curado: DENATool XNH6708. Agente principal/Agente de
 curado = 100/33 (razón en masa)] para preparar de ese modo una tela plana impregnada con resina epoxídica
 [Cantidad de impregnación de la resina epoxídica = 58% en masa (1,4% veces en masa la de la tela lisa)]. Se
 35 laminaron 10 telas lisas impregnadas con resina epoxídica de esta clase mediante un método de laminado manual.
 El laminado se secó a 25°C durante 16 horas. Después de eso, el producto resultante se secó a 60°C durante 2
 horas en una secadora de convección de aire caliente, y a continuación se curó térmicamente a 120°C durante 3
 horas. Después de eso, el producto resultante se curó térmicamente a 160°C durante 1 hora adicional. De este
 modo, se produjo un producto laminado-moldeado de 3 mm de grosor.

40 (3) Se recortó una pieza de ensayo del producto laminado-moldeado obtenido en el apartado (2), y se realizó un
 ensayo de flexión de tres puntos mediante el método anteriormente mencionado para determinar de ese modo el
 módulo elástico de flexión y la resistencia a la flexión de la pieza de ensayo. Los resultados se muestran en la Tabla
 12 de más abajo.

[Tabla 12]

	Tipo de fibra de polipropileno ¹⁾	Propiedades físicas del producto moldeado en lámina	
		Módulo de elasticidad en la flexión (GPa)	Resistencia a la tracción (MPa)
Ejemplo 68	a-1	7,2	120
Ejemplo 69	a-2	8,1	132
Ejemplo 70	a-3	10,6	143
Ejemplo Comparativo 49	b-2	3,9	98

¹⁾ Fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) obtenidas en los Ejemplos 1 a 3 y fibra de polipropileno (b-2) obtenida en el Ejemplo Comparativo 2

5 Como resulta evidente de la Tabla 12 anterior, en los Ejemplos 68 a 70, utilizando una tela lisa formada de cualquiera de las fibras de polipropileno (a-1) a (a-3) de la presente invención en las que está contenido polipropileno que tiene una IPF de 94% o más, la tenacidad de la fibra es de 7 cN/dtex o más, y las propiedades de CDB satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; en las que la finura de una sola fibra y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención; o
 10 en las que las propiedades de CDB, la finura de una sola fibra, y las propiedades irregulares de la superficie de la fibra satisfacen los requerimientos definidos en la presente invención, la resistencia térmica es alta, y se forman las irregularidades dadas, se produjeron materiales compuestos que contenían cada uno la tela lisa de fibra de polipropileno) en una resina epoxídica. A continuación, cada uno de los materiales compuestos se curó para producir un producto laminado-moldeado. De este modo, los productos laminados-moldeados obtenidos en los Ejemplos 68 a
 15 70 tienen altos módulos de elasticidad en la flexión y las resistencias a la flexión, y tienen propiedades mecánicas excelentes.

En contraste, en el Ejemplo Comparativo 49, utilizando una tela lisa formada de la fibra de polipropileno (b-2) en la que tanto las propiedades de CDB como las propiedades irregulares de la superficie de la fibra quedaron fuera del alcance definido en la presente invención, se produjo un material compuesto que contenía la tela lisa de fibra de polipropileno en una matriz formada de una resina epoxídica. A continuación, se produjo un producto laminado-
 20 moldeado utilizando el material compuesto. De este modo, el producto laminado-moldeado obtenido en el Ejemplo Comparativo 49 tiene un módulo elástico de flexión y una resistencia a la flexión que son ambos considerablemente bajos en comparación con los de los productos laminados-moldeados obtenidos en los Ejemplos 68 a 70, y tienen propiedades mecánicas notablemente inferiores a los productos laminados-moldeados obtenidos en los Ejemplos 68 a 70.

25 **APLICABILIDAD INDUSTRIAL**

Las fibras de polipropileno (fibras de polipropileno A o C) de la presente invención, tienen una tenacidad de la fibra tal alta como de 7 cN/dtex o más y las propiedades de CDB específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención, y de este modo tienen una resistencia térmica excelente.

30 Adicionalmente, fuera de las fibras de polipropileno de la presente invención, las fibras de polipropileno (fibra de polipropileno C) de la presente invención que tienen las irregularidades específicas anteriormente mencionadas definidas en la presente invención en su superficie de la fibra tienen una tasa de retención de agua tal alta como 10% o más y un efecto ancla excelente en virtud de la estructura irregular.

35 Por lo tanto, las fibras de polipropileno de la presente invención que tienen las propiedades destacadas anteriormente mencionadas son extremadamente eficaces como material de refuerzo para una sustancia hidráulica, y se pueden utilizar eficazmente en diversas aplicaciones tipificadas por una estructura de cuerda, estructura de fibra en forma de lámina, y un material compuesto con un polímero orgánico.

REIVINDICACIONES

1. Una fibra de polipropileno que comprende polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más,

donde:

5 la fibra de polipropileno tiene una tenacidad de la fibra de 7 cN/dtex o más; y

una forma del pico endotérmico de la fibra de polipropileno mediante calorimetría diferencial de barrido (CDB) es una forma sencilla que tiene una anchura media de 10°C o inferior, y el cambio de entalpía de fusión (AH) de la fibra de polipropileno mediante CDB es 125 J/g o superior.

2. Una fibra de polipropileno que comprende polipropileno de acuerdo con la reivindicación 1,

10 donde:

la fibra de polipropileno tiene una finura de una sola fibra de 0,1 a 3 dtex; y

la fibra de polipropileno tiene, en su superficie, irregularidades que tienen un intervalo medio de 6,5 a 20 µm y una altura media de 0,35 a 1 µm como resultado de la presencia alternativa de una porción prominente que tiene un diámetro grande y una porción no prominente que tiene un diámetro pequeño a lo largo de su eje de la fibra.

15 3. La fibra de polipropileno de acuerdo con la reivindicación 2, donde la fibra de polipropileno tiene una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor.

4. Un método para producir la fibra de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende:

20 someter polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más hilatura directa; enfriar el producto resultante para solidificarlo de manera que se produzca una fibra de polipropileno no sometida a estiraje;

someter la fibra de polipropileno no estirada a pre-estiraje a una temperatura de 120 a 150°C y a un aumento de estiraje de 3 a 10 veces; y

25 someter el producto resultante a post-estiraje a un aumento de estiraje de 1,2 a 3,0 veces en condiciones de temperatura de 170 a 190°C, una tasa de deformación de 1,5 a 15 veces/min., y una tensión de estiraje de 1,0 a 2,5 cN/dtex.

5. El método de producción de acuerdo con la reivindicación 4, donde el aumento de estiraje total del pre-estiraje y el post-estiraje es de 3,9 a 20 veces.

30 6. El método de producción de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, donde un producto (A x B) de una velocidad de hilatura directa A (m/min.) en el momento de la producción de la fibra de polipropileno no sometida a estiraje y un aumento de estiraje total B (veces) del pre-estiraje y el post-estiraje es de 3.000 a 17.000 (m-veces/min.).

7. Una composición hidráulica que comprende la fibra de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

35 8. Un producto hidráulico que comprende la composición hidráulica de acuerdo con la reivindicación 7.

9. El producto hidráulico de acuerdo con la reivindicación 8, donde el producto hidráulico comprende un producto moldeado.

10. Una estructura de cuerda que comprende la fibra de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

40 11. Una estructura de fibra en forma de lámina que comprende la fibra de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

12. Una estructura de fibra en forma de lámina de acuerdo con la reivindicación 11, donde el contenido de la fibra de polipropileno que tiene una fracción de péntada isotáctica (IPF) de 94% o más es de 50% en masa o mayor.

45 13. Una estructura de fibra en forma de lámina de acuerdo con la reivindicación 11, donde la estructura de fibra en forma de lámina tiene una tasa de retención de agua de 10% en masa o mayor.

14. Un material compuesto que comprende la fibra de polipropileno de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en una matriz compuesta de un polímero orgánico.

5 15. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 14, donde la fibra de polipropileno en la matriz compuesta del polímero orgánico tiene forma de fibra corta, forma de fibra larga, forma de haz de fibras, forma de hilo, forma de tela tejida y tricotada, forma de tela no tejida, o forma de red.

16. Un material compuesto de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, donde el polímero orgánico comprende al menos una clase de un polímero orgánico seleccionado entre una resina termoplástica, una resina termoendurecible, y un polímero elastomérico.

10 17. Un producto moldeado que comprende el material compuesto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16.

Fig. 1

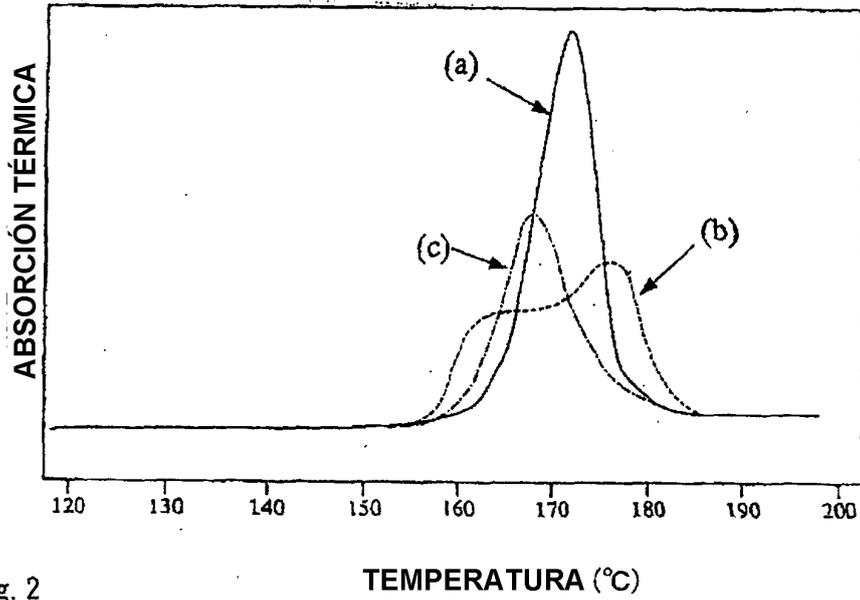


Fig. 2

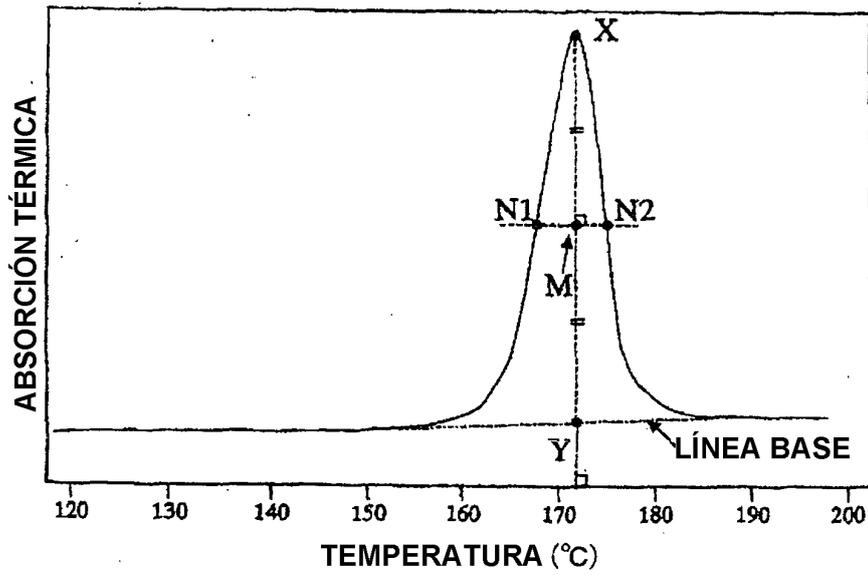


Fig. 3

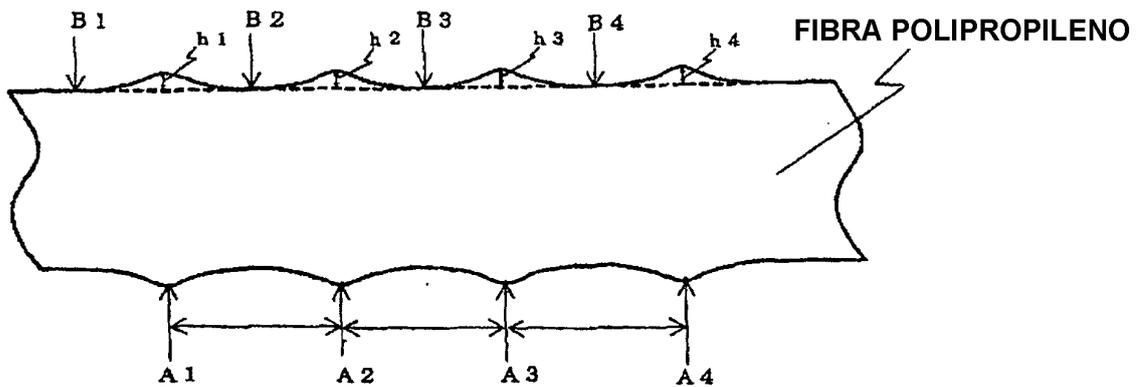


Fig. 4



Fig. 5

