

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 105**

51 Int. Cl.:

**C08J 5/24** (2006.01)  
**C08J 5/04** (2006.01)  
**D21F 1/02** (2006.01)  
**B29C 70/08** (2006.01)  
**B29C 70/50** (2006.01)  
**C08J 3/21** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2009 E 14180444 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2803694**

54 Título: **Preimpregnado, preforma, producto moldeado y procedimiento de fabricación de un preimpregnado**

30 Prioridad:

**31.07.2008 JP 2008197812**  
**31.07.2008 JP 2008198456**  
**31.07.2008 JP 2008198457**  
**31.07.2008 JP 2008198458**  
**31.03.2009 JP 2009085469**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.04.2020**

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)**  
**1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome Chuo-ku**  
**Tokyo, 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**TSUCHIYA, ATSUKI;**  
**HONMA, MASATO;**  
**SASAKI, HIDEAKI y**  
**MURAI, SHOJI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 755 105 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

Preimpregnado, preforma, producto moldeado y procedimiento de fabricación de un preimpregnado

### Campo técnico

5 La presente invención se refiere a preimpregnados en los que un material de base de fibra de refuerzo se ha impregnado con una resina, y a una preforma producida mediante la laminación de los mismos. En particular, la presente invención se refiere a preimpregnados en los que las fibras de refuerzo tienen un ángulo de orientación bidimensional específico y que tienen un espesor específico, y a una preforma producida mediante la laminación de los mismos. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un preimpregnado.

### Técnica antecedente

10 Los plásticos reforzados con fibra (FRP) son de peso ligero y tienen unas propiedades mecánicas superiores y, por lo tanto, se usan ampliamente para aplicaciones de electricidad o instrumentos eléctricos, aplicaciones de construcción o ingeniería civil, aplicaciones de máquina o componentes mecánicos, aplicaciones robóticas, aplicaciones de motocicletas o de automóviles, aplicaciones universales o aéreas, etc. Como fibras de refuerzo a usar en tal FRP, se han usado fibras de metal, tal como fibras de aluminio y fibras de acero inoxidable, fibras orgánicas, tal como fibras de aramida y fibras de PBO, fibras inorgánicas, tal como fibras de carburo de silicio, y  
15 fibras de carbono. De entre estas, se usa preferentemente fibra de carbono desde el punto de vista de ser excelente en cuanto a la resistencia específica y la rigidez específica y de ser capaz de proporcionar una ligereza excelente.

20 En la presente memoria, un ejemplo de FRP representativos como los plásticos reforzados con fibra de carbono (CFRP) es un producto moldeado producido al someter una preforma obtenida mediante la laminación de preimpregnados a un moldeo por prensado (un procedimiento de moldeo que comprende desespumar y conformar realizados bajo presurización). Los preimpregnados se producen, por lo general, mediante un procedimiento que comprende impregnar un material de base de fibra de refuerzo que se prepara disponiendo en una dirección o tejiendo fibras de refuerzo continuas con una resina.

25 Pueden obtenerse unas propiedades mecánicas superiores con los productos moldeados que se preparan mediante el uso de tales preimpregnados. Por otro lado, debido a que las fibras de refuerzo se usan en su forma continua original, estas son inadecuadas para una conformación para dar una forma complicada. Además, debido a que el ángulo de laminación de los preimpregnados tiene una gran influencia sobre las propiedades, es necesario laminar preimpregnados prestando atención al ángulo de laminación. Dicho de otra forma, debido a que una etapa de laminación requiere tiempo y esfuerzo y el coste aumenta en consecuencia (es decir, aumentará la carga económica causada por la etapa de laminación), su uso es restringido.  
30

El documento de patente 1 propone un preimpregnado que es efectivo para una conformación para dar una forma complicada mediante el corte de fibras de refuerzo para dar una longitud específica. No obstante, debido a que una etapa de laminación requiere tiempo y esfuerzo como el que se ha mencionado en lo que antecede, la carga económica no se ha eliminado.

35 Por otro lado, también se han propuesto FRP usando fibras de refuerzo discontinuas. Los compuestos de moldeo de láminas (SMC) y los materiales de base de malla de vidrio (GMT) son materiales convenientes para un moldeo por prensado. No obstante, su uso está restringido debido a que sus propiedades mecánicas, tal como la resistencia específica y la rigidez específica, son malas, es difícil la aplicación de estos a productos moldeados delgados, y apenas se obtienen unas propiedades mecánicas isotrópicas debido a que la resina fluye mucho en el momento del moldeo, y sus características varían ampliamente.  
40

Cada uno de los documentos de patente 2, 3 propone un material de lámina en el que pueden obtenerse unas propiedades más isotrópicas mediante la dispersión de fibras de refuerzo en forma de haz. En el documento de patente 4 se propone un material de lámina con las propiedades mecánicas superiores causadas por una dispersión uniforme de fibras de carbono. No obstante, debido a que la totalidad de estas no pueden procesarse para que sean delgadas como un preimpregnado y la resina fluye en gran medida en el momento de la conformación, una propiedad isotrópica puede verse afectada, y las propiedades mecánicas también pueden disminuir.  
45

Además, en el documento de patente 5 se propone un producto moldeado en el que se han fijado fibras de carbono a la vez que se están dispersando de forma aleatoria en forma de hilo individual. También en este procedimiento, hay un límite en el procesamiento de este para que sea delgado y, por lo tanto, el grado de libertad de laminación de una preforma está restringido. Además, debido a que es imposible producir un gran número de preformas, la carga económica no se ha eliminado.  
50

### Documentos de la técnica anterior

#### Documentos de patente

Documento de patente 1: JP 2007-146151 A

Documento de patente 2: patente de Japón con N° 2507565  
Documento de patente 3: patente de Japón con N° 1761874  
Documento de patente 4: JP 6-99431 A  
Documento de patente 5: WO2007/097436  
Documento de patente 6: JP 2007-231441 A  
Documento de patente 7: EP 1006237 A1

## **Sumario de la invención**

### **Problema a solucionar por la invención**

Al considerar los antecedentes de las tecnologías convencionales, un objeto de la presente invención es la provisión de un preimpregnado que puede aplicarse a un producto moldeado delgado para el que los productos moldeados laminados han sido inadecuados y es superior en cuanto a las propiedades mecánicas isotrópicas y que puede proporcionar un producto moldeado con una forma complicada, y una preforma.

### **Medios para solucionar los problemas**

La presente invención se expone en las reivindicaciones adjuntas. El preimpregnado de la presente invención es un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica, en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de más de 10 mm, de un 50 a un 100 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de menos de 2 mm, y el promedio de los ángulos de orientación bidimensional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) que está contenido en el preimpregnado y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80°, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es 0,01 MPa o superior.

Un procedimiento de fabricación del preimpregnado de la presente invención comprende la etapa (I) de dispersión de un haz de fibras de refuerzo para obtener una lámina, material textil o banda de material de base de fibra de refuerzo, etapa (II) de provisión de un aglutinante al material de base de fibra de refuerzo producido en la etapa (I) y etapa (III) de hibridación de una resina de matriz compuesta de una resina termoplástica con el material de base de fibra de refuerzo provisto del aglutinante producido en la etapa (II), en la que las etapas (I) a (II) se llevan a cabo en línea.

Además, la preforma de la presente invención es una preforma que comprende por lo menos, como una unidad de laminación, un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica y en el que el promedio de los ángulos de orientación bidimensional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80°, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es 0,01 MPa o superior.

### **Efecto de la invención**

Debido a que las fibras de refuerzo tienen una longitud de fibra específica y un ángulo de orientación bidimensional específico en el preimpregnado de la presente invención, en la laminación de preimpregnados no se da lugar a una gran restricción debido a un ángulo de laminación y puede obtenerse un producto moldeado que es isotrópicamente superior en cuanto a las propiedades mecánicas. El preimpregnado de la presente invención puede aplicarse a productos moldeados delgados para los que los productos moldeados laminados convencionales han sido inadecuados al hacer que este tenga un espesor específico y, además, este puede reducir la proporción de fibras de refuerzo en la dirección del espesor en la capa, de tal modo que el mismo puede potenciar un efecto de refuerzo en el mismo plano. Además, el preimpregnado de la presente invención es superior en cuanto a la labrabilidad en el momento de la laminación y es efectivo en la aplicación a una amplia diversidad de usos debido a posesión por su parte de una resistencia a la tracción específica.

Además, debido a que las fibras de refuerzo que están contenidas en los preimpregnados tienen unos ángulos de orientación bidimensional específicos y se hace que los preimpregnados tengan un espesor específico, la preforma de la presente invención puede reducir la proporción de fibras de refuerzo en la dirección del espesor, puede reducir la interferencia entre capas, y puede aumentar la aptitud para la conformación en el moldeo por prensado. Por lo tanto es posible obtener un producto moldeado que satisface la aptitud para el moldeo de una forma complicada y las propiedades mecánicas, que fue inadecuada para los productos moldeados laminados convencionales.

### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del estado de dispersión de las fibras de refuerzo en el preimpregnado de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un útil de combustión para medir el ángulo de orientación bidimensional de un preimpregnado.

La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de

fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un producto con forma de caja que puede obtenerse mediante el uso del preimpregnado y la preforma de la presente invención.

La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un producto con forma de caja que puede obtenerse mediante el uso del preimpregnado y la preforma de la presente invención.

La figura 6 es un diagrama esquemático de laminación usando un preimpregnado de la presente invención y GMT.

La figura 7 es un diagrama esquemático de un preimpregnado de fibra de carbono con cortes.

La figura 8 es un diagrama esquemático de un capó de automóvil moldeado.

La figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un preimpregnado.

La figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un preimpregnado.

La figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un preimpregnado.

La figura 12 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un preimpregnado.

La figura 13 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 14 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 15 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 16 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 17 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 18 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 19 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 20 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la relación de posición observada en sentido horizontal de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel, y una porción de transporte.

La figura 20 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de la forma en sección de una porción de transporte.

La figura 22 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 23 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 24 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 25 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 26 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 27 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 28 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 29 es un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo del aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel).

La figura 30 es un diagrama esquemático de una lechada que contiene fibras de refuerzo.

### **Modo para llevar a cabo la invención**

El preimpregnado de la presente invención es un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica, en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de más de 10 mm, de un 50 a un 100 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de menos de 2 mm, y el promedio de los ángulos de orientación bidimensional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80°, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es 0,01 MPa o superior. En primer lugar, se explican estos constituyentes.

[Material de base de fibra de refuerzo]

El material de base de fibra de refuerzo en la presente invención quiere decir a precursor que se ha procesado para dar una forma de lámina, material textil o banda. El material de base de fibra de refuerzo no está particularmente limitado con respecto a su forma o conformación si este tiene, entre las fibras de refuerzo, huecos en los que penetra la resina. Por ejemplo, es admisible que las fibras de refuerzo se hayan mezclado con fibras orgánicas, un compuesto orgánico, o un compuesto inorgánico, que las fibras de refuerzo se hayan sellado con otro componente,

o que las fibras de refuerzo se hayan unido a un componente de resina. Desde el punto de vista de fabricar fácilmente la orientación bidimensional de las fibras de refuerzo en la presente invención, una base que se encuentra en forma de material textil no tejido que puede obtenerse mediante un procedimiento en seco o un procedimiento en húmedo y en el que se han abierto unas fibras de refuerzo y las fibras de refuerzo se han sellado junto con un compuesto orgánico puede proporcionarse como un ejemplo de una forma preferente del material de base de fibra de refuerzo.

Además, es preferente que el material de base de fibra de refuerzo que va a usarse en la presente invención contenga huecos suficientes para hacer que un componente de resina, que se volverá una matriz, penetre en el mismo, y por esta razón, es preferente hacer el material de base de fibra de refuerzo para asegurar la permeabilidad a los gases. La permeabilidad a los gases puede medirse, por ejemplo, mediante el procedimiento de comprobador de tipo Gurley basado en la norma JIS P8117 o el procedimiento de tipo Frazier basado en la norma ASTM D737. De estos, se prefiere usar la cantidad de aire ( $\text{cm}^3 / \text{cm}^2 \cdot \text{s}$ ) que se determina mediante el procedimiento de tipo Frazier basado en la norma ASTM D737 como una medida con el fin de evaluar un material que es mejor en cuanto a la permeabilidad a los gases. Una cantidad preferente de aire que ha de determinarse mediante el procedimiento de tipo Frazier basado en la norma ASTM D737 es 50 o superior, más preferentemente 70 o superior, y de manera particularmente preferente 100 o superior. A pesar de que el límite superior de la cantidad de aire no está particularmente restringido, en general, puede proporcionarse como un ejemplo una cantidad de 1000 o inferior.

[Fibra de refuerzo]

Las fibras de refuerzo a usar en el preimpregnado de la presente invención no están particularmente restringidas y, por ejemplo, pueden usarse fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de alúmina, fibras de carburo de silicio, fibras de boro, fibras de metal, fibras naturales, y fibras minerales. Estos tipos de fibra pueden usarse de forma individual o pueden usarse dos o más tipos de fibras en combinación. En particular, desde el punto de vista de la reducción de peso, se usan preferentemente fibras de carbono de tipo PAN, de tipo brea, de tipo rayón, o similar, debido a que estas tienen una resistencia y una rigidez específica altas. Desde el punto de vista de aumentar la rentabilidad de un producto moldeado que va a obtenerse, se usan preferentemente fibras de vidrio, y es preferente usar fibras de carbono y fibras de vidrio de manera conjunta en combinación desde el punto de vista del equilibrio entre las propiedades mecánicas y la rentabilidad. Desde el punto de vista de aumentar la absorbabilidad de impactos o la aptitud para la conformación de un producto moldeado que va a obtenerse, se usan preferentemente fibras de aramida, y es preferente usar fibras de carbono y fibras de aramida de manera conjunta en combinación desde el punto de vista del equilibrio entre las propiedades mecánicas y la absorbabilidad de impactos. Además, desde el punto de vista de aumentar la conductividad eléctrica de un producto moldeado que va a obtenerse, también es admisible usar unas fibras de refuerzo que están revestidas con metal, tal como níquel, cobre e iterbio.

[Fibra de carbono]

Las fibras de carbono son preferentemente aquellas con una relación de concentración de oxígeno en superficie O / C medida por la espectroscopía fotoelectrónica de rayos X de 0,05 a 0,5, más preferentemente de 0,06 a 0,3, e incluso más preferentemente de 0,07 a 0,2. Cuando la relación de concentración de oxígeno en superficie es de 0,05 o más, la cantidad de grupos funcionales polares de la superficie de las fibras de carbono está asegurada y la afinidad con una composición de resina termoplástica se vuelve alta y, por lo tanto, puede conseguirse una adhesión más fuerte. Cuando la relación de concentración de oxígeno en superficie es de 0,5 o inferior, es posible reducir la caída de la resistencia de las fibras de carbono causada por la oxidación superficial.

La relación de concentración de oxígeno en superficie quiere decir la relación de números atómicos de oxígeno (O) a carbono (C) de la superficie de la fibra. El procedimiento en el que la relación de concentración de oxígeno en superficie se determina mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X se explica en lo sucesivo con referencia a un ejemplo. En primer lugar, se retira un agente de encolado o similar, pegado sobre la superficie de la fibra de carbono. Posteriormente, las fibras de carbono se cortan para dar 20 mm y se esparcen y se disponen sobre un soporte de muestras de cobre. A continuación, el interior de una cámara de muestras se mantiene a  $1 \times 10^8$  Torr ( $1,33 \times 10^4$  MPa) mediante el uso de A1K $\alpha$ 1, 2 como una fuente de rayos X. El valor de la energía cinética (E. C.) del pico primario de C<sub>1s</sub> se ajusta a 1202 eV como un valor de corrección de un pico que acompaña a la electrificación en el momento de la medición. El área del pico de C<sub>1s</sub> se determina mediante el trazado de una línea de base recta dentro de un intervalo de 1191 a 1205 eV en E. C. El área del pico de O<sub>1s</sub> se determina mediante el trazado de una línea de base recta dentro de un intervalo de 947 a 959 eV en E. C.

La relación de concentración de oxígeno en superficie es un valor que se calcula como una relación de números atómicos a partir de la relación del área de pico de O<sub>1s</sub> y el área de pico de C<sub>1s</sub> usando un valor de corrección de sensibilidad que es inherente a un instrumento. Esta puede calcularse mediante el uso del Modelo ES-200 fabricado por International Electric Co., Ltd., como un espectrómetro fotoelectrónico de rayos X y usando 1,74 como un valor de corrección de sensibilidad.

Los medios para controlar la concentración de oxígeno en superficie O / C de las fibras de carbono para que sea de 0,05 a 0,5 no están particularmente restringidos y los ejemplos de los mismos incluyen unas técnicas tales como

tratamiento de oxidación con campo eléctrico, tratamiento de oxidación con solución química, y tratamiento de oxidación en fase de vapor. De entre estos, el tratamiento de oxidación con campo eléctrico se prefiere debido a que este es sencillo de manejar.

5 Como una solución electrolítica que va a usarse para un tratamiento de oxidación con campo eléctrico, se usan de manera conveniente unas soluciones acuosas de los compuestos que se enumeran en lo sucesivo. Los compuestos incluyen ácidos inorgánicos, tal como ácido sulfúrico, ácido nítrico, y ácido clorhídrico, hidróxidos inorgánicos, tal como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio e hidróxido de bario, amoníaco, sales de metal inorgánicas, tal como carbonato de sodio e hidrógeno carbonato de sodio, sales orgánicas, tal como acetato de sodio y benzoato de sodio, sal de potasio, sales de bario, otras sales de metal, y sales de amonio en lugar de estas sales de sodio, y compuestos orgánicos tales como hidrazina. De entre estos, se prefieren ácidos inorgánicos como una solución electrolítica, y ácido sulfúrico y ácido nítrico se usan de manera particularmente preferente. En lo que respecta al grado de tratamiento con campo eléctrico, la relación O / C de la superficie de la fibra de carbono puede controlarse mediante la determinación de la cantidad de electricidad que fluye durante el tratamiento con campo eléctrico.

[Preimpregnado]

15 El preimpregnado de la presente invención puede mantener su forma como un preimpregnado mediante la penetración de una resina en los huecos del material de base de fibra de refuerzo que se ha mencionado en lo que antecede. Además, una preforma puede producirse mediante la laminación de los preimpregnados con estabilidad mientras que las fibras de refuerzo están fijadas. Es decir, el tiempo y esfuerzo en un procedimiento de laminación pueden reducirse y, de ese modo, puede reducirse la carga económica. En particular desde el punto de vista de la mejora del comportamiento de manejo de preimpregnados en la laminación de los preimpregnados y reducir adicionalmente el tiempo y esfuerzo para el trabajo, es importante ajustar la orientación de las fibras de refuerzo al interior de un intervalo específico. Esto puede evitar la interferencia en la dirección del espesor y, por lo tanto, puede asegurar la isotropía de un producto moldeado incluso si los preimpregnados se laminan de manera simple. Además, el ajuste de la longitud de las fibras de refuerzo al interior de un intervalo específico no solo da como resultado que un producto moldeado que va a obtenerse es superior en cuanto a las propiedades mecánicas, sino que este también hace posible inhibir la dilatación en espesor de los preimpregnados o una preforma que se obtiene mediante la laminación de los preimpregnados y permitir que estos se transfieran sin limitación alguna de tamaño o de forma y se sometan a un procedimiento de moldeo.

20 La "isotropía" tal como se hace referencia en el presente documento quiere decir que cuando un preimpregnado o una preforma que se produce mediante la laminación de preimpregnados se procesa para dar un producto moldeado, el producto moldeado muestra unas características uniformes, tales como resistencia específica, rigidez específica y coeficiente de dilatación lineal, con independencia de la dirección en el plano del producto moldeado.

25 En la presente memoria, es importante que el material de base de fibra de refuerzo en la presente invención esté compuesto de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra que supera 10 mm, de un 50 a un 100 % en masa de fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra de menos de 2 mm. Si la cantidad de las fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra que supera 10 mm supera un 50 % en masa, la dilatación en espesor en un procedimiento de laminación o un procedimiento de moldeo puede volverse grande y el comportamiento de manejo puede verse afectado. Si la cantidad de fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra de menos de 2 mm supera un 50 % en masa, no solo pueden deteriorarse las propiedades mecánicas de un producto moldeado que va a obtenerse, sino que un preimpregnado o una preforma que va a obtenerse mediante la laminación de preimpregnados tampoco puede asegurar una resistencia suficiente y, como resultado, la aptitud para el moldeo puede verse afectada. Desde estos puntos de vista, es preferente que el material de base de fibra de refuerzo comprenda de un 80 a un 100 % en masa de fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra de 3 a 8 mm. Además, es más preferente que la distribución de la longitud de fibra del material de base de fibra de refuerzo tenga por lo menos dos picos y por lo menos un pico se encuentre dentro de un intervalo de longitudes de fibra de 5 a 10 mm y por lo menos un pico se encuentre dentro de un intervalo de longitudes de fibra de 2 a 5 mm. Al llevar la distribución de la longitud de fibra hasta un intervalo más preferente de este tipo, es posible usar fibras de refuerzo para asegurar las propiedades mecánicas y fibras de refuerzo para asegurar el comportamiento de manejo de una preforma en un procedimiento de laminación o un procedimiento de moldeo de manera conjunta y para reconciliar fácilmente las características de ambos tipos de fibras de refuerzo. El porcentaje en masa de fibra de refuerzo al que se hace referencia en el presente documento indica el porcentaje de la longitud de fibra en promedio en número cuando la cantidad de la totalidad de las fibras de refuerzo que forman el material de base de fibra de refuerzo es 100 % en masa.

30 Los ejemplos del procedimiento para medir la longitud de fibra de las fibras de refuerzo incluyen un procedimiento en el que unas fibras de refuerzo se retiran directamente de un material de base de fibra de refuerzo, y un procedimiento en el que la resina de un preimpregnado se disuelve mediante el uso de un disolvente que puede disolver solo la resina y las restantes fibras de refuerzo se recogen mediante filtración y se miden mediante observación microscópica (un procedimiento de disolución). En un caso en el que ningún disolvente pueda disolver la resina, se encuentra disponible un procedimiento que comprende retirar por combustión solo la resina dentro de un intervalo de temperatura en el que las fibras de refuerzo no pierden su peso debido a la oxidación para aislar las

5 fibras de refuerzo y medir estas mediante observaciones microscópicas (un procedimiento de retirada por combustión). La medición puede hacerse mediante la selección de 400 fibras de refuerzo de forma aleatoria, midiendo la longitud de las mismas hasta 1  $\mu\text{m}$  mediante el uso de un microscopio óptico y, a continuación, midiendo las longitudes de fibra y las proporciones de las mismas. Al comparar un procedimiento de extracción de fibras de refuerzo directamente de un material de base de fibra de refuerzo con un procedimiento de extracción de fibras de refuerzo de un preimpregnado mediante un procedimiento de retirada por combustión o un procedimiento de disolución, no tendrá lugar diferencia particular alguna entre los resultados que van a obtenerse si las condiciones se seleccionan de manera apropiada.

10 Además, la orientación de las fibras de refuerzo en la presente invención puede definirse mediante un ángulo de orientación bidimensional. En general, un material de base de fibra de refuerzo está compuesto a menudo por unas fibras de refuerzo en forma de haz, y, por lo tanto, es difícil asegurar la isotropía como un preimpregnado, y la penetración de la resina en un haz es insuficiente y esto puede dar lugar a una disminución en la resistencia de un producto moldeado. Incluso si un haz de fibras de refuerzo se dispersa en hilos individuales, se producirá un resultado similar si los hilos individuales de las fibras de refuerzo entran en contacto una con otra en paralelo.

15 Además, la orientación de las fibras en la dirección del espesor puede dar lugar a la dilatación del espesor de un preimpregnado o una preforma que va a obtenerse mediante la laminación de preimpregnados y esta puede afectar de manera destacable al comportamiento de manejo y la aptitud para el moldeo.

20 En la presente memoria, el ángulo de orientación bidimensional que está formado por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que interseca con el filamento de refuerzo (a) en la presente invención se explica con referencia a un dibujo. La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un estado de dispersión de las fibras de refuerzo que se observa cuando solo fibras de refuerzo de un ejemplo del preimpregnado de la presente invención se observan a partir de la dirección del plano. Cuando se selecciona el filamento de refuerzo 1, el filamento de refuerzo 1 interseca con los filamentos de refuerzo 2 a 7. La intersección tal como se hace referencia a la misma en el presente documento quiere decir un estado en el que se observa que un filamento de refuerzo (a) particular interseca con otro filamento de refuerzo (b) en un plano bidimensional observado. En un preimpregnado real, no se requiere necesariamente que la fibra de refuerzo 1 se encuentre en contacto con las fibras de refuerzo 2 a 7. El ángulo de orientación bidimensional se define como un ángulo  $\theta$  que mide de 0 a 90° de los dos ángulos que están formados por dos filamentos de refuerzo cruzados.

30 A pesar de que no hay restricción alguna con el procedimiento para medir de manera concreta el valor de promedio de los ángulos de orientación bidimensional con respecto a un preimpregnado, un procedimiento que comprende observar la orientación de las fibras de refuerzo con respecto a la superficie de un preimpregnado puede proporcionarse como un ejemplo. En este caso, es preferente pulir la superficie del preimpregnado para exponer las fibras debido a que se vuelve más fácil observar las fibras de refuerzo. Otro ejemplo es un procedimiento que comprende observar la orientación de las fibras de refuerzo mediante la aplicación de luz transmitida a un preimpregnado. En este caso, es preferente cortar el preimpregnado debido a que se vuelve más fácil observar las fibras de refuerzo. Todavía otro ejemplo es un procedimiento que comprende observar un preimpregnado mediante transmisión de CT de rayos X para fotografiar una imagen de la orientación de las fibras de refuerzo. En el caso de unas fibras de refuerzo con una alta transparencia a los rayos X, es preferente mezclar fibras para un indicador con las fibras de refuerzo o aplicar un agente químico a las fibras de refuerzo debido a que se vuelve más fácil observar las fibras de refuerzo.

40 Cuando es difícil realizar una medición mediante los procedimientos que se han mencionado en lo que antecede, un procedimiento que comprende retirar una resina a la vez que no se destruye la estructura de las fibras de refuerzo y, a continuación, observar la orientación de las fibras de refuerzo puede proporcionarse como un ejemplo. Por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 2 (a), la medición puede realizarse mediante la intercalación de un preimpregnado entre dos láminas de malla de acero inoxidable, la fijación de estas con tornillos o similar, de tal modo que podría evitarse que el preimpregnado se moviera, a continuación la retirada por combustión de los componentes de resina, y la observación del material de base de fibra de refuerzo resultante (figura 2(b)) con un microscopio óptico o un microscopio electrónico.

50 El promedio de los ángulos de orientación bidimensional en la presente invención se mide en los siguientes procedimientos I y II.

I. Ángulos de orientación bidimensional que están formados por un filamento de refuerzo (a) que se selecciona de forma aleatoria (el filamento de refuerzo 1 en la figura 1) y cada uno de la totalidad de los filamentos de refuerzo (b) que intersecan con el filamento de refuerzo (a), la totalidad de los filamentos de refuerzo (b) que intersecan con este filamento de refuerzo (a) (los filamentos de refuerzo 2 a 7 en la figura 1) se miden, y se calcula su valor promedio. Cuando hay un gran número de filamentos de refuerzo (b) que intersecan con el filamento de refuerzo (a), un valor promedio medido mediante la selección de 20 filamentos de refuerzo que intersecan (b) de forma aleatoria puede ser como una sustitución.

II. La medición de I., se repite para otros filamentos de refuerzo (a) cinco veces en total y el promedio de las mediciones se calcula como el promedio del ángulo de orientación bidimensional.

60 El promedio de los ángulos de orientación bidimensional de las fibras de refuerzo en la presente invención es de 10

a 80°, preferentemente de 20 a 70°, y más preferentemente de 30 a 60°, y este es mejor que el promedio se encuentre más cerca de 45°, que es el ángulo ideal. Que el promedio de los ángulos de orientación bidimensional sea más pequeño que 10° o superior grande que 80° quiere decir que muchas fibras de refuerzo permanecen en forma de haz, y esto da como resultado un deterioro de las propiedades mecánicas. Además, cuando la isotropía bidimensional se ve afectada, es necesario laminar muchos preimpregnados de tal modo que la orientación de las fibras de refuerzo se dispone en unas direcciones respectivas con el fin de asegurar la isotropía de las propiedades de un producto moldeado. Cuando las fibras de refuerzo de la dirección del espesor no pueden ignorarse, se vuelve difícil manejar, por ejemplo, disponer o transferir, preimpregnados en la laminación de estos, de tal modo que la carga económica en un procedimiento de laminación puede aumentar.

Se puede hacer que el ángulo de orientación bidimensional se acerque a un ángulo ideal mediante la dispersión de fibras de refuerzo y la disposición de estas de forma plana cuando se fabrica un material de base de fibra de refuerzo. Con el fin de aumentar el grado de la dispersión de las fibras de refuerzo, puede usarse un procedimiento en seco o un procedimiento en húmedo. El procedimiento en seco es un procedimiento en la dispersión de un haz de fibras de refuerzo se realiza en el aire. El procedimiento en húmedo es un procedimiento en la dispersión de un haz de fibras de refuerzo se realiza en agua. En lo que respecta al procedimiento en seco, un procedimiento de provisión de una barra de filamentación, un procedimiento de hacer que vibre una barra de filamentación, un procedimiento de hacer aberturas de una carda más pequeñas, y un procedimiento de ajuste de la tasa de rotación de una carda pueden proporcionarse como ejemplos. En lo que respecta al procedimiento en húmedo, un procedimiento de ajuste de las condiciones de agitación en la dispersión de fibras de refuerzo, un procedimiento de reducción de la concentración, un procedimiento de ajuste de la viscosidad de una solución, y un procedimiento de inhibición de un torbellino en la transferencia de un líquido de dispersión pueden proporcionarse como ejemplos.

Con el fin de disponer las fibras de refuerzo de forma plana, un procedimiento de uso de electricidad estática cuando se acumulan fibras de refuerzo, un procedimiento de uso de un flujo de aire regulado, y un procedimiento de ajuste de la tasa de acarreo de un transportador pueden proporcionarse como ejemplos del procedimiento en seco. En lo que respecta así mismo al procedimiento en húmedo, un procedimiento de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo dispersadas usando una onda ultrasónica o similar, un procedimiento de ajuste de la tasa de filtración, un procedimiento de ajuste del diámetro de malla de un transportador, un procedimiento de ajuste de la tasa de acarreo de un transportador pueden proporcionarse como ejemplos. Estos procedimientos no están particularmente limitados y pueden conseguirse también mediante el control de otras condiciones de fabricación a la vez que se verifica el estado de un material de base de fibra de refuerzo.

En particular, cuando la fabricación se realiza mediante el procedimiento en húmedo, un procedimiento de uso de un aparato para fabricar un material de base de fabricación de papel tal como se ilustra en la figura 3 puede proporcionarse como un ejemplo. El gramaje del material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse puede aumentarse mediante el aumento de la concentración de fibras que ha de cargarse. Además, el gramaje puede ajustarse también mediante el ajuste de la tasa de flujo (caudal) de un líquido de dispersión y la velocidad de un transportador de malla. Por ejemplo, el gramaje de un material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse puede aumentarse mediante el aumento de la tasa de flujo del líquido de dispersión a la vez que se fija la velocidad del transportador de malla. El gramaje del material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse puede obtenerse a la inversa mediante la reducción de la tasa de flujo del líquido de dispersión a la vez que se fija la velocidad del transportador de malla. Además, también es posible controlar la orientación de las fibras mediante el ajuste de la velocidad del transportador de malla en relación con la tasa de flujo del líquido de dispersión. Por ejemplo, si la velocidad de un transportador de malla se aumenta en relación con la tasa de flujo de un líquido de dispersión, la orientación de las fibras en un material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse se vuelve propensa a coincidir con el sentido de acarreo del transportador de malla. Tal como se ha mencionado en lo que antecede, la fabricación de un material de base de fibra de refuerzo puede realizarse mediante el ajuste de diversos parámetros.

Desde el punto de vista de la reconciliación de las características físicas y la aptitud para el moldeo, el porcentaje en masa de los materiales de base de fibra de refuerzo en el preimpregnado de la presente invención es preferentemente de un 5 a un 60 % en masa en relación con 100 % en masa del preimpregnado, más preferentemente de un 10 a un 60 % en masa, incluso más preferentemente de un 10 a un 50 % en masa, y de manera particularmente preferente de un 15 a un 40 % en masa. En el preimpregnado de la presente invención, a pesar de que se requiere que la resina penetre en huecos del sustrato de fibras de refuerzo, la relación de impregnación es preferentemente de un 30 a un 100 %, más preferentemente de un 40 a un 100 %, e incluso más preferentemente de un 50 a un 100 %. Si la relación de impregnación se encuentra dentro del intervalo preferente, esta puede usarse sin afectar a la susceptibilidad de manejo y la aptitud para el moldeo del preimpregnado, que son los efectos de la presente invención. Desde el punto de vista de la mejora de la reducción de peso del producto moldeado que va a obtenerse mediante el uso del preimpregnado de la presente invención, la relación de volumen de las fibras de refuerzo que se determina cuando la relación de impregnación de la resina se convierte a un 100 % es preferentemente de hasta un 50 %, más preferentemente de hasta un 40 %, e incluso más preferentemente de un 10 a un 30 %.

La relación de impregnación no está particularmente restringida con respecto a su procedimiento de medición y puede medirse mediante, por ejemplo, procedimientos simples que se proporcionan en lo sucesivo. Los ejemplos incluyen un procedimiento que comprende observar una sección de un preimpregnado en primer lugar, calcular el

5 área total de los huecos sobre la base de una fotografía microscópica, y dividir esta por el área del material de base de fibra de refuerzo, un procedimiento que comprende determinar esta a partir de la relación ( $hc_0 / h_0$ ) del espesor  $h_0$  de un preimpregnado a 23 °C con respecto al espesor  $hc_0$  a 23 °C después de moldear por prensado el mismo, y un procedimiento que comprende determinar esta a partir de la relación de la densidad teórica que se calcula a partir de las relaciones usadas de materiales respectivos con respecto a la densidad aparente del preimpregnado. En la presente memoria, el procedimiento de cálculo mediante la observación de una sección de un preimpregnado en la dirección del espesor y la medición del área de proporciones vacías en la sección y el área de la totalidad de la sección se explica de manera concreta. A saber, este es un procedimiento que comprende envolver un preimpregnado con una resina termoestable tal como epoxi, pulir una superficie que es un extremo de sección del preimpregnado, observar un intervalo de aproximadamente 500 a aproximadamente 1000  $\mu\text{m}$  de anchura con un microscopio óptico o un microscopio electrónico, medir, en relación de contraste, el área de los sitios en los que la resina ha penetrado y el área de los sitios en los que no ha penetrado resina alguna, y calcular la relación de impregnación de resina mediante la siguiente fórmula.

15 **- Relación de impregnación de resina (%) = 100 x (el área total de los sitios en los que la resina ha penetrado) / (el área total en sección transversal del sitio observado del preimpregnado sin incluir porciones de fibra de refuerzo)**

20 La densidad aparente de un preimpregnado puede calcularse a partir del volumen a 23 °C y la masa del preimpregnado. La densidad aparente del preimpregnado de la presente invención es preferentemente de 0,8 a 1,5, más preferentemente de 0,9 a 1,4, e incluso más preferentemente de 1,0 a 1,3. Si la densidad aparente es un intervalo preferente, un producto moldeado usando el preimpregnado de la presente invención puede asegurar una ligereza suficiente. Por la misma razón, el gramaje del preimpregnado es preferentemente de 10 a 500  $\text{g} / \text{m}^2$ , más preferentemente de 30 a 400  $\text{g} / \text{m}^2$ , e incluso más preferentemente de 100 a 300  $\text{g} / \text{m}^2$ .

25 En lo que respecta al espesor del preimpregnado de la presente invención, desde el punto de vista de la susceptibilidad de manejo en una etapa de laminación para producir una preforma, el espesor  $h_0$  a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, preferentemente de 0,05 a 0,8 mm, y más preferentemente de 0,1 a 0,6 mm. Si  $h_0$  es de menos de 0,03 mm, el preimpregnado puede romperse, mientras que si este supera 1 mm, la aptitud para la conformación puede verse afectada.

30 El preimpregnado de la presente invención es deseable debido a que este puede transferirse a un molde con estabilidad mediante la inhibición de la dilatación en espesor en el moldeo cuando se ha procesado para dar una preforma. En una etapa de laminación de preimpregnados y una etapa de moldeo de una preforma, es necesario realizar un precalentamiento desde el punto de vista de la adhesividad o la aptitud para la conformación de control. Por lo tanto, es preferente que el espesor  $h_n$  (mm) del preimpregnado a ( $n \times 100$ ) °C sea  $h_0 \leq h_n \leq h_0 \times (2n + 1)$  ( $n$  es por lo menos un número natural seleccionado de entre 1, 2, 3 y 4), más preferentemente  $h_0 \leq h_n \leq h_0 \times 2n$ , y de manera particularmente preferente  $h_0 \leq h_n \leq h_0 \times (2n - 1)$ . El espesor del preimpregnado a ( $n \times 100$ ) °C puede medirse mediante el uso de unos medios de medición existentes, tal como un calibre, un medidor de desplazamiento con láser y una medición del espesor mediante fotografía, después de dejar en reposo el preimpregnado durante 10 minutos en una atmósfera de una temperatura a la que va a llevarse a cabo la medición.

40 En la presente memoria, se entenderá que, cuanto más grande sea  $n$ , más alta es la temperatura ambiente, y el preimpregnado tiene una tendencia de que su dilatación en espesor aumenta a medida que la temperatura ambiente se vuelve más alta. Hay interferencia de las fibras de refuerzo en la dirección del espesor además de una dilatación en volumen simple, y debido a que este fenómeno se vuelve más perceptible a medida que se baja la viscosidad de la resina, la dependencia de la temperatura ambiente es más alta. Además, también se menciona una dilatación en espesor causada por la descomposición o espumación de la resina que va a usarse. Por lo tanto, en lo que respecta a la  $n$ , puede elegirse un número adecuado dependiendo de los materiales que van a usarse.

45  $n = 1$  (temperatura ambiente: 100 °C) es una temperatura de secado y una temperatura general que va a usarse en el momento de una etapa de laminación. Desde el punto de vista de la reducción en la carga de la etapa de laminación, es preferente que el espesor a esta temperatura sea de hasta tres veces  $h_0$  debido a que si esto es así, es posible ajustar de manera estable el espesor de la preforma para que sea pequeño. Además,  $n = 2$  (temperatura ambiente: 200 °C) es una temperatura de curado de resinas termoestables comunes y una temperatura de procesamiento de resinas termoplásticas de baja temperatura de fusión. Desde el punto de vista de asegurar la susceptibilidad de manejo en la transferencia hasta un molde o una aptitud para la conformación estable en una etapa de moldeo, es preferente que el espesor a esa temperatura sea de hasta cinco veces  $h_0$ . Además,  $n = 3$  (temperatura ambiente: 300 °C) se corresponde con el límite superior de una temperatura de procesamiento de plásticos industriales de propósito general comunes. Desde el punto de vista de que tenga lugar menos descomposición de resina y un preimpregnado o una preforma pueda manejarse con seguridad y de manera estable, es preferente que el espesor a esa temperatura sea de hasta siete veces  $h_0$ . Por último,  $n = 4$  (temperatura ambiente: 400 °C) es una temperatura de procesamiento de plásticos súper industriales comunes, en la que se promueve que otras resinas termoplásticas y resinas termoestables se descompongan y la dilatación en espesor de un material de base de fibra de refuerzo pasa a estar cerca de un punto máximo. Por lo tanto, desde el punto de vista de la reducción de la proporción dispuesta de fibras de refuerzo en la dirección del espesor y una susceptibilidad de manejo estable de un preimpregnado, es preferente que el espesor a esa temperatura sea de

hasta nueve veces  $h_0$ .

Como el procedimiento de reducción de la proporción dispuesta de fibras de refuerzo en la dirección del espesor, la reducción puede conseguirse mediante la dispersión de las fibras de refuerzo y la disposición de estas de forma plana tal como se ha descrito en lo que antecede cuando se fabrica un material de base de fibra de refuerzo. Con el fin de disponer las fibras de refuerzo de forma plana, un procedimiento de uso de electricidad estática cuando se acumulan fibras de refuerzo, un procedimiento de uso de un flujo de aire regulado, y un procedimiento de ajuste de la tasa de acarreo de un transportador pueden proporcionarse como ejemplos del procedimiento en seco. En lo que respecta así mismo al procedimiento en húmedo, un procedimiento de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo dispersadas usando una onda ultrasónica o similar, un procedimiento de ajuste de la tasa de filtración, un procedimiento de ajuste del diámetro de malla de un transportador, un procedimiento de ajuste de la tasa de acarreo de un transportador pueden proporcionarse como ejemplos. Un procedimiento de acarreo, de forma continua, de un material de base de fibra de refuerzo a la vez que se aspira este con un transportador con el mantenimiento de un estado de dispersión particularmente favorable es preferente como un procedimiento para reducir la proporción dispuesta de fibras de refuerzo en la dirección del espesor debido a que es posible producir un material de base de fibra de refuerzo al presionar hacia abajo por la fuerza las fibras de refuerzo sobre el transportador en sincronización con el flujo del transportador en una dirección paralela al plano del transportador.

Cuando la temperatura de la atmósfera en la que la medición va a hacerse es muy alta y es difícil medir directamente, la medición puede llevarse a cabo después de realizar un tratamiento con el fin de mantener un estado en el que el espesor es estable y de ajustar la temperatura a una temperatura a la que puede hacerse la medición. Por ejemplo, si el preimpregnado es uno fabricado de una resina termoplástica, la resina fluye bajo una atmósfera de una temperatura alta que es igual a o más alta que el punto de fusión o el punto de ablandamiento, pero mediante enfriamiento hasta la temperatura de la sala, la medición puede hacerse en un estado en el que la resina del preimpregnado se ha solidificado y el espesor se ha fijado.

En lo que respecta a los sitios para medir el espesor, dos puntos X e Y en un preimpregnado se determinan de tal modo que la distancia recta XY podría ser la más larga en el plano del preimpregnado.

A continuación, la línea recta XY se divide en diez o más partes iguales y se determina que los puntos de división respectivos salvo por ambos extremos X, Y son unos puntos para medir el espesor. El promedio de los espesores en los puntos de medición respectivos se define como el espesor del preimpregnado.

[Resina]

La resina que va a usarse para un preimpregnado no está particularmente restringida si esta es una resina que tiene una capacidad de penetrar en un material de base de fibra de refuerzo y puede conseguir una resistencia a la tracción suficiente para asegurar la susceptibilidad de manejo en una etapa de laminación, y pueden usarse resinas termoplásticas y resinas termoestables sin curar que se describen en lo sucesivo. De entre estas, una resina termoplástica se usa para el preimpregnado de la presente invención.

En lo que respecta a la resistencia a la tracción  $\sigma$  para asegurar la manipulabilidad en una etapa de laminación, cuanto más alto sea el valor, más convenientemente podrá esta someterse a una etapa de laminación y una etapa de moldeo de alta velocidad y alta rentabilidad. Se requiere que la resistencia a la tracción  $\sigma$  de un preimpregnado sea de por lo menos 0,01 MPa. Si esta es de menos de 0,01 MPa, pueden tener lugar problemas, tal como la rotura de un preimpregnado, durante las operaciones de laminación o moldeo. Como un índice de la isotropía de un preimpregnado, la resistencia a la tracción  $\sigma$ , en la relación entre la máxima resistencia a la tracción  $\sigma_{\text{Máx}}$  y la mínima resistencia a la tracción  $\sigma_{\text{Mín}}$  en la dirección de medición, es preferentemente  $\sigma_{\text{Máx}} \leq \sigma_{\text{Mín}} \times 2$ , más preferentemente  $\sigma_{\text{Máx}} \leq \sigma_{\text{Mín}} \times 1,8$ , e incluso más preferentemente  $\sigma_{\text{Máx}} \leq \sigma_{\text{Mín}} \times 1,5$ . Es preferente que la isotropía de  $\sigma$  sea tan alta como sea posible debido a que, cuanto más alta sea la isotropía de  $\sigma$ , más puede reducirse la carga económica en la etapa de laminación.

La resistencia a la tracción de un preimpregnado se determina mediante el recorte de probetas a partir del preimpregnado, y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3 (1995). Se midieron probetas para cuatro direcciones, es decir,  $0^\circ$ , que es una dirección arbitraria, direcciones de  $+45^\circ$ , de  $-45^\circ$  y de  $90^\circ$ . Se determina que el número de mediciones para cada dirección es de  $n = 5$  o superior, y el valor promedio de la totalidad de las mediciones se define como una resistencia a la tracción. De entre las resistencias a la tracción de las direcciones de medición respectivas, el valor máximo se expresa mediante  $\sigma_{\text{Máx}}$  y el valor mínimo se expresa mediante  $\sigma_{\text{Mín}}$ .

La resina termoplástica que va a usarse para el preimpregnado de la presente invención puede ser una resina termoplástica seleccionada de entre, por ejemplo, resinas cristalinas que incluyen "poliésteres, tal como poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(tereftalato de trimetileno) (PTT), poli(naftalato de etileno) (PEN) y poliéster de cristal líquido, poliolefinas, tal como polietileno (PE), polipropileno (PP) y polibutileno, polioximetileno (POM), poliamida (PA), poli(sulfuros de arileno), tal como poli(sulfuro de fenileno) (PPS), policetona (PK), polietercetona (PEK), polieteretercetona (PEEK), polietercetona (PEKK), poliéter nitrilo (PEN), fluorresina, tal como politetrafluoroetileno, y polímeros de cristal líquido (LCP)", resinas no cristalinas que incluyen "resinas a base de estireno, policarbonato (PC), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poli(cloruro de

vinilo) (PVC), polifenilén éter (PPE), poliimida (PI), poliamidaimida (PAI), polieterimida (PEI), polisulfona (PSU), poliéter sulfona, y poliarilato (PAR)", resinas a base de fenol, resinas fenoxi, resinas de poliestireno, resinas de poliolefinas, resinas de poliuretano, resinas de poliéster, resinas de poliamida, resinas de polibutadieno, resinas de poliisopreno, fluororresinas, y elastómeros termoplásticos, tal como elastómeros termoplásticos a base de acrilonitrilo, y sus copolímeros o productos modificados. En particular, las poliolefinas son preferentes desde el punto de vista de la ligereza de un producto moldeado que va a obtenerse, la poliamida se prefiere desde el punto de vista de la resistencia, una resina no cristalina, tal como policarbonato y resinas a base de estireno, se prefiere desde el punto de vista de la apariencia superficial, el poli(sulfuro de arileno) se prefiere desde el punto de vista de la resistencia al calor, la polieteretercetona se prefiere desde el punto de vista de la temperatura de uso continuo, y fluororresinas se usan preferentemente desde el punto de vista de la resistencia química.

El uso de una resina termoplástica para el preimpregnado de la presente invención es ventajoso con respecto a la rentabilidad en una etapa de laminación y una etapa de moldeo debido a que esto dará como resultado una alta resistencia a la tracción  $\sigma$ . En este caso,  $\sigma$  es preferentemente 1 MPa o superior, más preferentemente 10 MPa o superior, e incluso superior preferentemente 50 MPa o superior. No hay limitación particular alguna con respecto al límite superior de  $\sigma$ , pero un ejemplo general de la misma es 1000 MPa o inferior.

Los ejemplos de la resina termoestable que va a usarse para el preimpregnado de la presente invención incluyen poliéster insaturado, éster vinílico, epoxi, fenol (tipo resol), urea-melamina, poliimida, copolímeros de los mismos, productos modificados de los mismos, y resinas que resultan de la mezcla de dos o más de estos. En particular, las resinas epoxídicas se usan preferentemente desde el punto de vista de las propiedades mecánicas de un producto moldeado que va a obtenerse. Debido a que un preimpregnado se cura durante una etapa de moldeo, la temperatura de transición vítrea de la resina termoestable que va a usarse es preferentemente de hasta 80 °C, más preferentemente de hasta 70 °C, e incluso más preferentemente de hasta 60 °C.

Si una resina termoestable se usa para un preimpregnado, se volverá más difícil asegurar una resistencia a la tracción  $\sigma$ . En este caso,  $\sigma$  es preferentemente 0,05 MPa o superior, más preferentemente 0,1 MPa o superior, e incluso superior preferentemente 1 MPa o superior. No hay limitación particular alguna con respecto al límite superior de  $\sigma$ , pero un ejemplo general de la misma es 10 MPa o inferior. Los medios para asegurar una resistencia a la tracción  $\sigma$  no están particularmente restringidos, y esta puede conseguirse, por ejemplo, mediante un procedimiento en el que se usa una resina termoestable de tipo de alta viscosidad, un procedimiento en el que se usa una resina termoestable de tipo sumamente adhesivo, o un procedimiento en el que una base reforzada con fibra se sella por adelantado con un compuesto orgánico o similar.

Como un componente de resina que va a usarse para la presente invención, una mezcla que se prepara mediante la mezcla de una resina termoestable en la matriz de resina termoplástica que se ha mencionado en lo que antecede. Además, al componente de resina pueden añadirse adicionalmente, de acuerdo con la aplicación, una carga, un agente para transmitir conductividad, un retardante de la llama, un adyuvante de retardante de la llama, un pigmento, un colorante, un lubricante, un agente desmoldante, un agente de compatibilidad, un agente dispersante, un agente de nucleación, un plastificante, un estabilizante térmico, un antioxidante, un inhibidor de coloración, un agente absorbente de UV, un modificador de la fluidez, un agente espumante, un agente antibacteriano, un agente de amortiguación, un desodorante, un modificador de la propiedad de deslizamiento, un agente antiestático, y similar. En particular, cuando la aplicación es un instrumento eléctrico o para electricidad, un coche, un avión, o similar, puede requerirse capacidad de retardo de la llama, y se añaden preferentemente un retardante de la llama a base de fósforo, un retardante de la llama a base de nitrógeno, y un retardante de la llama inorgánico. Por lo tanto, cuando un componente que no sea una resina termoplástica está contenido en el componente de resina, el contenido de la resina termoplástica en el componente de resina se ajusta para ser de un 60 % en masa o más con el fin de que el efecto que se obtiene a partir del uso de la resina termoplástica no pueda verse afectado.

Desde el punto de vista de la rentabilidad, el preimpregnado de la presente invención es largo, y la longitud del mismo en la dirección longitudinal es preferentemente 500 mm o superior, más preferentemente 800 mm o superior, e incluso más preferentemente 1000 mm o superior. No hay limitación particular alguna con respecto a la longitud en la dirección longitudinal, pero un ejemplo general de la misma es 4000 m o inferior.

[Procedimiento para la fabricación de un preimpregnado]

Se han realizado diversas investigaciones acerca del procedimiento para fabricar un preimpregnado en el que unas fibras de refuerzo se han dispersado de manera uniforme como el preimpregnado de la presente invención.

Por ejemplo, el documento WO 2007/97436, que se ha citado previamente, divulga que cuando unas fibras de carbono que se encuentran en forma de filamentos, tienen una longitud de fibra promedio en masa de 0,5 a 10 mm, y tienen un parámetro de orientación de -0,25 a 0,25 se usan como fibras de refuerzo de un producto moldeado de resina termoplástica reforzado con fibra, puede obtenerse un producto moldeado que es superior en cuanto a las propiedades mecánicas y tiene unas propiedades mecánicas isotrópicas. Este producto moldeado de resina termoplástica reforzado con fibra se produce por medio de (1) una etapa de calentamiento y fusión de una resina termoplástica que está contenida en una composición de moldeo, (2) una etapa de disposición de la composición de moldeo en un molde, (3) una etapa de presurización de la composición de moldeo con el molde, (4) una etapa de

solidificación de la composición de moldeo en el interior del molde, y (5) una etapa de apertura del molde y de retirada de un producto moldeado de resina termoplástica reforzado con fibra del molde.

5 El documento JP 9-94826 A divulga que al fabricar una lámina de resina reforzada con fibra, es posible aleatorizar las fibras en una banda y obtener una lámina de resina reforzada con fibra orientada de forma aleatoria que es de peso ligero, tiene una resistencia mecánica isotrópicamente alta en unas direcciones respectivas, y muestra una aptitud para el moldeo superior de un producto moldeado grande y delgado mediante el control de la dirección del flujo de un líquido de dispersión que contiene fibras de refuerzo discontinuas y una resina termoplástica en el procesamiento del líquido de dispersión mediante fabricación de papel.

10 Además, el documento JP 2004-217879 A divulga, como un procedimiento para fabricar una lámina estampable, un procedimiento de fabricación en el que (1) fibras de refuerzo y una resina termoplástica se procesan mediante fabricación de papel para dar una forma de lámina mediante un procedimiento de dispersión en húmedo y, a continuación, estas se secan para producir una banda que tiene una estructura de matriz en la que las fibras de refuerzo dispuestas en una dirección aproximadamente plana de la lámina se han unido con la resina termoplástica, (2) la banda resultante se perfora para orientar algunas de las fibras de refuerzo en la matriz, formando una malla perforada, y (3) un lado de la malla perforada se calienta y se presuriza a una temperatura que es igual a o más alta que el punto de fusión de la resina termoplástica en la matriz.

15 En la totalidad de los procedimientos para la fabricación de un preimpregnado de estos documentos de patente, las fibras de refuerzo se procesan mediante fabricación de papel junto con una resina, y el lavado de un aparato y el aumento del número de aparatos son necesarios con el fin de aumentar el número del tipo de resina. Además, es necesario controlar la orientación de las fibras de carbono y, por lo tanto, es necesario establecer unas condiciones detalladas para cada etapa. Por lo tanto, la fabricación consume tiempo y trabajo y existe un problema en la aplicación a una fabricación eficiente de un preimpregnado.

20 Además, en los procedimientos para fabricar un preimpregnado que se divulgan en los documentos JP 9-94826 A y JP 2004-217879 A, es necesario mezclar fibras de refuerzo con una resina termoplástica y también es necesario llevar a cabo una fabricación de papel a la vez que se cambian las resinas con el fin de producir bases de moldeo de resinas termoplásticas cambiadas, de tal modo que se requerirá mucho tiempo y trabajo, incluyendo el lavado de un recipiente de agitación o un recipiente de fabricación de papel o la construcción de líneas de fabricación y, por lo tanto, existen problemas con la aplicación de estos procedimientos a una fabricación eficiente.

25 Entonces, ese considera preferente en la presente invención producir un preimpregnado mediante el siguiente procedimiento. Es decir, el procedimiento es un procedimiento para fabricar un preimpregnado, comprendiendo el procedimiento la etapa (I) de dispersar un haz de fibras de refuerzo para obtener un material de base de fibra de refuerzo, la etapa (II) de provisión de un aglutinante al material de base de fibra de refuerzo que va a producirse en la etapa (I), y la etapa (III) de hibridación de una resina de matriz que está compuesto por una resina termoplástica con el material de base de fibra de refuerzo que está provisto con el aglutinante que va a producirse en la etapa (II), en el que las etapas (I) a (II) se llevan a cabo en línea y el preimpregnado es uno tal que el contenido del haz de fibras de refuerzo en relación con la totalidad de la porción del preimpregnado es de un 10 a un 80 % en masa, el contenido en relación con la totalidad de la porción del preimpregnado del aglutinante es de un 0,1 a un 10 % en masa, y el contenido en relación con la totalidad de la porción del preimpregnado de la resina de matriz es de un 10 a un 80 % en masa. De acuerdo con el procedimiento de la presente invención para la fabricación de un preimpregnado, es posible obtener en un corto tiempo un preimpregnado que es superior en el estado de dispersión de las fibras de refuerzo y mostrará unas propiedades mecánicas superiores cuando se procesa para dar un producto moldeado.

En la etapa (I), un haz de fibras de refuerzo se dispersa para obtener un material de base de fibra de refuerzo.

45 El haz de fibras de refuerzo quiere decir un haz de fibras que está compuesto por fibras de refuerzo. A pesar de que el haz de fibras de refuerzo puede ser o bien uno que está compuesto por fibras de refuerzo continuas o bien uno que está compuesto por fibras de refuerzo discontinuas, un haz de fibras de refuerzo discontinuas se prefiere para conseguir un mejor estado de dispersión, y una fibra troceada producida mediante el corte de un haz de fibras de refuerzo continuas son más preferentes.

50 El haz de fibras de refuerzo es preferentemente un haz de fibras que está compuesto por fibras de carbono (es decir, haz de fibras de carbono) y más preferentemente una fibra de carbono troceada.

A pesar de que no hay limitación particular alguna con respecto al número de filamentos que constituyen el haz de fibras de refuerzo, este es preferentemente de 24.000 o más y este es más preferentemente de 48.000 o más, desde el punto de vista de la eficiencia de fabricación. A pesar de que no hay limitación particular alguna con respecto al límite superior del número de filamentos, aproximadamente 300.000 filamentos son con mucho suficientes para mantener la eficiencia de fabricación, la dispersabilidad, y el comportamiento de manejo satisfactorios en consideración del equilibrio entre la dispersabilidad y el comportamiento de manejo.

La longitud del haz de fibras de refuerzo que es un material sin procesar de un material de base de fibra de refuerzo es preferentemente de 1 a 50 mm, y más preferentemente de 3 a 30 mm. Si la longitud del haz de fibras de refuerzo

es de menos de 1 mm, puede volverse difícil mostrar de manera eficiente el efecto de refuerzo causado por las fibras de refuerzo. Si la longitud del haz de fibras de refuerzo supera 50 mm, puede volverse difícil mantener una dispersión satisfactoria. La longitud de un haz de fibras de refuerzo quiere decir la longitud de los filamentos que constituyen el haz de fibras de refuerzo, y esta puede medirse mediante la medición de la longitud del haz de fibras de refuerzo con un calibre o al sacar filamentos del haz de fibras de refuerzo y la observación de estos con un microscopio. Además, con el fin de medir una longitud de fibra de refuerzo en un material de base de fibra de refuerzo, esta puede medirse mediante la separación de fibras de carbono de un preimpregnado en el siguiente procedimiento. Una parte del preimpregnado se recorta y una resina termoplástica unida se disuelve por completo mediante el uso de un disolvente que puede disolver la resina termoplástica. A continuación, las fibras de carbono se separan de la resina termoplástica mediante unas operaciones conocidas, tal como filtración. Como alternativa, una parte de un preimpregnado se recorta y, a continuación, se calienta a una temperatura de 500 °C durante dos horas para retirar por combustión la resina termoplástica, separando de ese modo las fibras de carbono de la resina termoplástica. Cuatrocientas fibras de carbono separadas se seleccionan de forma aleatoria, la longitud de las mismas se mide hasta 10 µm con un microscopio óptico o un microscopio electrónico de barrido y, a continuación, el promedio de las mediciones se define como una longitud de fibra.

En la etapa (I), puede usarse o bien un procedimiento en húmedo o bien un procedimiento en seco en la obtención de un material de base de fibra de refuerzo mediante la dispersión de un haz de fibras de refuerzo.

Cuando se lleva a cabo la etapa (I) mediante un procedimiento en húmedo, puede obtenerse un material de base de fibra de refuerzo al llevar a cabo la dispersión del haz de fibras de refuerzo en agua y la lechada resultante se procesa mediante fabricación de papel.

Como el agua (agua de dispersión) en la que va a dispersarse el haz de fibras de refuerzo, pueden usarse aguas tales como agua corriente normal, agua destilada y agua purificada. Si es necesario, un agente tensioactivo puede mezclarse con agua. A pesar de que el agente tensioactivo se clasifica en un tipo catiónico, un tipo iónico, un tipo no iónico, y un tipo anfotérico, un agente tensioactivo no iónico se usa preferentemente de entre estos y, en particular, polioxietileno lauril éter se usa más preferentemente. La concentración del agente tensioactivo que va a usarse cuando el agente tensioactivo se mezcla con agua es por lo general de un 0,0001 a un 0,1 % en masa, y preferentemente de un 0,0005 a un 0,05 % en masa.

La cantidad del haz de fibras de refuerzo que va a añadirse en agua (líquido de dispersión), que se expresa en la cantidad por litro de agua (líquido de dispersión), puede ajustarse al interior del intervalo de, por lo general, 0,1 a 10 g, y preferentemente de 0,3 a 5 g. Mediante el ajuste a de 0,1 a 10 g, el haz de fibras de refuerzo se dispersa en agua (líquido de dispersión) de manera eficiente y una lechada con una dispersión uniforme puede obtenerse en un corto tiempo. Cuando se dispersa el haz de fibras de refuerzo en el agua (líquido de dispersión), puede llevarse a cabo una agitación, si es necesario.

La lechada quiere decir una suspensión en la que se han dispersado partículas sólidas. La concentración de sólidos en la lechada (es decir, el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada) es preferentemente de un 0,01 a un 1 % en masa y más preferentemente de un 0,03 a un 0,5 % en masa. Debido al hecho de que esta es de un 0,01 a un 1 % en masa, un procesamiento mediante fabricación de papel puede llevarse a cabo de manera eficiente.

El procesamiento de la lechada mediante fabricación de papel puede realizarse mediante la aspiración del agua a partir de la lechada. El procesamiento de la lechada mediante fabricación de papel puede realizarse siguiendo un así denominado procedimiento de fabricación de papel. En una explicación por medio de un ejemplo, el procesamiento puede realizarse mediante el vertido de una lechada al interior de un recipiente que tiene en su parte inferior una superficie de fabricación de papel a través de la cual puede aspirarse agua y, a continuación, la aspiración de agua. Un ejemplo del recipiente es el N° 2553-I (nombre comercial) fabricado por Kumagai Riki Kogyo Co., Ltd., que es un recipiente que está equipado en su parte inferior con un transportador de malla que tiene una superficie de fabricación de papel de 200 mm de anchura. De este modo, se obtiene un material de base de fibra de refuerzo.

El contenido en agua del material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse después de la dispersión se ajusta preferentemente a un 10 % en masa o inferior, más preferentemente a un 5 % en masa o inferior antes de proporcionar un aglutinante en la etapa (II), es decir, la etapa de provisión de un aglutinante. Debido a esto, el tiempo requerido para la etapa (II) puede acortarse y un preimpregnado puede obtenerse en un corto tiempo.

Cuando la etapa (I) se realiza mediante el procedimiento en seco, un material de base de fibra de refuerzo puede obtenerse mediante la dispersión de un haz de fibras de refuerzo en una fase gaseosa. Es decir, un material de base de fibra de refuerzo puede obtenerse mediante la dispersión de un haz de fibras de refuerzo en una fase gaseosa y la acumulación del haz de fibras de refuerzo después de la dispersión.

La dispersión del haz de fibras de refuerzo en la fase gaseosa incluye tres procedimientos, es decir, un procedimiento que se realiza mediante la apertura del haz de fibras de refuerzo mediante un sistema de no contacto y la acumulación del haz abierto de fibras de refuerzo (un procedimiento de no contacto), un procedimiento que se realiza mediante la apertura del haz de fibras de refuerzo mediante la aplicación de un flujo de aire al mismo y la acumulación del haz abierto de fibras de refuerzo (un procedimiento de uso de un flujo de aire), y un procedimiento

que se realiza mediante la apertura del haz de fibras de refuerzo mediante un sistema de contacto y la acumulación del haz abierto de fibras de refuerzo (un procedimiento de contacto).

5 El procedimiento de no contacto es un procedimiento de apertura de un haz de fibras de refuerzo sin no poner este en contacto con un sólido o una máquina de apertura. Por ejemplo, un procedimiento de pulverización de gas, tal como aire y gas inerte, en un haz de fibras de refuerzo, en especial un procedimiento de presurización y de pulverización del aire, que es ventajoso en el aspecto del coste se usa preferentemente.

10 En el procedimiento de uso de un flujo de aire, las condiciones para aplicar el flujo de aire al haz de fibras de refuerzo no están particularmente restringidas. En un ejemplo, se aplica aire comprimido (flujo de aire capaz de aplicar una presión de normalmente 0,1 a 10 MPa, preferentemente de 0,5 a 5 MPa) hasta que se abre el haz de fibras de refuerzo. En el procedimiento de uso de un flujo de aire, el aparato que puede usarse no está particularmente restringido, y un depósito que está equipado con un tubo de aire, es capaz de succionar el aire, y puede contener un haz de fibras de refuerzo puede proporcionarse como un ejemplo. Mediante el uso de un depósito de este tipo, la apertura y la acumulación de un haz de fibras de refuerzo pueden realizarse en un depósito.

15 El procedimiento de contacto es un procedimiento en el que un sólido o una máquina de apertura se pone en contacto físico con un haz de fibras de refuerzo para abrir este. Los ejemplos del procedimiento de contacto incluyen cardado, punzonado con aguja y apertura con rodillos. De entre estos, se prefiere el uso de cardado o punzonado con aguja, y el uso de cardado es más preferente. Las condiciones para poner en práctica el procedimiento de contacto no están particularmente restringidas y pueden determinarse de manera apropiada las condiciones bajo las cuales un haz de fibras de refuerzo se abre con éxito.

20 La proporción que representan las fibras de refuerzo en el material de base de fibra de refuerzo es de un 80 a un 100 % en masa, y más preferentemente de un 90 a un 100 % en masa. Debido al hecho de que esta es de un 80 a un 100 % en masa, el efecto de refuerzo puede mostrarse de manera eficiente cuando se usa un material de base de fibra de refuerzo y se hibrida este con una resina de matriz.

25 El gramaje del material de base de fibra de refuerzo es preferentemente de 10 a 500 g / m<sup>2</sup>, y más preferentemente de 50 a 300 g / m<sup>2</sup>. Si este es de menos de 10 g / m<sup>2</sup>, pueden tener lugar problemas en la susceptibilidad de manejo, tal como la rotura de una base, mientras que si este supera 500 g / m<sup>2</sup>, puede tardarse un tiempo prolongado para secar una base en el procedimiento en húmedo o una banda puede ser gruesa en el procedimiento en seco, de tal modo que puede volverse difícil manejar la base en el siguiente procedimiento.

30 En la etapa (II), se proporciona un aglutinante al material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse en la etapa (I).

35 El aglutinante quiere decir un aglutinante que se encuentra interpuesto entre un material de base de fibra de refuerzo y una resina de matriz para conectar estos. El aglutinante es por lo general una resina termoplástica. Los ejemplos de la resina termoplástica incluyen polímeros acrílicos, polímeros de vinilo, poliuretanos, poliamidas, y poliésteres. En la presente invención, se usan preferentemente uno o dos o más seleccionados de entre estos ejemplos. Además, la resina termoplástica preferentemente tiene por lo menos un tipo de grupo funcional seleccionado de entre un grupo amino, un grupo epoxi, un grupo carboxilo, un grupo oxazolona, un grupo de base de ácido carboxílico, y un grupo anhídrido de ácido y esta puede tener dos o más tipos de grupos funcionales. En particular, una resina termoplástica que tiene un grupo amino es más preferente.

40 La provisión del aglutinante al material de base de fibra de refuerzo se lleva a cabo preferentemente en forma de una solución acuosa, una emulsión, o una suspensión del aglutinante (por ejemplo, la resina termoplástica que se ha mencionado en lo que antecede). La solución acuosa quiere decir una solución en un estado de haberse disuelto en agua casi completamente, una emulsión quiere decir una solución (emulsión) en un estado en el que dos líquidos que no se disuelven por completo han formado partículas finas en un líquido, y la suspensión quiere decir una solución (suspensión) en un estado de haberse suspendido en agua. El tamaño del diámetro de partícula de componente en el líquido se encuentra en el orden, solución acuosa < emulsión < suspensión. A pesar de que el sistema de transmisión no está particularmente restringido, un sistema en el que una base de fibra de carbono se sumerge en una solución acuosa, una emulsión o una suspensión de una resina termoplástica, un sistema de ducha, y así sucesivamente, se encuentran disponibles, por ejemplo. Después del contacto, es preferente retirar el aglutinante excesivo antes de la etapa de secado, por ejemplo, mediante la aspiración de este o al forzar que este se absorba por un agente absorbente, tal como papel absorbente.

55 En la etapa (II) que se ha mencionado en lo que antecede, el material de base de fibra de refuerzo se calienta preferentemente después de la transmisión del aglutinante. Por lo tanto, el tiempo requerido para la etapa (III) puede acortarse y un preimpregnado puede obtenerse en un corto tiempo. En lo que respecta a la temperatura de calentamiento, la temperatura a la que se seca el material de base de fibra de refuerzo después de la transmisión del aglutinante puede determinarse de manera apropiada y esta es preferentemente de de 100 a 300 °C, y más preferentemente de 120 a 250 °C.

En la etapa (III), un material de base de fibra de refuerzo al que se ha transmitido aglutinante que va a obtenerse en la etapa (II) se impregna con una resina de matriz, de tal modo que el material de base de fibra de refuerzo y la

resina de matriz se hibridan entre sí.

La hibridación de la resina de matriz con el material de base de fibra de refuerzo al que se ha transmitido aglutinante puede realizarse al poner la resina de matriz en contacto con el material de base de fibra de refuerzo. A pesar de que la resina de matriz en este caso no está particularmente restringida con respecto a su forma, cuando la resina de matriz es, por ejemplo, una resina termoplástica, esta se encuentra preferentemente en por lo menos una forma seleccionada de entre material textil, material textil no tejido y película, y es preferente que la resina de matriz se encuentre en forma de material textil no tejido. El sistema de contacto no está particularmente restringido, y un ejemplo del mismo es un procedimiento en el que se preparan dos láminas de material textil, material textil no tejido o película de la resina de matriz y estas se disponen sobre ambos lados de un material de base de fibra de refuerzo al que se ha transmitido aglutinante.

La hibridación se realiza preferentemente mediante presurización y / o calentamiento, y es más preferente que tanto la presurización como el calentamiento se lleven a cabo de manera simultánea. La condición de la presurización es preferentemente de 0,01 a 10 MPa, y más preferentemente de 0,05 a 5 MPa. La condición de calentamiento es preferentemente una temperatura a la que la resina de matriz que va a usarse puede fundirse y fluir, y el intervalo de temperatura es preferentemente de 50 a 400 °C y más preferentemente de 80 a 350 °C. La presurización y / o el calentamiento pueden realizarse mientras que la resina de matriz se mantiene en contacto con el material de base de fibra de refuerzo que se ha provisto con el aglutinante. Un ejemplo es un procedimiento en el que se preparan dos láminas de material textil, material textil no tejido, o película de la resina de matriz, seguido por disponer estas sobre ambos lados del material de base de fibra de refuerzo al que se ha transmitido aglutinante y, a continuación, aplicar calentamiento y / o calentamiento a partir de ambos lados (por ejemplo, un procedimiento de intercalación con una máquina de prensado de cinta doble).

Un preimpregnado se obtiene mediante la etapa (III).

En la presente invención, puede poseerse además la etapa (IV) además de las etapas (I) a (III) que se han mencionado en lo que antecede. La etapa (IV) es una etapa de acarreo del preimpregnado que se obtiene mediante la etapa (III) que se ha mencionado en lo que antecede. El acarreo de un preimpregnado puede llevarse a cabo mediante el enrollado de este para dar un rollo. La tasa de acarreo es preferentemente 10 m / min o más. El límite superior de la tasa de acarreo es por lo general de 100 m / min o menos.

De entre las etapas (I) a (III), y la etapa (IV) que se lleva a cabo si es necesario, las etapas (I) y (II) se llevan a cabo preferentemente en línea. Además, es más preferente que la totalidad de las etapas (I) a (III) y la etapa (IV) que se lleva a cabo si es necesario se realicen en línea. En línea es un sistema en el que las etapas respectivas se realizan de forma continua y este es un antónimo de fuera de línea. Es decir, en línea quiere decir un procedimiento en el que las etapas respectivas se llevan a cabo como una serie de procedimientos y difiere de un procedimiento en el que las etapas respectivas son independientes. Mediante la realización de las etapas (I) y (II) en línea, es posible obtener un preimpregnado en un corto tiempo.

En lo que respecta a las cantidades combinadas del haz de fibras de refuerzo, el aglutinante y la resina de matriz con respecto a la totalidad del preimpregnado, la del haz de fibras de refuerzo es preferentemente de un 10 a un 80 % en masa, la del aglutinante es de un 0,1 a un 10 % en masa, y la de la resina de matriz es de un 10 a un 80 % en masa. El ajuste a estos intervalos hace sencillo obtener una base de moldeo que puede mostrar de manera eficiente el refuerzo mediante fibras de refuerzo. Más preferentemente, la del haz de fibras de refuerzo es de un 10 a un 60 % en masa, la del aglutinante es de un 0,5 a un 10 % en masa, y la de la resina de matriz es de un 30 a un 80 % en masa. Incluso más preferentemente, la del haz de fibras de refuerzo es de un 20 a un 60 % en masa, la del aglutinante es de un 1 a un 8 % en masa, y la de la resina de matriz es de un 32 a un 79 % en masa.

[Procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo]

En la etapa (I) en la que el haz de fibras de refuerzo que se ha mencionado en lo que antecede se dispersa para obtener un material de base de fibra de refuerzo, es preferente obtener un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo. En particular, es preferente obtener un material de base de fibra de refuerzo mediante las siguientes etapas (i) a (iv). Es decir, el procedimiento es un procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de carga de un haz de fibras de refuerzo en un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparar una lechada en la que unas fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, la etapa (iii) de transporte de la lechada, y la etapa (iv) de retirar el medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo.

En la etapa (i), un haz de fibras de refuerzo se carga en un medio de dispersión.

El medio de dispersión (líquido de dispersión) quiere decir un medio que puede dispersar un haz de fibras de refuerzo. Los ejemplos del medio de dispersión incluyen así denominados disolventes, tal como agua y alcohol, y se prefiere agua. Como el agua, pueden usarse aguas tales como agua corriente normal, agua destilada y agua purificada. Si es necesario, un agente tensioactivo puede mezclarse con agua. A pesar de que el agente tensioactivo se clasifica en un tipo catiónico, un tipo iónico, un tipo no iónico, y un tipo anfotérico, un agente tensioactivo no iónico

se usa preferentemente de entre estos y, en particular, polioxietileno lauril éter se usa más preferentemente. La concentración del agente tensioactivo que va a usarse cuando el agente tensioactivo se mezcla con agua es por lo general de un 0,0001 a un 0,1 % en masa, y preferentemente de un 0,0005 a un 0,05 % en masa. La viscosidad del medio de dispersión puede ajustarse mediante, si es necesario, disolución de un compuesto macromolecular en el medio de dispersión. Como el compuesto macromolecular, puede usarse de manera conveniente, de acuerdo con el tipo de disolvente, una macromolécula soluble en agua o una macromolécula soluble en compuestos orgánicos. Cuando el medio de dispersión es agua, se usan más preferentemente almidón, poli(alcohol vinílico) y poli(óxido de etileno). Cuando un compuesto macromolecular se disuelve en un medio de dispersión, la concentración del compuesto macromolecular es preferentemente de un 0,01 a un 5 % en masa, y más preferentemente de un 0,05 a un 1 % en masa.

Como cada uno del disolvente, el agente tensioactivo, y el compuesto macromolecular que constituyen el medio de dispersión, puede usarse un tipo de sustancia o, como alternativa, pueden usarse dos o más tipos de sustancias.

En lo que respecta al medio de dispersión, su viscosidad medida mediante el uso de un viscosímetro de tipo B es preferentemente de 2 a 100 mPa · s, más preferentemente de 2 a 80 mPa · s, e incluso más preferentemente de 3 a 50 mPa · s. Cuando la viscosidad es 1 mPa · s o más, es posible inhibir la refloculación de las fibras de refuerzo y obtener una base reforzada con fibra con una dispersabilidad superior. Cuando la relación de concentración de oxígeno en superficie es de 100 mPa · s o menos, la adhesión del agente tensioactivo o compuesto macromolecular que está contenido en el medio de dispersión disminuirá y puede obtenerse una adhesión fuerte a una composición de resina termoplástica.

En la etapa (ii) se prepara una lechada en la que unas fibras de refuerzo que constituyen un haz de fibras de refuerzo se han dispersado en un medio de dispersión. En la presente invención, se prefiere una lechada acuosa.

La etapa (ii) se lleva a cabo por lo general en un recipiente de dispersión. El recipiente de dispersión es un recipiente (depósito) que puede contener una lechada. Cuando se usa un recipiente de dispersión, es preferente cargar el medio de dispersión y el haz de fibras de refuerzo en la etapa (i) directamente en el recipiente de dispersión. Por supuesto, también es admisible cargar el medio de dispersión y el haz de fibras de refuerzo en un recipiente que no sea el recipiente de dispersión por adelantado y, a continuación, transferir el contenido del recipiente al recipiente de dispersión y llevar a cabo la etapa (ii). Cuando se dispersa la máquina de curvado de fibras de refuerzo en el medio de dispersión (líquido de dispersión), puede llevarse a cabo una agitación, si es necesario. Es decir, el recipiente de dispersión puede ser uno que está provisto con un dispositivo de agitación, si es necesario.

En la etapa (iii), se transporta la lechada que va a obtenerse en la etapa (ii).

La etapa (iii) se realiza por lo general en la porción de transporte que conecta el recipiente de dispersión en el que se realiza la etapa (ii) con el recipiente de fabricación de papel en el que se realiza la etapa (iv).

A pesar de que la anchura de la porción de transporte no está particularmente limitada, se prefiere que la relación de la anchura  $W1$  de la porción de transporte con respecto a la anchura  $W2$  del material de base de fibra de refuerzo,  $W1 / W2$ , sea de 0,5 a 1,0, y más preferentemente 0,7 a 1,0. Si  $W1 / W2$  es de menos de 0,5, un tiempo prolongado puede ser necesario para el transporte en la etapa (iii) o el estado de dispersión puede volverse insuficiente debido a que cuando una lechada fluye desde la porción de transporte hasta la etapa (iv), la anchura de una porción de flujo de lechada se vuelve grande y, por lo tanto, se aplica una carga a la lechada. Si  $W1 / W2$  supera 1,0, el estado de dispersión de la lechada en la etapa (iv) puede volverse insuficiente. La "anchura de una porción de transporte" tal como se hace referencia a la misma en el presente documento quiere decir el eje mayor de la sección de la porción de transporte; por ejemplo, cuando la sección de una porción de transporte es un rectángulo, quiere decir la longitud de los lados más largos. La "anchura de un material de base de fibra de refuerzo" quiere decir la anchura, que es más corta que la longitud, de entre la longitud la anchura, y el espesor de un material de base de fibra de refuerzo que va a usarse en la etapa (iv). Si la anchura varía de sitio a sitio, quiere decir el promedio de la misma.

La anchura de la porción de transporte por lo general cae dentro del intervalo de 0,1 a 2 m. La anchura del material de base de fibra de refuerzo es por lo general de 0,2 a 2 m.

La forma de la porción de transporte no está particularmente limitada si esta es una forma tal que una lechada puede transportarse y por lo general es una forma tubular. De acuerdo con las necesidades, la porción de transporte puede estar provista con una bomba de transferencia de líquido en la parte intermedia de la misma. La bomba de transferencia de líquido es preferentemente una bomba de baja cizalla, tal como una bomba de diafragma y una bomba de serpiente.

La etapa (iii) puede ser una etapa que se realiza mediante un sistema de desbordamiento. Esto puede evitar que las fibras de refuerzo en una lechada que ha de transportarse sedimenten o se aglomeren a través de la aplicación de una fuerza de cizallamiento a las fibras de refuerzo, de tal modo que la dispersabilidad en lechada puede mantenerse. Además, el transporte puede conseguirse de forma económica sin usar potencia, tal como una bomba.

El sistema de desbordamiento quiere decir un sistema para enviar un líquido que se desborda de un recipiente (cuba) a un recipiente (cuba) siguiente mediante el uso de la fuerza de la gravedad. Es decir, este es un sistema

para enviar un líquido sustancialmente sin usar potencia, tal como una bomba de transferencia de líquido.

Al usar el sistema de desbordamiento, es preferente que la porción de transporte se incline. Es decir, al observar la porción de transporte en sentido horizontal, es preferente que la unión entre el recipiente de dispersión y la porción de transporte se encuentre en una posición que es más alta que la unión entre el recipiente de fabricación de papel y la porción de transporte. El ángulo de inclinación es preferentemente de 30 a 60° y más preferentemente de 40 a 55°. Si el ángulo de inclinación es más pequeño que 30°, el transporte en la etapa (iii) puede tardar un tiempo prolongado. Si el ángulo de inclinación supera 60°, el caudal de una lechada en su transporte se vuelve alto en el uso del sistema de desbordamiento, y, por lo tanto, se aplicará un esfuerzo cortante excesivo a la lechada a su llegada en la etapa (iv), de tal modo que el estado de dispersión de la lechada en la etapa (iv) puede volverse insuficiente.

El ángulo de inclinación al que se hace referencia en el presente documento quiere decir el grado de un ángulo que se encuentra sobre el lado en sentido vertical hacia abajo de un punto en el que la línea central del tubo de la porción de transporte interseca con una línea que es paralela a la dirección de la gravedad.

Cuando la etapa (iii) se realiza en el sistema de desbordamiento, la unión de la porción de transporte con el recipiente de dispersión se encuentra preferentemente sobre la pared del recipiente de dispersión, en particular en su parte superior.

En el uso del sistema de desbordamiento, es preferente que la porción de transporte se encuentre en una forma recta, dicho de otra forma, que esta se encuentre en una forma que no tenga punto de giro de dirección alguno tal como una porción curvada o una porción doblada en la parte intermedia.

En el uso del sistema de desbordamiento, la altura de la porción de transporte es preferentemente 60 mm o más, y más preferentemente 100 mm o más. Debido al hecho de que esta es de 60 mm o más, es posible volver el área de contacto de la pared de la porción de transporte con la lechada relativamente pequeña para la cantidad de la lechada que ha de transportarse y es posible reducir la floculación de fibras dispersadas debido a la generación de una fuerza de cizalla en la lechada en el momento de contacto con la pared. La altura de una porción de transporte a la que se hace referencia en el presente documento quiere decir la longitud del diámetro de la porción de transporte cuando se observa la porción de transporte en sentido horizontal. Cuando la porción de transporte es un rectángulo (los lados más largos se encuentran en la dirección de la anchura de base y los lados más cortos se encuentran en la dirección del espesor de base), la longitud de los lados más cortos se corresponde con la "altura de la porción de transporte". El límite superior de la altura de la porción de transporte no está particularmente limitado y este es por lo general de 500 mm o menos. Si la altura de la porción de transporte difiere posición por posición, esta querrá decir el promedio.

La forma de la porción de transporte se explica al tomar de la figura 13 a la figura 20 como ejemplos. La figura 13 a la figura 20 son unos dibujos que ilustran de manera esquemática la relación de posición observada en sentido horizontal entre el recipiente de dispersión, el recipiente de fabricación de papel, y la porción de transporte en un caso en el que las etapas (i) y (ii) se llevan a cabo en el recipiente de dispersión, la etapa (iv) se realiza en el recipiente de fabricación de papel, y la etapa (iii) se lleva a cabo en la porción de transporte que conecta el recipiente de dispersión con el recipiente de fabricación de papel. La porción de transporte 213 que se muestra en cada una de la figura 13 a la figura 18 y la figura 20 es recta.

El ángulo de inclinación de la porción de transporte quiere decir un ángulo  $r$  que se forma en sentido vertical hacia abajo mediante la línea central  $q$  de la porción de transporte 213 y la línea  $p$  que se extiende en la dirección de la gravedad en cada diagrama. La porción de transporte 213 en cada una de la figura 13, la figura 17 y la figura 18 se inclina con respecto al recipiente de dispersión 211 hacia el recipiente de fabricación de papel 212 y el ángulo de inclinación de la misma es de 30 a 60°. La porción de transporte 213 en la figura 14 conecta el recipiente de dispersión 211 y el recipiente de fabricación de papel 212 en sentido horizontal y el ángulo de inclinación de la misma es de aproximadamente 90°. La porción de transporte 213 en la figura 15 se inclina con respecto al recipiente de dispersión 211 hacia el recipiente de fabricación de papel 212 y el ángulo de inclinación de la misma es de 30 a 60°. La porción de transporte 213 en la figura 16 conecta el recipiente de dispersión 211 y el recipiente de fabricación de papel 212 en sentido vertical y el ángulo de inclinación de la misma es de aproximadamente 0°. La porción de transporte 213 en la figura 20 también tiene un ángulo de inclinación de aproximadamente 0° como el de la figura 16, y una bomba 225 se monta en la parte intermedia de la porción de transporte 213.

En la figura 13, la figura 17 y la figura 18, la parte de conexión 214 de la porción de transporte 213 con el recipiente de dispersión 211 se encuentra en una parte superior de la pared del recipiente de dispersión 211. Por lo tanto, una relación posicional de un recipiente de dispersión, un recipiente de fabricación de papel y una porción de transporte como la que se ilustra en la figura 13 hace posible realizar la etapa (iii) en un sistema de desbordamiento.

En la etapa (iv), un material de base de fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, es decir, un material de base de fibra de refuerzo se obtiene mediante la retirada del medio de dispersión de la lechada.

La etapa (iv) se lleva a cabo por lo general en un recipiente de fabricación de papel. El recipiente de fabricación de papel es un recipiente (depósito) que puede contener una lechada y tiene una superficie de fabricación de papel a

través de la cual puede aspirarse humedad. La superficie de fabricación de papel se proporciona en general, cerca de la parte inferior y los ejemplos del material de la misma incluyen una lámina de malla.

5 En la presente invención, puede acarrear el material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse en la etapa (iv). El acarreo de un material de base de fibra de refuerzo puede llevarse a cabo mediante el enrollado del material de base de fibra de refuerzo para dar un rollo. La tasa de acarreo es preferentemente 10 m / min o más. El límite superior de la tasa de acarreo es por lo general de 100 m / min o menos.

Es preferente que las etapas (i) a (iv) se realicen en línea.

10 Es preferente que el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) se encuentre en una posición que es más alta que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv). El "nivel de la superficie de una lechada" quiere decir la posición de la superficie al observar la lechada en sentido horizontal. "Encontrarse en una posición que es más alta" quiere decir que, cuando cada uno de los niveles de las dos superficies se expresa mediante un valor medido de una distancia a partir de un patrón que se encuentra en sentido vertical por debajo del nivel, un nivel se encuentra en una posición más alta que el otro, dicho de otra forma, uno de los niveles de las dos superficies se encuentra en sentido vertical por debajo del otro.

15 En particular, es preferente que la diferencia H1-H2 entre el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) y el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv) sea de 0,1 a 5 m, más preferentemente de 0,5 a 2 m. Si esta es de menos de 0,1 m, el transporte en la etapa (iii) puede requerir un tiempo prolongado. Por otro lado, si este supera 5 m, el estado de dispersión de la lechada en la etapa (iv) puede volverse insuficiente.

20 El nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) y el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv) se explican sobre la base de la figura 13 a la figura 20. El nivel H1 de la superficie de la lechada (área sombreada) en el recipiente de dispersión 211 se representa mediante la distancia H1 de la posición B de una superficie en relación con un patrón A que se encuentra en sentido vertical por debajo de H1 y H2. El nivel H2 de la superficie de la lechada (área sombreada) en el recipiente de fabricación de papel 212 se representa mediante la distancia H2 de la posición C de una superficie en relación con un patrón de superficie A. Con el fin de mantener la diferencia entre los niveles H1 y H2 de las superficies de las lechadas, es preferente que el recipiente de dispersión 211 y el recipiente de fabricación de papel 212 estén colocados con un hueco en la dirección de la gravedad tal como se ilustra en la figura 13, la figura 15, la figura 16 y la figura 19, pero también es admisible que las posiciones del recipiente de dispersión 211 y el recipiente de fabricación de papel 212 en la dirección de la gravedad puedan encontrarse a nivel si los niveles de las superficies de las lechadas en los recipientes respectivos se ajustan mediante las cantidades de las lechadas y el tamaño de los recipientes tal como se ilustra en la figura 14, la figura 17 y la figura 18.

30 Con el fin de mantener el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) en una posición más alta que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv), es preferente que, por ejemplo, cuando la etapa (ii) se realiza en el recipiente de dispersión y la etapa (iv) se realiza en el recipiente de fabricación de papel, estos dos recipientes estén montados de tal modo que la posición de la parte inferior del recipiente de dispersión puede encontrarse en sentido vertical por encima de la posición de la parte superior del recipiente de fabricación de papel.

35 Es preferente que el tiempo necesario desde la etapa (i) hasta el inicio de la etapa (iv) sea de hasta 10 minutos. Si este supera 10 minutos, las fibras de refuerzo dispersadas en la lechada pueden volver a flocular de acuerdo con el tipo de las fibras de refuerzo. El límite inferior del tiempo que va a tardarse desde la etapa (i) hasta el inicio de la etapa (iv), que no está particularmente limitado, es por lo general de un minuto o más.

40 Es preferente que un medio de dispersión y un haz de fibras de refuerzo se carguen de forma continua en la etapa (i) y las etapas (i) a (iv) se ejecuten de forma continua. Por lo tanto, un material de base de fibra de refuerzo puede obtenerse en un tiempo más corto. Si se carga una gran cantidad de lechada en una porción, puede tardarse un tiempo prolongado antes de que se procese parte de la lechada y, como resultado, el estado de dispersión puede volverse defectuoso; no obstante, la carga y ejecución continuas hace posible realizar la fabricación de papel de una lechada poco a poco de manera eficiente a la vez que se mantiene el estado de dispersión. "Cargar de forma continua" y "ejecutar de forma continua" quieren decir cargar de forma continua y ejecutar las etapas (ii) a (iv) para los materiales sin procesar que se cargan en la etapa (i) una tras otra o de forma continua. Dicho de otra forma, estas quieren decir un estado en el que la carga de los materiales sin procesar de una lechada dispersada y la carga de la lechada se ejecutan de forma continua en una serie de etapas y quieren decir un procedimiento con más consideración para la fabricación en masa que un procedimiento en el que una determinada cantidad de lechada se produce en primer lugar. Los ejemplos de los procedimientos para la carga o ejecución continua incluyen procedimientos que no sean un sistema por lotes, un procedimiento de carga de a una tasa fija, y un procedimiento de carga de en unas porciones casi iguales a unos intervalos prescritos. Un ejemplo de las condiciones para la carga a una tasa fija es una condición tal que un medio de dispersión se carga a una tasa de  $1 \times 10^3$  a  $1 \times 10^7$  g / min y un haz de fibras de refuerzo a una tasa de 0,1 a  $1 \times 10^5$  g / min. Un ejemplo de las condiciones para la carga en unas porciones casi iguales en unos intervalos prescritos es una condición tal que un medio de dispersión se carga cada 1 a 5 minutos en una cantidad de  $1 \times 10^3$  a  $1 \times 10^7$  g y un haz de fibras de refuerzo cada 1 a 5 minutos en una cantidad de 0,1 a  $1 \times 10^5$  g.

El nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) preferentemente se mantiene sustancialmente al mismo nivel a través de la totalidad de la etapa (ii). En especial cuando las etapas (i) a (iv) se ejecutan de forma continua, el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) preferentemente se mantiene sustancialmente al mismo nivel a través de la totalidad de la etapa (ii).

- 5 “Mantenerse sustancialmente al mismo nivel a través de la totalidad de la etapa (ii)” quiere decir que la variación del nivel durante la ejecución de la etapa (ii) se encuentra a no más de 100 mm, preferentemente a no más de 50 mm, y más preferentemente sin variación (0 mm). Con el fin de mantener el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) sustancialmente al mismo nivel a través de la totalidad de la etapa (ii), es preferente ejecutar la etapa (i) de forma continua. Por ejemplo, cuando se realiza la etapa (ii) en el recipiente de dispersión, es preferente realizar la carga del medio de dispersión y las fibras de refuerzo en el recipiente de dispersión de forma continua y realizar las etapas (i) a (iv) de forma continua.

Además, en el procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo en la presente invención, se prefiere cualquiera de los siguientes procedimientos de fabricación a, b, y c o una combinación de estos.

- 15 [Evaluación del procedimiento a para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo]

En los procedimientos para fabricar un cuerpo procesado por fabricación de papel en los que un componente sólido se ha mezclado de manera uniforme, se ha propuesto diluir una concentración de lechada antes de la carga de una lechada de material sin procesar en una etapa de fabricación de papel (el documento JP 2006-104608 A). En concreto, se ha propuesto preparar una lechada con una alta concentración de fibras de refuerzo y, a continuación, diluir esta para producir una lechada con una baja concentración de fibras de refuerzo con el fin de mantener la dispersabilidad de las fibras de refuerzo en una lechada. No obstante, existe un problema de que el trabajo se vuelve más complicado debido a la ejecución de dos fases y, en el caso de unas fibras de refuerzo que tienen una baja afinidad por el medio de dispersión de una lechada, es muy difícil producir una lechada con una alta concentración de fibras de refuerzo.

Entonces, en el procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo en la presente invención, es preferente producir el producto mediante el siguiente procedimiento. Es decir, el procedimiento es un procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i-a) de carga de un haz de fibras de refuerzo en un medio de dispersión, la etapa (ii-a) de preparar una lechada en la que unas fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, la etapa (iii-a) de transporte de la lechada, y la etapa (iv-a) de retirar el medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, en el que C1 / C2 se encuentra dentro de un intervalo de 0,8 a 1,2 en el que el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada que va a prepararse en la etapa (ii-a) se expresa mediante C1 y el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada en el momento del comienzo de la etapa (iv-a) se expresa mediante C2. De acuerdo con este procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, el procedimiento puede aplicarse a fibras de refuerzo con una baja afinidad por un medio de dispersión en la preparación de lechada y puede mantener la dispersabilidad de fibra de las fibras de refuerzo en la fabricación de papel, y es posible obtener, en un corto tiempo, un material de base de fibra de refuerzo que proporcionará un producto moldeado superior en cuanto a las propiedades mecánicas si se procesa para dar un producto moldeado con la incorporación de una resina o similar. En lo sucesivo, se hace referencia a este procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo como procedimiento de fabricación a.

En el procedimiento de fabricación a, C1 / C2 se ajusta al interior de un intervalo de 0,8 a 1,2 en el que el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada que va a prepararse en la etapa (ii-a) se expresa mediante C1 y el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada en el momento del comienzo de la etapa (iv-a) se expresa mediante C2. C1 / C2 se encuentra preferentemente dentro de un intervalo de 0,9 a 1,1. Si C1 / C2 es de menos de 0,8, es necesario retirar solo el medio de dispersión o añadir solo fibras de refuerzo con el fin de aumentar C2, el procedimiento se vuelve complicado, y el estado de dispersión de la lechada puede volverse insuficiente. Si C1 / C2 supera 1,2, el estado de dispersión de la lechada en la etapa (iv-a) puede volverse insuficiente.

50 El tiempo que va a tardar la etapa (ii-a) es preferentemente de hasta 10 minutos, más preferentemente de hasta 5 minutos, e incluso más preferentemente de hasta 3 minutos. Si este supera 10 minutos, las fibras de refuerzo dispersadas en la lechada pueden volver a flocular de acuerdo con el tipo de las fibras de refuerzo. El límite inferior del tiempo que va a tardar la etapa (ii-a), que no está particularmente limitado, es por lo general de un minuto o más.

55 La tasa de carga de una lechada en la etapa (iii-a), es decir, el caudal de una lechada hasta la etapa (iv-a) es preferentemente de 0,001 a 0,1 m<sup>3</sup> / s, y más preferentemente de 0,005 a 0,05 m<sup>3</sup> / s. Si esta es de menos de 0,001 m<sup>3</sup> / s, la tasa de carga es pequeña y se requerirá un tiempo prolongado para un procedimiento, de tal modo que la eficiencia de fabricación puede bajar; mientras que si esta supera 0,1 m<sup>3</sup> / s, existe una propensión a que se aplique un esfuerzo cortante a una lechada debido a un alto caudal de la lechada y, por lo tanto, el estado de dispersión puede volverse insuficiente.

En las etapas (ii-a) a (iv-a), es preferente realizar una fabricación de papel a la vez que se ajusta un parámetro de concentración de fibras  $nL^3$  al interior de un intervalo de  $(0 <) nL^3 < L / D$ . En el presente caso, los parámetros respectivos son tal como sigue.

n: El número de las fibras de refuerzo que están contenidas por unidad de volumen de una lechada

L: Longitud de una fibra de refuerzo

D: Diámetro de una fibra de refuerzo.

Un diagrama esquemático de una lechada que contiene fibras de refuerzo se muestra en la figura 30. Doi, M. y Edwards, S. F., *The Theory of Polymer Dynamics* 324 (1986) divulga que un estado enrarecido se produce cuando el parámetro de concentración de fibras  $nL^3$  satisface  $nL^3 < 1$  y un estado cuasi-enrarecido se produce cuando  $1 < nL^3 < L / D$ . Que el parámetro de concentración de fibras  $nL^3$  sea menos de  $L / D$  se prefiere para inhibir la refloculación de las fibras de refuerzo y aumentar la dispersabilidad de las fibras de refuerzo en una lechada debido a que si esto es así, se vuelve difícil que las fibras de refuerzo dispersadas en la lechada interfieran de manera dinámica entre sí. Es preferente que la concentración de fibras de refuerzo sea tan baja como sea posible debido a que, cuanto más baja sea la concentración, más puede aumentarse la dispersabilidad de las fibras de refuerzo. No obstante, cuando se desea asegurar el gramaje o el espesor de un material de base de fibra de refuerzo que va a obtenerse o cuando se desea aumentar la eficiencia de fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, es preferente aumentar la concentración de las fibras de refuerzo y es preferente realizar una fabricación de papel con una concentración de fibras de refuerzo de  $1 < nL^3 < L / D$ , que es un estado cuasi-enrarecido.

[Evaluación del procedimiento b para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo]

Se ha divulgado que un procedimiento de sistema en húmedo para fabricar una lámina de resina termoplástica reforzada con fibra incluye controlar la estructura en una caja de entrada a través la cual pasa un líquido de dispersión y la condición que va a usarse en la carga del líquido de dispersión sobre una cinta de malla a partir de la caja de entrada (los documentos JP 8-232187 A y JP 9-136969 A). Se ha divulgado que, por lo tanto, es posible obtener una lámina de resina termoplástica reforzada con fibra sin irregularidad local con respecto al gramaje o sin orientación anómala de las fibras de refuerzo y que es posible obtener una lámina de resina termoplástica reforzada con fibra sin variación alguna de distribución de gramaje en la dirección de la anchura.

No obstante, en los procedimientos de los documentos JP 8-232187 A y JP 9-136969 A se requiere usar una bomba de transferencia de líquido como potencia para transportar una lechada. Por lo tanto, existe una propensión a que tenga lugar un esfuerzo cortante, de tal modo que fue difícil mantener un estado de dispersión durante un tiempo prolongado.

Entonces, en el procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo en la presente invención, también es preferente producir el producto mediante el siguiente procedimiento. Es decir, el procedimiento es un procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i-b) de carga de un haz de fibras de refuerzo en un medio de dispersión, la etapa (ii-b) de preparar una lechada en la que unas fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, la etapa (iii-b) de transporte de la lechada, y la etapa (iv-b) de retirar el medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, en el que las etapas (i-b) a (iv-b) se llevan a cabo en línea y el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii-b) es más alto que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv-b). De acuerdo con este procedimiento para la fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, no es necesario usar una bomba de transferencia de líquido como potencia para transportar una lechada en la etapa (iii-b). Por lo tanto, se vuelve más difícil que tenga lugar una cizalla de una lechada y un estado de dispersión puede mantenerse durante un tiempo prolongado. Además, la floculación de fibras se inhibe y es posible obtener, en un corto tiempo, un material de base de fibra de refuerzo que proporcionará un producto moldeado superior en cuanto a las propiedades mecánicas si se procesa para dar un producto moldeado con la incorporación de una resina termoplástica. En lo sucesivo, se hace referencia a este procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo como procedimiento de fabricación b.

En el procedimiento de fabricación b, el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii-b) se vuelve más alto que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv-b). Volver H1 más alto que H2 elimina la necesidad de usar una bomba de transferencia de líquido con el fin de transferir la lechada en la etapa (iii-b). Es decir, no es necesario instalar una bomba de transferencia de líquido en una porción de transporte tal como se muestra en la figura 308.

[Evaluación del procedimiento c para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo]

En los procedimientos de los documentos JP 8-232187 A y JP 9-136969 A, es necesario usar una bomba de transferencia de líquido como potencia para transportar una lechada que contiene fibras de refuerzo y una resina termoplástica cuando se transporta la lechada y hubo un problema de que las fibras de refuerzo dispersadas una vez que se encontraban en un recipiente de dispersión volvían a flocular debido a un flujo turbulento generado en la

parte de bomba de transferencia de líquido y, como resultado, el estado de dispersión de las fibras de refuerzo en un material de base de fabricación de papel empeoró.

Además, en los procedimientos de los documentos JP 8-232187 A y JP 9-136969 A, debido a que una lechada que contiene fibras de refuerzo y una resina termoplástica se transporta usando una porción de transporte con una estructura ramificada como un paso cuando se transporta la lechada a un recipiente de fabricación de papel, hubo un problema de que se generó un flujo turbulento en un punto de ramificación de la estructura ramificada y las fibras de refuerzo dispersadas una vez que se encontraban en un líquido de dispersión volvían a flocular, de tal modo que el estado de dispersión de las fibras de refuerzo en un material de base de fabricación de papel empeoró.

Entonces, en el procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante un procedimiento en húmedo en la presente invención, también es preferente producir el producto mediante el siguiente procedimiento. Es decir, el procedimiento es un procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i-c) de carga de un haz de fibras de refuerzo en un medio de dispersión, la etapa (ii-c) de preparar una lechada en la que unas fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, la etapa (iii-c) de transporte de la lechada, y la etapa (iv-c) de retirar el medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, en el que las etapas (i-c) y (ii-c) se llevan a cabo en un recipiente de dispersión, la etapa (iv-c) se lleva a cabo en un recipiente de fabricación de papel, la etapa (iii-c) se lleva a cabo en una porción de transporte que conecta el recipiente de dispersión y el recipiente de fabricación de papel, y la lechada se transporta en un estado de flujo laminar o en un estado de región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento en la porción de transporte. De acuerdo con este procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, mediante el transporte de una lechada en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento, en una etapa prescrita del procedimiento de fabricación, la refloculación de las fibras de refuerzo se inhibe y puede obtenerse una base reforzada con fibra con un estado de dispersión superior. En lo sucesivo, se hace referencia a este procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo como procedimiento de fabricación c.

En el procedimiento de fabricación c, en una porción de transporte de la etapa (iii-c), una lechada se transporta en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento. El flujo laminar es un estado en el que la lechada que fluye en una porción de transporte fluye en paralelo con el eje del tubo del paso de la porción de transporte. El flujo turbulento es un estado en el que la lechada que fluye en una porción de transporte forma torbellinos de diversos tamaños de forma irregular en la porción de transporte. La región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento es un estado en el que un estado de flujo laminar y un estado de flujo turbulento de la lechada que fluye en una porción de transporte se mezclan en la porción de transporte. Si la lechada se transporta en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento en la porción de transporte, es posible transportar una lechada que contiene fibras de refuerzo dispersadas y que se obtuvo en un recipiente de dispersión a un recipiente de fabricación de papel a la vez que se mantiene el estado de dispersión de las fibras de refuerzo, y la refloculación de las fibras de refuerzo puede inhibirse, y puede obtenerse una base reforzada con fibra con una dispersabilidad superior. Desde el punto de vista de la inhibición de la refloculación de las fibras de refuerzo, es preferente que una lechada se transporte en un estado de flujo laminar en una porción de transporte.

Es preferente que el caudal de una lechada en la porción de transporte sea de 0,01 a 10 m / s. Es preferente que el caudal de la lechada se encuentre dentro de este intervalo debido a que si esto es así, la distribución de caudal en un paso de la porción de transporte es pequeña y una lechada que contiene fibras de refuerzo dispersadas y que se obtiene en un recipiente de dispersión puede transportarse hasta un recipiente de fabricación de papel a la vez que se mantiene el estado de dispersión de las fibras de refuerzo. El caudal de lechada de la porción de transporte puede determinarse a partir de la siguiente fórmula usando el tiempo T (segundos) necesario para transportar 0,01 m<sup>3</sup> de lechada, la cantidad de la lechada que se transporta (0,01 m<sup>3</sup>), y el área en sección transversal S (m<sup>2</sup>) de la porción de transporte.

$$\text{(Fórmula) Caudal de lechada (m / s) = 0,01 / (S x T).}$$

La forma en sección transversal de la porción de transporte, que no está particularmente restringida, es preferentemente un círculo o un polígono (de triángulo a decágono) desde el punto de vista de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo en la etapa (iii-c) de transporte de la lechada hasta la etapa (iv-c), y los ejemplos incluyen las formas en sección transversal que se ilustran en la figura 21(a) y la figura 21(b). La forma en sección transversal de la porción de transporte también puede ser un paso abierto tal como se ilustra en la figura 21 (c) o la figura 21 (d). En la presente memoria, la figura 21(a) a la figura 21(d) son unas figuras que ilustran de manera esquemática la forma en sección transversal de la porción de transporte. Desde el punto de vista de la contaminación de sustancias extrañas en la porción de transporte, la forma en sección transversal de la porción de transporte es más preferentemente un círculo o un polígono.

Desde el punto de vista de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo, la forma en sección transversal de la porción de transporte es preferentemente una forma regular con el fin de no generar un torbellino en el paso de la porción de transporte. Desde el punto de vista de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo, es preferente que

la porción de transporte no tenga, en su parte intermedia, punto de giro de dirección alguno, tal como una porción curvada y una porción doblada, en el que tengan lugar torbellinos con facilidad en el tubo de la porción de transporte.

5 Cuando la forma en sección transversal de una porción de transporte en la porción de transporte es una forma circular de una forma poligonal tal como se ilustra en la figura 21 (a) y la figura 21 (b), el número de Reynolds, que indica el estado de flujo de una lechada, es preferentemente de hasta 4000, más preferentemente de hasta 3000, e incluso más preferentemente de hasta 2000 desde el punto de vista de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo. Cuando la forma en sección transversal de una porción de transporte en la porción de transporte es un paso abierto tal como se ilustra en la figura 403 y la figura 404, el número de Reynolds, que indica el estado de flujo  
10 de una lechada, es preferentemente de hasta 500000, más preferentemente de hasta 300000, e incluso más preferentemente de hasta 100000 desde el punto de vista de evitar la refloculación de las fibras de refuerzo. En el presente caso, el número de Reynolds  $Re$  en la porción de transporte se determinó a partir de la siguiente fórmula mediante el uso de un peso específico  $\rho$  ( $\text{kg} / \text{m}^3$ ) de un líquido de dispersión, la máxima longitud  $L$  (m) de la sección transversal de la porción de transporte, el caudal de lechada ( $\text{m} / \text{s}$ ) en la porción de transporte, y la viscosidad  $\eta$   
15 ( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ) del medio de dispersión.

$$\text{(Fórmula) } Re = \rho LU / \eta.$$

A pesar de que el procedimiento para transportar una lechada en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento, en la porción de transporte no está particularmente restringido, los ejemplos del mismo incluyen un procedimiento en el que una lechada se transporta desde un  
20 recipiente de dispersión hasta un recipiente de fabricación de papel por medio de una porción de transporte mediante el uso de una energía potencial mediante la colocación del recipiente de dispersión en una posición más alta que el recipiente de fabricación de papel, y un procedimiento en el que una lechada se transporta desde un recipiente de dispersión hasta un recipiente de fabricación de papel por medio de una porción de transporte mediante el aumento de la presión en el recipiente de dispersión mediante la inyección de gas en el recipiente de  
25 dispersión que contiene la lechada. Un procedimiento de transporte de este tipo que no use una bomba de transferencia de líquido son preferentes debido a que estos pueden reducir la generación de un flujo turbulento en la porción de transporte, pueden evitar la refloculación de las fibras de refuerzo, y pueden mantener la dispersabilidad de una lechada.

30 Cuando es necesario transportar una gran cantidad de lechada desde un recipiente de dispersión hasta un recipiente de fabricación de papel mientras que la lechada se encuentra en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento mediante el montaje de una pluralidad de porciones de transporte, es admisible aumentar la cantidad de la lechada que ha de transportarse desde el recipiente de dispersión hasta el recipiente de fabricación de papel mediante el montaje de una pluralidad de porciones de transporte.

35 [Preforma]

La preforma de la presente invención es una preforma que contiene, como una unidad de laminación, un preimpregnado en el que por lo menos un material de base de fibra de refuerzo se ha impregnado con una resina termoplástica, en la que el preimpregnado tiene un promedio de los ángulos de orientación bidimensional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) que está contenido en el preimpregnado y un filamento de refuerzo (b) que  
40 interseca con el filamento de refuerzo (a) de 10 a 80°, un espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C de 0,03 a 1 mm, y una resistencia a la tracción  $\sigma$  de 0,01 MPa o más.

Estos constituyentes se explican en lo sucesivo.

La preforma de la presente invención comprende por lo menos dos materiales de moldeo que se han laminado y ha de someterse a una etapa de moldeo directamente o por medio de una etapa de procesamiento secundario, y quiere decir un estado antes de procesarse para dar un producto moldeado. La etapa de procesamiento secundario no está particularmente restringida, y los ejemplos de la misma incluyen una etapa de corte de cortar una preforma para dar un tamaño o forma prescritos, una etapa de unión de mejora del comportamiento de manejo de una preforma mediante la adhesión de preimpregnados entre sí, una etapa de desgasificación de retirar aire de una preforma, y una etapa de tratamiento superficial de activación de una preforma mediante un tratamiento con plasma o similar.

50 Es importante usar un preimpregnado en el que por lo menos un material de base de fibra de refuerzo se ha impregnado con una resina para la preforma de la presente invención desde el punto de vista de la ligereza y las propiedades mecánicas de un producto moldeado que va a obtenerse. Además, desde el punto de vista del comportamiento de manejo de una preforma, es importante que el promedio de los ángulos de orientación bidimensional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) que está contenido en el preimpregnado y un  
55 filamento de refuerzo (b) que interseca con el filamento de refuerzo (a) sea de 10 a 80°. En el presente caso, en lo que respecta al ángulo de orientación bidimensional, puede aplicarse la definición que se usa en la explicación del preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede. Si el promedio de los ángulos de orientación bidimensional es más pequeño que 10°, las fibras de refuerzo unidireccionales o similar, no tienen resistencia alguna

frente a un esfuerzo de una dirección que es perpendicular a la dirección longitudinal de las fibras y una preforma puede romperse durante un procedimiento de transporte o de moldeo de la preforma a una alta velocidad. Si el promedio de los ángulos de orientación bidimensional supera 80°, debido a que las fibras de refuerzo se estiran en dos direcciones en un material textil de fibras de refuerzo bidireccionales o similar, no puede obtenerse una  
 5      estirabilidad suficiente en una etapa de moldeo y, por lo tanto, puede conseguirse un moldeo de manera defectuosa o la calidad de un producto moldeado puede verse afectada. Además, en una fibra de refuerzo unidireccional o un material textil de fibras de refuerzo bidireccionales de este tipo, el hueco entre las fibras de refuerzo es pequeño y, por lo tanto, la penetración de una resina puede volverse insuficiente en una etapa de moldeo y, como resultado, las propiedades mecánicas pueden bajar. Además, que el preimpregnado se encuentre más cerca de isotrópico se  
 10     prefiere debido a que si esto es así, el trabajo en una etapa de laminación se reducirá y la preforma puede procesarse para dar una preforma a una alta velocidad y se generará una cantidad reducida de pérdida de materiales, de tal modo que puede reducirse la carga económica. El ángulo de orientación bidimensional de las fibras de refuerzo que va a usarse en la presente invención es preferentemente de 20 a 70°, más preferentemente de 30 a 60°, y este es mejor que el promedio se encuentre más cerca de 45°, que es el ángulo ideal.

Desde el punto de vista del comportamiento de manejo de la preforma de la presente invención, también es importante que el espesor  $h_0$  (mm) de un preimpregnado a 23 °C sea de 0,03 a 1 mm. Si  $h_0$  es de menos de 0,03 mm, la preforma puede romperse durante un procedimiento de transporte o de moldeo de la preforma a una alta velocidad. Si  $h_0$  supera 1 mm, la orientación de las fibras en la dirección del espesor se vuelve más grande y una preforma desarrolla una dilatación en espesor en una etapa de moldeo, de tal modo que la calidad de un  
 15     producto moldeado puede verse afectada debido a la deformación o el transporte hasta un molde puede verse dificultado. El espesor  $h_0$  a 23 °C del preimpregnado que va a usarse en la presente invención es preferentemente de 0,05 a 0,8 mm, y preferentemente de 0,1 a 0,6 mm.

Desde el punto de vista del comportamiento de manejo de la preforma de la presente invención, la resistencia a la tracción  $\sigma$  del preimpregnado es 0,01 MPa o más, preferentemente 0,1 MPa o más, y más preferentemente 1 MPa o más. No hay limitación particular alguna con respecto al límite superior de  $\sigma$ , pero un ejemplo general de la misma es 1000 MPa o menos. Si la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de menos de 0,01 MPa, pueden tener lugar problemas, tal como la rotura de un preimpregnado, durante las operaciones de moldeo.

A pesar de que no hay restricción particular alguna con respecto a las fibras de refuerzo y la resina para constituir los preimpregnados a usar en la preforma de la presente invención, es preferente usar el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede (al que se hace referencia en lo sucesivo como preimpregnado (A)) desde el punto de vista de la obtención de un producto moldeado que puede satisfacer la aptitud para el moldeo para dar una forma complicada y las propiedades mecánicas.

En la preforma de la presente invención, con el fin de satisfacer las especificaciones de un producto moldeado que va a obtenerse, es preferente que un preimpregnado (A) constituya una pluralidad de unidades de laminación y por lo menos dos tipos de preimpregnados (A) de tal modo que por lo menos un factor de entre los factores de los preimpregnados es sustancialmente diferente se use para la preforma. En el presente caso, se explican los factores respectivos del preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede.

El primer factor es la relación de volumen de las fibras de refuerzo. El módulo elástico, la resistencia, y la estabilidad dimensional de un producto moldeado que va a obtenerse se mejorarán a medida que la relación de volumen de las fibras de refuerzo aumenta. Por otro lado, la calidad de la apariencia de un producto moldeado tiende a deteriorarse a medida que la relación de volumen de las fibras de refuerzo aumenta. Entonces, es preferente, desde el punto de vista de la reconciliación de la ligereza y la calidad de la apariencia de un producto moldeado, laminar un preimpregnado que presenta una proporción más alta de fibras de refuerzo y un preimpregnado que presenta una menor proporción de fibras de refuerzo en combinación. Por ejemplo, puede mencionarse un procedimiento en el que un preimpregnado que presenta una proporción más alta de fibras de refuerzo se lamina en el exterior y un preimpregnado que presenta una menor proporción de fibras de refuerzo se lamina en el interior con el fin de aumentar la rigidez de un producto moldeado, y un procedimiento en el que un preimpregnado que presenta una menor proporción de fibras de refuerzo se lamina adicionalmente en el exterior con el fin de aumentar la calidad de la apariencia de un producto moldeado. En el presente caso, que la proporción en volumen de las fibras de refuerzo sea sustancialmente diferente quiere decir que la diferencia con respecto a la proporción en volumen entre un preimpregnado que presenta una proporción más alta en volumen de las fibras de refuerzo y un preimpregnado que presenta una menor proporción en volumen de las fibras de refuerzo es 5 % en volumen o más.

El siguiente factor es la longitud de las fibras de refuerzo. El módulo elástico, la resistencia, y la estabilidad dimensional de un producto moldeado que va a obtenerse se mejorarán a medida que la longitud de las fibras de refuerzo aumenta. Por otro lado, el comportamiento de manejo de una preforma o la calidad de la apariencia de un producto moldeado tiende a deteriorarse a medida que la longitud de las fibras de refuerzo se vuelve más larga. Entonces, es preferente, desde el punto de vista de la reconciliación del comportamiento de manejo de una preforma y las propiedades mecánicas y la calidad de la apariencia de un producto moldeado, laminar un preimpregnado que es más grande en cuanto a la longitud de fibra de refuerzo y un preimpregnado que es más pequeño en cuanto a la longitud de fibra de refuerzo en combinación. Por ejemplo, puede mencionarse un procedimiento en el que un preimpregnado que es más grande en cuanto a la longitud de fibra de refuerzo se lamina en el exterior y un

preimpregnado que es más pequeño en cuanto a la longitud de fibra de refuerzo se lamina en el interior con el fin de aumentar la rigidez de un producto moldeado, y un procedimiento en el que un preimpregnado que es más pequeño en cuanto a la longitud de fibra de refuerzo se lamina adicionalmente en el exterior con el fin de aumentar la calidad de la apariencia de un producto moldeado. Que las fibras de refuerzo sean sustancialmente diferentes en cuanto a la longitud quiere decir que la relación de longitudes de fibra de una fibra de refuerzo más larga y una fibra de refuerzo más corta (la longitud de una fibra de refuerzo más larga) / (la longitud de una fibra de refuerzo más corta) es 1,5 o más.

El siguiente factor es el módulo de elasticidad a la tracción de las fibras de refuerzo. El módulo elástico de un producto moldeado que va a obtenerse aumenta a medida que el módulo de elasticidad a la tracción se vuelve más alto. Por otro lado, la elaborabilidad de las fibras se deteriora a medida que el módulo de elasticidad a la tracción se vuelve más alto, y, como resultado, el comportamiento de manejo de una preforma puede deteriorarse o este puede volverse más desventajoso con respecto a la rentabilidad. Entonces, es preferente, desde el punto de vista de la reconciliación del comportamiento de manejo de una preforma y la rigidez de un producto moldeado, laminar un preimpregnado que tiene un módulo de elasticidad a la tracción más alto y un preimpregnado que tiene un módulo de elasticidad a la tracción más bajo en combinación. Por ejemplo, puede mencionarse un procedimiento en el que un preimpregnado que tiene un módulo de elasticidad a la tracción más alto que contiene fibras de carbono o similar, se lamina en el exterior y un preimpregnado que tiene un módulo de elasticidad a la tracción más bajo que contiene fibras de vidrio o similar, se lamina en el interior con el fin de reconciliar la rigidez de un producto moldeado y la rentabilidad, y un procedimiento en el que un preimpregnado que usa fibras de carbono que tienen un módulo de elasticidad a la tracción más alto se lamina adicionalmente en el exterior y un preimpregnado que usa fibras de carbono que tienen un módulo de elasticidad a la tracción más bajo se lamina en el interior. Que las fibras de refuerzo sean sustancialmente diferentes en cuanto al módulo de elasticidad a la tracción quiere decir que las relaciones de módulos de elasticidad a la tracción de un módulo de elasticidad a la tracción de una fibra de refuerzo con un módulo de elasticidad a la tracción más alto y una fibra de refuerzo con un módulo de elasticidad a la tracción más bajo (módulo de elasticidad a la tracción más alto de una fibra de refuerzo) / (módulo de elasticidad a la tracción más bajo de una fibra de refuerzo) es 1,2 o más.

A continuación, se explica el gramaje de un preimpregnado. Cuanto más grande sea el gramaje, el preimpregnado tiende a ser más grueso y, por lo tanto, más puede reducirse el número de laminación o el trabajo para la laminación. Por otro lado, cuanto más grande sea el gramaje, más baja la aptitud para el seguimiento para el espesor o la forma de un producto moldeado. A continuación, desde el punto de vista de la reconciliación del comportamiento de manejo o la aptitud para el seguimiento de forma de una preforma con la rentabilidad, es preferente laminar un preimpregnado con un gramaje más grande y un preimpregnado con un gramaje más pequeño en combinación. Por la misma razón, también en lo que respecta al espesor de un preimpregnado, es preferente laminar un preimpregnado con un espesor  $h_0$  más grande a 23 °C y un preimpregnado con un  $h_0$  más pequeño en combinación. Que el gramaje sea sustancialmente diferente quiere decir que la relación de pesos de base del preimpregnado con un gramaje y el preimpregnado con un gramaje más pequeño (es decir, (gramaje del preimpregnado con un gramaje más grande) / (gramaje del preimpregnado con un gramaje más pequeño)) es 1,2 o más. Que el espesor  $h_0$  a 23 °C sea sustancialmente diferente quiere decir que la relación de  $h_0$  del preimpregnado con un  $h_0$  más grande y el preimpregnado con un  $h_0$  más pequeño (es decir, ( $h_0$  del preimpregnado con un  $h_0$  más grande) / ( $h_0$  del preimpregnado con un  $h_0$  más pequeño)) es 1,2 o más.

Desde el punto de vista de la aptitud para el moldeo, es preferente para la preforma de la presente invención que la resistencia al esfuerzo cortante entre capas entre un preimpregnado y una unidad de laminación contigua al preimpregnado sea de 0 a 50 MPa, y más preferentemente de 0 a 40 MPa. Si la resistencia al esfuerzo cortante entre capas se encuentra dentro de un intervalo preferente, es posible aumentar la aptitud para la conformación a una forma irregular a través de estiramiento y contracción de una preforma acompañada por desplazamiento entre capas en una etapa de moldeo. La resistencia al esfuerzo cortante entre capas de una preforma puede medirse mediante el corte de una probeta a partir de una preforma y al llevar a cabo una prueba de flexión de tres puntos de acuerdo con la norma ASTM-D-2344. Cuando la preforma se ha adherido parcialmente o se ha sellado, la medición puede hacerse mediante la preparación de una probeta de tal modo que puede incluirse la porción adherida o la porción sellada.

Además, es preferente para la preforma de la presente invención que un preimpregnado (A) y otra unidad de laminación (B) se hayan laminado con el fin de satisfacer las especificaciones de un producto moldeado que va a obtenerse. En el presente caso, se explica una realización preferente de otra unidad de laminación (B).

En primer lugar, desde el punto de vista de la mejora del efecto de refuerzo de un producto moldeado que va a obtenerse, es preferente que la unidad de laminación (B) que se ha mencionado en lo que antecede sea un material de base que contiene fibras de refuerzo. En particular, las fibras de refuerzo continuas se prefieren desde el punto de vista de aumentar la resistencia al impacto de un producto moldeado. Los ejemplos de una forma incluyen un material de base unidireccional, un material de base textil, y un material de base de malla. Por otro lado, las fibras de refuerzo discontinuas se prefieren desde el punto de vista de la mejora de la aptitud para el seguimiento de forma de un producto moldeado. Los ejemplos de una forma incluyen un material de base unidireccional, es decir, un material de base en el que unas fibras de refuerzo cortadas se han dispuesto en una dirección, un material de base de malla, un material de base de compuesto de moldeo de láminas (SMC), y un material de base de lámina extruido.

Las fibras de refuerzo para constituir esta unidad de laminación (B) no están particularmente restringidas y pueden seleccionarse de la misma forma que las fibras de refuerzo para constituir el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede. En particular, desde el punto de vista de la reducción de peso, fibras de carbono de tipo PAN, de tipo brea, de tipo rayón, o similar, se usan preferentemente debido a que estas tienen una resistencia y una rigidez específica altas. Además, desde el punto de vista de aumentar el comportamiento de manejo de una preforma, es preferente que la unidad de laminación (B) se haya impregnado con una resina termoplástica o una resina termoestable con el fin de mantener la forma de las fibras de refuerzo. En el presente caso, la resina termoplástica y la resina termoestable que van a usarse no están particularmente restringidas y pueden seleccionarse de la misma forma que la resina termoplástica y la resina termoestable para constituir el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede. No hay limitación particular alguna con respecto a la relación de impregnación de una resina, y como el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede, esta es preferentemente de un 30 a un 100 % con el fin de mantener la forma de las fibras de refuerzo.

A continuación, desde el punto de vista de asegurar un espesor prescrito en un producto moldeado y mantener el espesor de un producto moldeado uniforme, un material de base de forma de lámina se usa preferentemente como la unidad de laminación (B). Además, desde el punto de vista de aumentar la estirabilidad de una preforma y aumentar la aptitud para el seguimiento para una forma irregular, se prefiere el uso de un material de base de material textil no tejido. Además, desde el punto de vista de aumentar la ligereza de un producto moldeado que va a obtenerse, se prefiere el uso de un material de base poroso. A pesar de que no hay restricción particular alguna en lo que respecta al material para constituir estos materiales de base, una resina termoplástica para constituir el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede se usa más preferentemente desde el punto de vista de la elaborabilidad para dar materiales de base. Como la resina termoplástica para constituir el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede, estas resinas termoplásticas pueden, si es necesario, contener un componente de aleación, un material mezclado, y un aditivo. Además, desde el punto de vista de la mejora de la ligereza de un producto moldeado que va a obtenerse, la densidad aparente del material de base con forma de lámina, el material de base de material textil no tejido o el material de base poroso es preferentemente de 0,01 a 1,0, más preferentemente de 0,05 a 0,9, y de manera particularmente preferente de 0,1 a 0,8.

Desde el punto de vista de realizar fácilmente la modificación de la superficie de un producto moldeado que va a obtenerse y la transmisión de funciones, es preferente disponer una película fabricada de resina como la unidad de laminación (B) que se ha mencionado en lo que antecede sobre la capa más superior de la preforma. En lo que respecta a la resina, el uso de una resina termoplástica se prefiere debido a que la elaborabilidad para dar una película o la adhesividad con una preforma es simple y sencilla y el uso de una resina termoestable se prefiere debido a que esta puede mejorar la suavidad superficial de una pintura de imprimación, una pintura o un revestimiento de gel. Cuando un producto moldeado que va a obtenerse se usa para un instrumento electrónico o similar, la capacidad de retardo de la llama de una película es preferentemente igual a o más de VTM-1, y más preferentemente igual a o más de VTM-0, provisto en la norma UL-94. El procedimiento para asegurar la capacidad de retardo de la llama de una película no está particularmente restringido, y los ejemplos del mismo incluyen un procedimiento que comprende el procesamiento de una resina sumamente retardante de la llama, tal como PPS, PEI, PEEK y resina de fenol, para dar una película, un procedimiento que comprende mezclar una resina sumamente retardante de la llama con una resina termoplástica y, a continuación, el procesamiento de estas para dar una película, y un procedimiento que comprende mezclar un retardante de la llama con una resina termoplástica y, a continuación, el procesamiento de estos para dar una película.

Además, es preferente usar, como la unidad de laminación (B), por lo menos una seleccionada de entre una película decorativa, una película transparente, y una película con tono de color, desde el punto de vista de la mejora del diseño de un producto moldeado que va a obtenerse. Como la película decorativa se prefiere una película que tiene sobre su superficie un diseño y / o un patrón geométrico. Como la película transparente se prefiere una película cuya transmitancia de luz visible es de un 80 a un 100 %. Como la película con tono de color se prefiere una película que contiene un pigmento orgánico y / o inorgánico de un colorante. Además, de acuerdo con las necesidades, una película brillante, una película de impresión, una película antiestática, una película de protección frente a la luz, una película resistente al calor, y así sucesivamente, pueden usarse como la unidad de laminación (B).

Además de los ejemplos que se han proporcionado en lo que antecede, una placa de metal, una hoja de metal, una malla de metal, una lámina de grafito, una lámina de radiación térmica, un material de panal, una película quimiorresistente, una película de barrera contra los gases, una película resistente al frío, una película y lámina antibacteriana, una lámina espumada, una lámina de caucho, y similar, pueden usarse como otras unidades de laminación (B). Otras unidades de laminación (B) pueden usarse de forma individual o pueden usarse dos o más de estos en combinación, si es necesario.

Un ejemplo de una realización preferente de una preforma que está compuesta por el preimpregnado (A) que se ha mencionado en lo que antecede y otra unidad de laminación (B) incluyen una estructura de intercalación que está compuesta por una capa de recubrimiento y una capa de núcleo.

De tales estructuras de intercalación, se prefiere un caso en el que la capa de recubrimiento se ha constituido mediante el preimpregnado (A) que se ha mencionado en lo que antecede debido a que un producto moldeado que va a obtenerse mostrará unas propiedades isotrópicas y puede asegurarse la aptitud para el seguimiento para una

forma complicada. En este caso, desde el punto de vista de potenciar adicionalmente estos efectos, es más preferente usar, como la capa de núcleo, un material de base de tipo lámina, un material de base poroso, un material de panal, y un material de base de malla que contiene fibras de refuerzo, que presentan una menor densidad aparente que el preimpregnado (A).

- 5 De las estructuras de intercalación, es preferente un caso en el que la capa de núcleo está compuesta por el preimpregnado (A) que se ha mencionado en lo que antecede debido a que el espesor de un producto moldeado que va a obtenerse puede volverse más uniforme y la transmisión de funciones puede asegurarse con facilidad. En este caso, desde el punto de vista de aumentar el efecto de rigidez, es más preferente usar, como la capa de núcleo, un material de base unidireccional que contiene fibras de refuerzo continuas, un material de base textil, y así sucesivamente. Desde el punto de vista de transmitir funciones a la superficie de un producto moldeado, es más preferente usar una película retardante de la llama, una película decorativa, etc.

15 En la presente memoria, un producto moldeado que es superior en cuanto a las propiedades mecánicas y se encuentra en conformidad con una forma complicada puede obtenerse también mediante un procedimiento en el que una preforma que va a obtenerse mediante la laminación de unos materiales de base de fibra de refuerzo a usar en el preimpregnado de la presente invención se ajusta a un molde y, a continuación, se realiza un moldeo de RTM (moldeo de transferencia de resina); y un procedimiento en el que una preforma que va a obtenerse mediante la laminación de un material de base de fibra de refuerzo que va a usarse para el preimpregnado de la presente invención con un material de base unidireccional, un material de base textil, o un material de base de malla se ajusta a un molde, se impregna con una resina termoestable, y se realiza un moldeo de RTM. Puede esperarse que estos produzcan el mismo efecto que el de la presente invención.

20 Como la explicación del comportamiento de manejo del preimpregnado que se ha descrito en lo que antecede, la preforma de la presente invención asegura una labrabilidad estable en una etapa de laminación, y desde el punto de vista del comportamiento de manejo de una preforma en una etapa de moldeo tal como una transferencia estable a un molde, es preferente inhibir la dilatación en espesor. El  $h_{pn}$  (mm) a  $(n \times 100)^\circ\text{C}$  preferentemente satisface  $h_{p0} \leq h_{pn} \leq h_{p0} \times (2n + 1)$  ( $h_{p0}$  (mm) representa el espesor de la preforma a  $23^\circ\text{C}$ , y  $n$  representa por lo menos un número natural seleccionado de entre 1, 2, 3 y 4), más preferentemente satisface  $h_{p0} \leq h_{pn} \leq h_{p0} \times 2n$ , y de manera particularmente preferente satisface  $h_{p0} \leq h_{pn} \leq h_{p0} \times (2n - 1)$ . El criterio de selección de  $n$  que va a usarse en el presente caso es el mismo que el del preimpregnado que se ha descrito en lo que antecede, y puede seleccionarse un número natural apropiado dependiendo de los materiales que van a usarse.

30 A pesar de que el espesor  $h_{p0}$  (mm) de la preforma de la presente invención no está particularmente limitado, desde el punto de vista del comportamiento de manejo en el moldeo este es preferentemente de 0,8 a 100 mm, más preferentemente de 1,2 a 10 mm, y de manera particularmente preferente de 1,5 a 5 mm. A pesar de que no hay limitación particular alguna con respecto al número laminado de los preimpregnados a usar en la preforma de la presente invención y el número laminado de otras unidades de laminación, desde el punto de vista de la eficiencia de fabricación y la rentabilidad en la etapa de laminación, el número laminado es preferentemente de 2 capas a 100 capas, más preferentemente de 4 capas a 50 capas, y de manera particularmente preferente de 8 capas a 30 capas. Si el número laminado se aumenta, la carga de trabajo en la etapa de laminación aumenta, pero el grado de libertad en cuanto al diseño del producto moldeado de la presente invención puede aumentarse si este se encuentra dentro de un intervalo preferente.

40 [Producto moldeado]

El producto moldeado que va a obtenerse mediante el moldeo del preimpregnado o la preforma de la presente invención puede usarse para diversas partes o componentes, y es preferente que el producto moldeado sea de peso ligero y que también sea de una rigidez y una resistencia superiores con el fin de aumentar el intervalo de sus aplicaciones. Además, es preferente que el producto moldeado sea superior también en el coeficiente de dilatación lineal, que es un índice de estabilidad dimensional.

50 Como un índice específico, es preferente que el producto moldeado tenga una rigidez específica de 1,5 a 5, que es un parámetro que indica el grado de ligereza y se expresa mediante  $E_c^{1/3} \times p^{-1}$  en la que el módulo de flexión y el peso específico del producto moldeado se representan mediante  $E_c$  y  $p$ , respectivamente. Debido a que el acero y el aluminio tienen en general, un peso específico de 1,5 o menos, la rigidez específica del producto moldeado es preferentemente 1,5 o más con el fin de caer dentro de una región de una rigidez específica que es mejor que la de esos materiales de metal. Además, la rigidez específica es más preferentemente de 2,0 a 5, que supera 2,0 por encima de una resistencia específica general del magnesio, e incluso más preferentemente es de 2,5 a 5. Además, con el fin de hacer el diseño de un producto moldeado más sencillo, la rigidez específica preferentemente tiene isotropía; como un índice de la isotropía de la rigidez específica, el módulo de flexión  $E_c$  satisface  $E_{cMáx} \leq E_{cMín} \times 2$  en una relación entre un módulo de flexión máximo  $E_{cMáx}$  y un módulo de flexión mínimo  $E_{cMín}$ , cada uno en la dirección de medición. Es más preferente que  $E_{cMáx} \leq E_{cMín} \times 1,8$ , e incluso más preferente que  $E_{cMáx} \leq E_{cMín} \times 1,5$ .

Como un índice específico de la resistencia de un producto moldeado, es preferente que  $\sigma_c / \rho$  sea de 100 a 500 en la que la resistencia a la tracción y el peso específico del producto moldeado se representan mediante  $\sigma_c$  y  $\rho$ ,

respectivamente. La relación es más preferentemente de 200 a 500 y más preferentemente de 300 a 500. Por la misma razón que se ha descrito en lo que respecta a la rigidez específica que se ha mencionado en lo que antecede, la resistencia a la tracción  $\sigma_c$  que se ha mencionado en lo que antecede, como un índice de la isotropía de la resistencia a la tracción, satisface  $\sigma_{cM\acute{a}x} \leq \sigma_{cM\acute{i}n} \times 2$  en una relación entre una máxima resistencia a la tracción  $\sigma_{cM\acute{a}x}$  y una mínima resistencia a la tracción  $\sigma_{cM\acute{i}n}$ , cada una en la dirección de medición. Es más preferente que  $\sigma_{cM\acute{a}x} \leq \sigma_{cM\acute{i}n} \times 1,8$ , e incluso más preferente que  $\sigma_{cM\acute{a}x} \leq \sigma_{cM\acute{i}n} \times 1,5$ .

Como un índice concreto en lo que respecta al coeficiente de dilatación lineal, que es un parámetro que representa la estabilidad dimensional de un producto moldeado, el coeficiente de dilatación lineal  $C_c$  del producto moldeado que se ha mencionado en lo que antecede es preferentemente de  $1 \times 10^{-6}$  a  $20 \times 10^{-5} / K$ . Este es más preferentemente de  $1 \times 10^{-6}$  a  $15 \times 10^{-5} / K$ , e incluso más preferentemente de  $1 \times 10^{-6}$  a  $10 \times 10^{-5} / K$ . Por la misma razón que se ha descrito en lo que respecta a la rigidez específica que se ha mencionado en lo que antecede, el coeficiente de dilatación lineal  $C_c$ , satisface  $C_{cM\acute{a}x} \leq C_{cM\acute{i}n} \times 2$  en una relación entre un máximo coeficiente de dilatación lineal  $C_{cM\acute{a}x}$  y un mínimo coeficiente de dilatación lineal  $C_{cM\acute{i}n}$ , cada uno en la dirección de medición. Es más preferente que  $C_{cM\acute{a}x} \leq C_{cM\acute{i}n} \times 1,8$ , e incluso más preferente que  $C_{cM\acute{a}x} \leq C_{cM\acute{i}n} \times 1,5$ .

Al considerar la delgadez de pared y la ligereza, un producto moldeado que va a obtenerse mediante el moldeo del preimpregnado o la preforma de la presente invención preferentemente tiene un espesor máximo de 2 mm o menos. El espesor máximo es más preferentemente 1,5 mm o menos, e incluso más preferentemente 1,2 mm o menos. El espesor máximo que se explica en el presente caso quiere decir el espesor más grande de entre los espesores de las porciones planas respectivas que constituyen el producto moldeado. El espesor máximo se determina mediante la medición de la parte de mayor espesor en una porción plana que constituye el producto moldeado.

Un producto moldeado puede variar en cuanto a su espesor debido al grado de libertad en el diseño de forma. En lo que respecta a la variación de espesor, es preferente que el espesor varíe de forma continua. La expresión "de forma continua" tal como se hace referencia al mismo en el presente documento quiere decir que el espesor varía de manera que disminuye en sección transversal.

Además, el producto moldeado preferentemente tiene una forma irregular con el fin de potenciar el efecto de aumento de la rigidez por su forma o de transmitir un efecto de diseño causado por su forma. En concreto, es preferente que la diferencia de nivel entre la superficie patrón del producto moldeado y la superficie irregular que forma la forma irregular sea de 3 mm o más. La superficie patrón se hace referencia a una porción plana que tiene el área más grande de entre las porciones planas que forman el producto moldeado. La superficie irregular que forma una forma irregular con la superficie patrón es una porción plana que es sustancialmente paralela a la superficie patrón y se forma para estar separada de la superficie patrón por una o más porciones planas. En el presente caso, "ser sustancialmente paralelo" quiere decir que el grado de un ángulo que está formado por la superficie patrón con una porción plana objetivo es  $20^\circ$  o menos. Cuando la superficie patrón y la superficie irregular son paralelas entre sí, la diferencia de nivel entre la superficie patrón y la superficie irregular puede medirse directamente. No obstante, cuando la superficie patrón y la superficie irregular forman de manera conjunta un determinado ángulo, la diferencia más grande de entre las diferencias de nivel entre la superficie patrón y los puntos P respectivos sobre la superficie irregular se define como la diferencia de nivel entre la superficie patrón y la superficie irregular. La diferencia de nivel entre la superficie patrón y la superficie irregular es preferentemente 5 mm o más.

Considerando diversas aplicaciones además de las que se han descrito en lo que antecede, es preferente proporcionar una forma complicada a un producto moldeado. Por ejemplo, cuando se forma una forma de tipo caja que está compuesta por muchas porciones planas, esta es una forma en la que se han unido porciones planas mediante porciones dobladas. El radio de curvatura de la porción de R en cada una de las porciones dobladas, que se usa para indicar el grado de flexión, es preferentemente pequeño. Desde el punto de vista de la formación de una forma más complicada, el radio de curvatura de la porción de R es preferentemente 5 mm o menos.

Desde el punto de vista de la formación de una forma complicada en un producto moldeado, es preferente que el número de las porciones dobladas sea de tres o más. Una forma doblada de un producto moldeado simple tiene una porción doblada, y una forma de C y una forma de S simple tienen, cada una, dos porciones dobladas. Por lo general, la mayor parte de los productos moldeados conformados de manera complicada tal como componentes tienen muchas porciones dobladas. Un índice de un número preferente de porciones dobladas es tres o más. Un producto moldeado de tipo caja que tiene una forma cuadrangular simple tiene ocho porciones dobladas.

Desde el punto de vista de ampliar el intervalo de aplicación de los productos moldeados a diversas cajas, alojamientos, y componentes a partir del aspecto de la forma, un producto moldeado preferentemente tiene un vértice que está formado por tres porciones planas separadas por porciones dobladas. El vértice que está formado por tres porciones planas separadas por porciones dobladas es una esquina que está formada por tres porciones planas.

Además, desde el punto de vista de aumentar la rigidez, el producto moldeado puede estar provisto con una nervadura. A pesar de que la nervadura no está particularmente restringida con respecto a su forma, los ejemplos preferentes de la nervadura incluyen una nervadura lineal, una nervadura con forma de T y una nervadura con forma

de cruz. A pesar de que la altura de la nervadura se determinará de acuerdo con las necesidades, esta es preferentemente de 10 mm o menos desde el punto de vista de la delgadez de pared de un producto moldeado. Esta es más preferentemente de 5 mm o menos.

5 Desde el punto de vista de asegurar la ligereza, el producto moldeado puede ser un cuerpo hueco. En este caso, un producto moldeado hueco puede formarse mediante la unión de algunos productos moldeados en conformidad con la forma del producto moldeado.

10 Con el fin de transmitir unas propiedades mecánicas mejoradas adicionalmente a un producto moldeado, el producto moldeado puede unirse con otro producto moldeado. Como otro producto moldeado de este tipo, un material compuesto reforzado con fibra que comprende fibras de refuerzo continuas y una resina preferentemente se ha unido con el fin de potenciar las propiedades mecánicas. Por ejemplo, se vuelve posible transmitir unas propiedades mecánicas o una rigidez excelentes mediante la unión de un material compuesto reforzado con fibra que resulta de la hibridación de fibras de refuerzo continuas con una resina termoestable, tal como resina epoxídica, o una resina termoplástica, tal como polipropileno y poliamida, a la superficie de un producto moldeado.

15 También es admisible unir productos moldeados que van a obtenerse mediante el moldeo de los preimpregnados o preformas de la presente invención. De acuerdo con un fin previsto, un ejemplo es un producto que se produce mediante una unión con una alta resistencia a la vez que se ha aumentado el contenido en masa de fibra de otra pieza.

20 Desde el punto de vista de ampliar las aplicaciones de productos moldeados, es preferente unir productos moldeados conformados de manera complicada. Los ejemplos del producto moldeado conformado de manera complicada incluyen productos moldeados por inyección conformados de manera complicada, tal como bordes, bastidores, salientes, nervaduras, articulaciones, y soportes. Es posible ampliar las aplicaciones en las que pueden utilizarse las propiedades mecánicas superiores de un producto moldeado.

25 El procedimiento para la unión no está particularmente restringido, y los ejemplos del mismo incluyen procedimientos que usan un adhesivo, soldeo con calor, soldeo con vibración, soldeo con ultrasonidos y soldeo con láser. En particular, soldeo con calor, soldeo con vibración, soldeo con ultrasonidos y soldeo con láser se prefieren debido a la facilidad del procedimiento y el corto ciclo de moldeo.

30 En la presente memoria, el tipo del moldeo por prensado puede seleccionarse dependiendo del producto moldeado que va a obtenerse. El moldeo por prensado es un procedimiento de obtención de un producto moldeado mediante la aplicación de deformación, tal como flexión, cizalla y compresión, a la preforma laminada que se ha mencionado en lo que antecede mediante el uso de una máquina de procesamiento, una herramienta, un gálibo para moldear, o un material complementario, y los ejemplos de una forma de moldeo incluyen embutición profunda, enfaldillado, coagulación, rebordeado de bordes y punzonado con troquel. De entre diversos procedimientos de moldeo por prensado, un procedimiento en autoclave, que se usa a menudo para fabricar componentes moldeados para aviones grandes y similar, y un procedimiento de prensado en molde, que tiene unas etapas relativamente simples y sencillas, se usan preferentemente como el procedimiento de moldeo por prensado. Desde el punto de vista del equipo, la cantidad de energía que va a usarse en una etapa de moldeo, la simplificación del gálibo para moldear, los materiales complementarios que van a usarse, el grado de libertad en la presión de moldeo y en la temperatura de moldeo, el uso de un procedimiento de prensado en molde en el que el moldeo se lleva a cabo mediante el uso de un molde de metal es más preferente.

40 Como un procedimiento de prensado en molde puede adoptarse un procedimiento de prensado en caliente que comprende colocar por adelantado la preforma o el preimpregnado que se ha mencionado en lo que antecede en un molde, realizar la presurización y el calentamiento junto con una sujeción en molde, y enfriar el preimpregnado o la preforma mediante el enfriamiento del molde a la vez que se continúa la sujeción en molde, obteniendo de ese modo un producto moldeado, o cuando la resina de un preimpregnado o una preforma es una resina termoplástica, moldeo por estampado, que es un procedimiento que comprende calentar por adelantado el preimpregnado o la preforma hasta una temperatura que es igual a o más alta que la temperatura de fusión de la resina termoplástica mediante un dispositivo de calentamiento, tal como un calentador de infrarrojo lejano, una placa caliente, un horno de alta temperatura y un calentamiento dieléctrico, colocar este sobre un miembro de molde que va a ser una superficie inferior del molde a la vez que se mantiene la resina termoplástica fundida y ablandada, cerrando a continuación el molde para realizar la sujeción en molde y, a continuación, presurización y enfriamiento. El procedimiento de moldeo por prensado, que no está particularmente restringido, es preferentemente moldeo por estampado desde el punto de vista de acelerar el ciclo de moldeo para aumentar la eficiencia de fabricación.

55 Además, con el fin de llevar un preimpregnado o una preforma hasta un estado conformable, la resina es preferentemente una resina termoplástica. La temperatura de precalentamiento se ajusta preferentemente a igual a o más alta que el punto de fusión o punto de ablandamiento de la resina termoplástica.

Al transportar el preimpregnado, o preforma, precalentado hasta un molde que va a usarse para un moldeo por prensado, es preferente transportar este con rapidez con el fin de realizar un moldeo por prensado a la vez que se mantiene el estado precalentado lo suficiente. En concreto, el tiempo que va a tardarse para precalentar un

preimpregnado o una preforma, a continuación transportar este a un molde, y comenzar la presurización mediante moldeo por prensado se encuentra preferentemente dentro de 1 minuto, más preferentemente dentro de 30 segundos, e incluso más preferentemente dentro de 15 segundos.

5 La presurización en un molde de prensado no está particularmente restringida, pero desde el punto de vista conformar bien un preimpregnado o una preforma, la fuerza de presurización es preferentemente 0,1 MPa o más. Esta es más preferentemente de 1 MPa o más, e incluso más preferentemente 10 MPa o más. A pesar de que el límite superior de la fuerza de presurización no está particularmente limitado, 100 MPa o menos es un intervalo preferente desde el punto de vista de la inhibición de la rotura de las fibras de refuerzo durante el moldeo.

10 No hay limitación particular alguna en lo que respecta al enfriamiento en un molde de prensado, pero cuando se usa una resina termoplástica como la resina que constituye un preimpregnado o una preforma, es preferente ajustar la temperatura superficial del molde a igual a o menor que el punto de fusión o punto de ablandamiento de la resina termoplástica desde el punto de vista del enfriamiento de la preforma precalentada lo suficiente. Además, desde el punto de vista de adelantar el desmolde con respecto al molde y de acortar el ciclo de moldeo, es preferente ajustar la temperatura del molde para que sea menor que el punto de fusión o punto de ablandamiento de la resina termoplástica en 30 °C o más, más preferentemente en 50 °C o más.

15 A continuación, se describe una etapa de colocación del preimpregnado o la preforma de la presente invención en un molde y el moldeo por prensado de este. Para el preimpregnado o la preforma de la presente invención, es preferente colocar este en el molde a la vez que se ajusta la relación de carga que se expresa mediante la siguiente fórmula a más alta que un 100 %. - Relación de carga (%) =  $100 \times (\text{área de preimpregnado o preforma}) / (\text{área total de cavidad de molde})$ .

20 Mediante la colocación, en el molde, de un preimpregnado o una preforma que tiene una relación de carga que es más alta que un 100 %, dicho de otra forma, un preimpregnado o una preforma que es más grande que un tamaño para cubrir la totalidad del área de la cavidad de molde, se vuelve posible realizar un moldeo a la vez que se mantiene la orientación de las fibras sin dar lugar a un flujo excesivo del preimpregnado o la preforma durante el moldeo. Por lo tanto, es posible obtener un producto moldeado que saca el máximo partido de la orientación de las fibras de un preimpregnado o una preforma a la vez que se inhibe, tanto como sea posible, la perturbación de la orientación de las fibras durante el moldeo o la generación de anisotropía en la orientación de las fibras causada por el flujo que tiene lugar durante el moldeo. La relación de carga se ajusta preferentemente a un 105 % o más y más preferentemente a un 110 % o más. El límite superior de la relación de carga, que no está particularmente limitado, es preferentemente de hasta un 150 % desde el punto de vista del uso de materiales de manera efectiva y de evitar el desperdicio.

30 A continuación, se explica el molde que va a usarse para moldear. Los moldes se clasifican, en términos generales, en dos categorías; una es un molde cerrado, que va a usarse para casting, moldeo por inyección, etc., y otra es un molde abierto, que va a usarse para un moldeo por prensado, forjado, etc. El molde cerrado es un molde que realiza el moldeo principalmente mediante el vertido de un material en el interior del mismo, mientras que el molde abierto es un molde que realiza el moldeo principalmente mediante la deformación de un material sin verter este. El uso de un molde abierto se prefiere con el fin de obtener un producto moldeado con el que la orientación de las fibras de un preimpregnado o una preforma está encauzada a la vez que se inhibe que la orientación de las fibras de un preimpregnado o la preforma se desordene tanto como sea posible durante el moldeo o se inhibe que la anisotropía en la orientación de las fibras se cause tanto como sea posible por el flujo que tiene lugar durante el moldeo sin dar lugar a un flujo excesivo en un material de base durante el moldeo. Además, el molde abierto se prefiere también desde el punto de vista de la retirada del gas descompuesto o el aire que se arrastra durante el moldeo al exterior del molde.

35 Además, se prefiere un molde que tiene por lo menos uno seleccionado de entre un mecanismo de eliminación por estampado, un mecanismo de punzonado, y un mecanismo de roscado. El producto moldeado que se produce mediante moldeo por prensado puede haberse formado por prensado con un porcentaje de carga de un preimpregnado o una preforma de más de un 100 % en relación con el área de cavidad total del molde o puede tener tanto una porción que es necesaria como un producto moldeado como una porción innecesaria (porción de borde). Por lo tanto, una etapa de retirada de la porción de borde puede volverse necesaria con el fin de finalizar la forma de un producto moldeado después del moldeo. Se espera que un producto moldeado se procese, dependiendo del fin del uso del mismo, para dar un producto moldeado que tiene un orificio de purga o un orificio de gases de escape para el gas generado o el intercambio de calor, una porción de agarre de un producto moldeado, un orificio de paso de tornillo para el procesamiento o un orificio para una conexión con pernos, un orificio que se dirige a transmitir un diseño, o una porción de orificio que va a usarse para patrones de punzonado. Es preferente tener por lo menos uno seleccionado de entre los tres mecanismos que se han mencionado en lo que antecede debido a que si esto es así, una etapa de retirada de una porción de borde después del moldeo por prensado o una etapa de formación de una porción de orificio necesaria puede realizarse de manera simultánea con un moldeo por prensado, de tal modo que puede conseguirse una simplificación de un procedimiento.

60 Los ejemplos de las aplicaciones de los productos moldeados que van a producirse mediante el uso del preimpregnado o la preforma de la presente invención incluyen componentes de instrumentos eléctricos,

componentes de instrumentos electrónicos, componentes para ingeniería civil, componentes para materiales de construcción, componentes estructurales para coches, componentes estructurales para motocicletas, componentes para coches, componentes para motocicletas, y componentes para aviones. Desde el punto de vista de las propiedades mecánicas, los productos moldeados se usan de manera conveniente para alojamientos de instrumentos eléctricos o electrónicos, paneles para ingeniería civil o materiales de construcción, componentes estructurales de coches, y componentes de aviones. En particular desde el punto de vista de las características físicas y la isotropía, los productos moldeados se usan de manera conveniente para unidades estructurales para coches y motocicletas. Ejemplos

La presente invención se describirá en lo que sigue con más detalle con referencia a los ejemplos.

10 [Evaluación (1) de preimpregnado, preforma y producto moldeado]

(1) Evaluación de la longitud de las fibras de refuerzo que están contenidas en preimpregnado

Un preimpregnado se calentó a 500 °C en el aire durante una hora, retirando por combustión de ese modo un componente de resina. Cuatrocientas fibras de refuerzo restantes se seleccionaron de forma aleatoria, la longitud de las mismas se midió hasta 1 μm y, a continuación, las longitudes de fibra y las proporciones de las mismas se midieron. Además, la distribución de longitudes de fibra de refuerzo se evaluó al contar la frecuencia de las fibras de refuerzo a unos intervalos de 0,25 mm, tal como más corta que 0,25 mm, 0,25 mm o más larga y más corta que 0,5 mm, y 0,5 mm o más larga y más corta que 0,75 mm.

(2) Medición del ángulo de orientación bidimensional de las fibras de refuerzo en preimpregnado

Tal como se muestra en la figura 2, un preimpregnado se intercaló entre dos láminas de malla de acero inoxidable (una forma tejida plana con 50 mallas por cada 2,5 cm) y se fijaron con el ajuste de un tornillo de tal modo que el preimpregnado no pudiera moverse. Este se calentó a 500 °C en el aire durante una hora, retirando por combustión de ese modo un componente de resina. A continuación, las láminas de malla de acero inoxidable se retiraron y el material de base de fibra de refuerzo resultante se observó con un microscopio. Un filamento de refuerzo (a) se seleccionó de forma aleatoria, y el ángulo de orientación bidimensional formado por el filamento de refuerzo y otro que se interseca con el mismo se midió mediante observación de imagen. De dos ángulos formados por los dos filamentos de refuerzo que se intersecan, un ángulo de 0° o más y 90° o menos (es decir, un ángulo agudo) se adoptó como el ángulo de orientación. El número de medición del ángulo de orientación bidimensional para un filamento de refuerzo (a) que se seleccionó fue n = 20. La misma medición se llevó a cabo mediante la selección de cinco filamentos de refuerzo en total y el promedio de las mediciones se definió como el ángulo de orientación bidimensional.

(3) Cantidad de aire del material de base de fibra de refuerzo

(Procedimiento de Frazier)

Usando un material de base de fibra de refuerzo que se obtiene de la misma forma que la de la retirada por combustión de (2) que se ha descrito en lo que antecede, la cantidad de aire medida mediante el procedimiento de tipo Frazier basado en la norma ASTM D737 (edición de 2008) se midió.

(4) Contenido en masa de fibra Wf (%) de las fibras de refuerzo en preimpregnado

Después de que se midiera la masa W1 de un preimpregnado, el preimpregnado se calentó a 500 °C en el aire durante una hora, de tal modo que los componentes de resina se retiraron por combustión. La masa W2 de las restantes fibras de refuerzo se midió, y el cálculo se llevó a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$40 \quad \bullet \quad Wf (\%) = 100 \times W2 / W1.$$

(5) Espesor hn de preimpregnado, y espesor hpn de preforma (hn, hpn (n = 0, 1, 2, 3, 4))

Un preimpregnado o una preforma se dejó en reposo en el aire durante 10 minutos a una temperatura a la que se llevaría a cabo la medición y, a continuación, este se enfrió hasta la temperatura de la sala. En el preimpregnado o la preforma, dos puntos X e Y se determinaron de tal modo que la distancia recta XY se volvería la más larga, el espesor se midió en cada uno de los puntos de división que dividía la línea recta XY en diez segmentos iguales salvo por ambos extremos X, Y. El promedio de los mismos se definió como el espesor hn o hpn del preimpregnado o la preforma.

(6) Densidad aparente de preimpregnado

Un preimpregnado cuadrado de 100 mm en cada lado se recortó y se midió su masa W. A continuación, una densidad aparente se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$\bullet \quad \text{Densidad aparente de preimpregnado} = W / (10 \times 10 \times h0)$$

en la que  $h_0$  es el espesor del preimpregnado.

(7) Relación de impregnación de resina % de preimpregnado

Una relación de impregnación de resina de un preimpregnado se midió mediante la observación de una sección en la dirección del espesor del preimpregnado tal como sigue. El preimpregnado se envolvió con una resina epoxídica y, a continuación, se pulió una superficie que era un extremo de sección del preimpregnado. Un área definida por (el espesor del preimpregnado) x una anchura de 500  $\mu\text{m}$  de la superficie pulida se fotografió con un aumento de 400 mediante el uso de un microscopio de medición de perfil de 3D de color superprofundo VK-9500 (controlador) / VK-9510 (parte de medición) (fabricado por KEYENCE Corporation). En una imagen observada, se determinaron el área de los sitios en los que la resina había penetrado y el área de los sitios en los que la resina no había penetrado y, a continuación, una relación de impregnación de resina se calculó mediante el uso de la siguiente fórmula:

• **Relación de impregnación de resina (%) =  $100 \times (\text{el área total de los sitios en los que la resina ha penetrado}) / (\text{el área en sección transversal del sitio observado del preimpregnado sin incluir porciones de fibra de refuerzo}) = 100 \times (\text{el área de los sitios en los que la resina ha penetrado}) / ((\text{el área de (el espesor del preimpregnado) x (una anchura de 500 } \mu\text{m)}) - \text{el área de las porciones de fibra de refuerzo})$ .**

(8) Resistencia a la tracción  $\sigma$  de preimpregnado

Se cortaron probetas a partir de un preimpregnado, y la característica de tracción de las mismas se midió de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3 (1995). En lo que respecta a las probetas, se prepararon unas probetas que se habían cortado en cuatro direcciones, es decir,  $0^\circ$ , que era una dirección arbitraria, direcciones de  $+45^\circ$ , de  $-45^\circ$  y de  $90^\circ$ , y un valor promedio de todas las mediciones ( $n = 20$ ) que se obtiene en el número de mediciones  $n = 5$  para cada una de las direcciones se definió como una resistencia a la tracción  $\sigma$ . Como un instrumento de medición se usó el instrumento de prueba universal de tipo 5565 de "Instron (marca comercial registrada)" (fabricado por Instron Japan Company, Ltd.).

(9) Resistencia a la tracción  $\sigma_{\text{máx}}$ ,  $\sigma_{\text{mín}}$

De entre las 20 mediciones de la resistencia a la tracción  $\sigma$  medida en el punto anterior (8), el valor máximo y el valor mínimo se expresaron mediante  $\sigma_{\text{Máx}}$  y  $\sigma_{\text{mín}}$ , respectivamente.

(10) Resistencia específica de producto moldeado

Una probeta se cortó a partir de un producto moldeado y el peso específico  $p$  del producto moldeado se midió sobre la base de la norma ISO 1183 (1987). Posteriormente, se cortaron probetas a partir del producto moldeado y la resistencia a la tracción de las mismas se midió de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3 (1995). En lo que respecta a la probeta, se prepararon unas probetas que se habían cortado en cuatro direcciones, es decir, direcciones de  $0^\circ$ , de  $+45^\circ$ , de  $-45^\circ$  y de  $90^\circ$ , en los que una dirección arbitraria se determinó como  $0^\circ$ . A continuación, un valor promedio de todas las mediciones ( $n = 20$ ) que se obtiene en el número de mediciones  $n = 5$  para cada una de las direcciones se definió como una resistencia a la tracción  $\sigma_c$ . Como un instrumento de medición se usó el instrumento de prueba universal de tipo 5565 de "Instron (marca comercial registrada)" (fabricado por Instron Japan Company, Ltd.). Sobre la base del resultado obtenido, la resistencia específica del producto moldeado se calculó mediante la siguiente fórmula.

• **Resistencia específica de producto moldeado =  $\sigma_c / \rho$ .**

(11)  $\sigma_{c\text{Máx}}$  y  $\sigma_{c\text{mín}}$  de la resistencia a la tracción de producto moldeado

De entre 20 resistencias a la tracción  $\sigma_c$  medidas en (10) que se ha descrito en lo que antecede, el valor máximo se expresó mediante  $\sigma_{c\text{Máx}}$  y el valor mínimo se expresó mediante  $\sigma_{c\text{mín}}$ .

(12) Rigidez específica de producto moldeado

Se cortaron probetas a partir de un preimpregnado y, a continuación, los módulos de flexión de las mismas se midieron de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 178 (1993). En lo que respecta a la probeta, se prepararon unas probetas que se habían cortado en cuatro direcciones, es decir, direcciones de  $0^\circ$ , de  $+45^\circ$ , de  $-45^\circ$  y de  $90^\circ$ , en los que una dirección arbitraria se determinó como  $0^\circ$ . A continuación, un valor promedio de todas las mediciones ( $n = 20$ ) que se obtiene en el número de mediciones  $n = 5$  para cada una de las direcciones se definió como un módulo de flexión  $E_c$ . Como un instrumento de medición se usó el instrumento de prueba universal de tipo 5565 de "Instron (marca comercial registrada)" (fabricado por Instron Japan Company, Ltd.). Sobre la base del resultado obtenido, la rigidez específica del producto moldeado se calculó mediante la siguiente fórmula.

• **Rigidez específica de producto moldeado =  $E_c^{1/3} / \rho$**

$p$ : Peso específico de producto moldeado.

(13)  $E_{cMáx}$  y  $E_{cMín}$  del módulo de flexión de producto moldeado

De entre 20 módulos de flexión medidos en (12) que se ha descrito en lo que antecede, el valor máximo se expresó mediante  $E_{cMáx}$  y el valor mínimo se expresó mediante  $E_{cMín}$ .

(14) Resistencia a esfuerzo cortante interlaminar de preforma laminada

- 5 Se cortaron probetas a partir de una preforma laminada, de tal modo que se produjeron unas probetas de 6,4 mm de anchura y 14 mm de longitud de acuerdo con la norma ASTM D2344 y, a continuación, se realizó una prueba de tres puntos con  $n = 10$  para medir la resistencia al esfuerzo cortante interlaminar. El promedio de  $n = 10$  se adoptó como resultado.

(15) Coeficiente de dilatación lineal de producto moldeado

- 10 Se cortaron probetas a partir de un producto moldeado y el coeficiente de dilatación lineal de las mismas se midió sobre la base de la norma ISO 11359-2. En lo que respecta a las probetas, se prepararon unas probetas que se habían cortado en cuatro direcciones, es decir,  $0^\circ$ , que era una dirección arbitraria, direcciones de  $+45^\circ$ , de  $-45^\circ$  y de  $90^\circ$ , y un valor promedio que se obtiene en el número de mediciones  $n = 5$  para cada una de las direcciones se definió como un coeficiente de dilatación lineal  $C_c$ .

15 (16)  $C_{cMáx}$  y  $C_{cMín}$  del coeficiente de dilatación lineal de producto moldeado

De entre los coeficientes de dilatación lineal medidos en la totalidad de las direcciones de  $0^\circ$ , de  $+45^\circ$ , de  $-45^\circ$  y de  $90^\circ$  en el producto moldeado a medir, el valor máximo se expresa mediante  $C_{cMáx}$  y el valor mínimo se expresa mediante  $C_{cMín}$ .

(17) Evaluación de la resistencia específica de producto moldeado

- 20 La evaluación se realizó de acuerdo con los siguientes criterios sobre la base del coeficiente de dilatación lineal de un producto moldeado.

- A: La resistencia específica fue de 300 MPa o más.  
 B: La resistencia específica fue de 200 MPa o más y menos de 300 MPa.  
 C: La resistencia específica fue de 150 MPa o más y menos de 200 MPa.  
 D: La resistencia específica fue de menos de 150 MPa.

25

(18) Evaluación de la rigidez específica de producto moldeado

La evaluación se realizó de acuerdo con los siguientes criterios sobre la base de la rigidez específica de un producto moldeado.

- 30 AAA: La rigidez específica fue de 3,00 o más.  
 AA: La rigidez específica fue de 2,50 o más y menos de 3,00.  
 A: La rigidez específica fue de 2,20 o más y menos de 2,50.  
 B: La rigidez específica fue de 2,00 o más y menos de 2,20.  
 A: La rigidez específica fue de 1,50 o más y menos de 2,00.  
 D: La rigidez específica fue de menos de 1,50.

35 (19) Evaluación del coeficiente de dilatación lineal de producto moldeado

La evaluación se realizó de acuerdo con los siguientes criterios sobre la base de un coeficiente de dilatación lineal de un producto moldeado.

- 40 A: El coeficiente de dilatación lineal fue de  $7 \times 10^{-6} / K$  o menos.  
 B: El coeficiente de dilatación lineal fue de más de  $7 \times 10^{-6} / K$  y  $10 \times 10^{-6} / K$  o menos.  
 C: El coeficiente de dilatación lineal fue de más de  $10 \times 10^{-6} / K$  y  $20 \times 10^{-6} / K$  o menos.  
 D: El coeficiente de dilatación lineal fue de más de  $20 \times 10^{-6} / K$ .

(20) Evaluación de la isotropía de producto moldeado

45 La evaluación se realizó de acuerdo con los siguientes criterios sobre la base de la variación en el mismo plano de las propiedades respectivas, es decir, la resistencia a la tracción, el módulo de flexión y el coeficiente de dilatación lineal de un producto moldeado.

- AA: El máximo fue no más pequeño que 1,0 vez y no más grande que 1,1 veces el mínimo.  
 A: El máximo fue más grande que 1,1 veces y no más grande que 1,3 veces el mínimo.  
 B: El máximo fue más grande que 1,3 veces y no más grande que 2 veces el mínimo.

D: El máximo fue más grande que 2 veces el mínimo.

(Material 1) Fibra de carbono 1

Un copolímero que contiene poliacrilonitrilo como un componente principal se sometió a hilatura, un tratamiento de cocción, y un tratamiento de oxidación superficial, dando unas fibras de carbono continuas que tienen un número total de filamentos de 12.000. Las propiedades de esta fibra de carbono continua fueron tal como sigue.

- Diámetro de filamento: 7  $\mu\text{m}$
- Masa por unidad de longitud: 1,6 g / m
- Peso específico: 1,8
- Resistencia a la tracción: 4600 MPa
- Módulo de elasticidad a la tracción: 220 GPa.

(Material 2) Fibra de carbono 2

Un copolímero que contiene poliacrilonitrilo como un componente principal se sometió a hilatura, un tratamiento de cocción, y un tratamiento de oxidación superficial, dando unas fibras de carbono continuas que tienen un número total de filamentos de 12.000. Las propiedades de esta fibra de carbono continua fueron tal como sigue.

- Diámetro de filamento: 7  $\mu\text{m}$
- Masa por unidad de longitud: 1,6 g / m
- Peso específico: 1,8
- Resistencia a la tracción: 4100 MPa
- Módulo de elasticidad a la tracción: 420 GPa.

(Material 3) Fibra de carbono 3

TORAYCA T700S-12-50C, producido por Toray Industries, Inc.

(Material 4) Fibra de vidrio

Nombre comercial PF-E001, producido por Nitto Boseki Co., Ltd.

(Material 5) Resina termoplástica reforzada con fibra de vidrio (GMT)

UNISHEET P4038-BK31 producida por Quadrant. El espesor fue de 3,8 mm.

(Material 6) Lámina de resina de PP

Se produjo una lámina de resina que tiene un espesor de 1 mm que estaba compuesta por un 50 % en masa de una resina de polipropileno sin modificar ("Prime Polypro" J105G, producida por Prime Polymer Co., Ltd.) y 50 % en masa de una resina de polipropileno modificada con ácido ("ADMER" QB510, producida por Mitsui Chemicals, Inc.).

(Material 7) Lámina de resina de PP espumado

Nombre comercial: EFCELL (dilatación en dos tiempos, 1 mm de espesor), producido por Furukawa Electric Co., Ltd.

(Material 8) Película de resina de nailon transparente

Se produjo una película de resina de nailon transparente (nailon transparente, 50  $\mu\text{m}$  de espesor) fabricada de Crystamid MS1100, producida por Tokyo Zairyo Co., Ltd.

(Material 9) Película retardante de la llama de resina de nailon

Una película de retardante de la llama de resina de nailon 6 (nailon retardante de la llama, 50  $\mu\text{m}$  de espesor) se obtuvo mediante la mezcla de 10 partes en masa de Novaled 120 (diámetro de partícula promedio: 25  $\mu\text{m}$ , contenido en fósforo: 85 %) producida por Rinkagaku Kogyo Co., Ltd., en 100 partes en masa de CM1007 (resina de nailon 6) producida por Toray Industries, Inc., seguido por amasado. La capacidad de retardo de la llama de esta película era de UL94 y VTM-0.

(Material 10) Preimpregnado de fibra de carbono continua

PREIMPREGNADO TORAYCA P3052S-12 producido por Toray Industries, Inc.

(Material 11) Compuesto de moldeo de láminas (SMC) de fibra de carbono

Material 3, es decir, TORAYCA T700S-12K-50C se cortó para dar una longitud de 25 mm, y el haz cortado de fibras de carbono se esparció de tal modo que el haz de fibras de carbono podría distribuirse en unas direcciones aleatorias. De este modo, se produjo un material de base orientado de forma aleatoria de haz de fibra de carbono. A

continuación, un material de base de compuesto de moldeo de láminas (SMC) de fibra de carbono se produjo mediante la impregnación de 60 partes en masa del material de base orientado de forma aleatoria de haz de fibra de carbono con 40 partes en masa de la siguiente resina de éster vinílico para compuestos de moldeo de láminas de fibra de carbono. El espesor fue de 2 mm.

- 5 • Resina de éster vinílico: un producto que contiene Ripoxi H600 que se produjo por Showa Highpolymer Co., Ltd., como una resina de matriz y que se obtuvo mediante la mezcla, en 100 partes en masa de la resina de éster vinílico, de 1,0 parte en masa de un agente de curado de peróxido orgánico (PERBUTYL Z producido por Nippon Oil & Fats Co., Ltd.), 0,6 partes en masa de un inhibidor de polimerización (TBH producido por Seiko Chemical Co., Ltd.), 13,0 partes en masa de un espesante (I-143L, producido por The Dow Chemical Co., Ltd.), y 5,0 partes en masa de un agente desmoldante interno (ZNS-P producido por ADEKA FINE).

(Material 12) Preimpregnado de fibra de carbono con corte

Un preimpregnado de fibra de carbono con cortes que tiene unos cortes regulares provistos a unos intervalos iguales se obtuvo mediante la formación, de forma sucesiva, de cortes que se ilustran en la figura 7 en un PREIMPREGNADO TORAYCA P3052S-17 producido por Toray Industries, Inc., mediante el uso de una máquina de corte automático. La dirección de corte es una dirección 13 perpendicular a las fibras, la longitud 17 de cada corte es de 5,1 mm, y el intervalo 18 (longitud de fibra) es de 30 mm. 19, a lo largo de la cual se superponen entre sí los cortes de líneas adyacentes, es de 0,1 mm.

(Material 13) Resina epoxídica 1

Una mezcla de 40 partes en masa de EPOTOHTO YD128 (producido por Tohto Kasei Co., Ltd.), 20 partes en masa de EPOTOHTO YD128G (producido por Tohto Kasei Co., Ltd.), 20 partes en masa de EPICOAT 1001 (producido por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.), y 20 partes en masa de EPICOAT 1009 (producido por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.) como resinas epoxídicas, 4 partes en masa de DIC7 (diciandiamida, producida por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.) y 3 partes en masa de DCMU99 (3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea, producida por Hodogaya Chemical Co., Ltd.) como agentes de curado, y 5 partes en masa de VINYLEC K (polivinil formal, producido por Chisso Corp.) como un aditivo. La temperatura de transición vítrea de una resina sin curar es de 3 °C. La viscosidad a 60 °C es 200 Pa·s.

(Material 14) Resina epoxídica 2

Una mezcla de 70 partes en masa de EPOTOHTO YD128 (producido por Tohto Kasei Co., Ltd.), 30 partes en masa de EPICOAT 1009 (producido por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.) como resinas epoxídicas, 4 partes en masa de DIC7 (diciandiamida, producida por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.) y 3 partes en masa de DCMU99 (3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea, producida por Hodogaya Chemical Co., Ltd.) como agentes de curado, y 5 partes en masa de VINYLEC K (polivinil formal, producido por Chisso Corp.) como un aditivo. La viscosidad cuando la temperatura de transición vítrea de una resina sin curar es de 60 °C es 600 Pa·s.

(Material 15) Fibra troceada de resina de nailon 6

Una fibra de resina de nailon 6 (afinamiento de filamento: 3 dtex) que se obtiene mediante hilatura de CM1007 (resina de nailon 6) producido por Toray Industries, Inc., se cortó para dar 5,0 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo una fibra troceada de resina de nailon 6.

### (Ejemplo 1)

La fibra de carbono 1 que se obtiene en el Material 1 se cortó para dar 6 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada). Se preparó un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.). Un material de base de fibra de carbono se produjo usando el aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 3 y usando este líquido de dispersión y la fibra de carbono troceada que se ha mencionado en lo que antecede. El aparato de fabricación está compuesto por un recipiente de dispersión 21, un recipiente de fabricación de papel 22, y un transportador 32. El recipiente de dispersión 21 es un depósito en una forma cilíndrica de 1000 mm de diámetro y tiene una porción de transporte recta (el ángulo de inclinación es de 30°) con un grifo de apertura en una porción inferior del depósito. La porción de transporte conecta el recipiente de dispersión y el recipiente de fabricación de papel. Un agitador se monta en la abertura superior del recipiente de dispersión, y fibras de carbono troceadas y un líquido de dispersión (medio de dispersión) pueden cargarse a través de la abertura. El recipiente de fabricación de papel tiene, en su parte inferior, un transportador de malla con una superficie de fabricación de papel que tiene una anchura de 500 mm. El transportador 32 se dispone siguiendo un transportador de malla 31 y transporta un material de base de fibra de carbono 30. Una fabricación de papel se realizó a la vez que se ajusta la concentración de fibras de carbono en el líquido de dispersión para que sea de un 0,05 % en masa. El material de base de fibra de carbono que se prepara mediante fabricación de papel se secó en un horno de secado de 200 °C durante 30 minutos. El material de base de fibra de carbono resultante tenía una anchura de 500 mm, una longitud de 500 mm, y un gramaje de 50 g / m<sup>2</sup>. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 1.

Una lámina del material de base de fibra de carbono que se ha mencionado en lo que antecede se laminó con dos películas de CM1007 (resina de nailon 6) del mismo espesor de tal modo que esta podría volverse una película / material de base de fibra de carbono / película. Una presión de 5 MPa se añadió al artículo laminado resultante a una temperatura de 250 °C durante dos minutos para preparar un preimpregnado (1) de 500 mm de anchura y 500 mm de longitud en el que se había hecho que la resina de nailon 6 penetrara en el material de base de fibra de carbono se produjeron. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2.

Se preparó una preforma (A) en la que se habían laminado ocho preimpregnados (1) y, a continuación, se precalentó a 280 °C bajo una atmósfera de nitrógeno en un horno de calentamiento de infrarrojo lejano. La preforma (A) se colocó en un molde de estampado cuya temperatura superficial de cavidad fue de 120 °C y que tenía una cavidad de tipo caja con forma de L del tamaño de B5 que se ilustra en la figura 4 que tiene un espesor de 1,1 mm (la relación de carga fue de un 110 %). A continuación, el molde se cerró, y se añadió una presión a una presión de molde de 30 MPa y se mantuvo durante dos minutos. A continuación, el miembro de molde se abrió y se realizó la expulsión, de tal modo que se obtuvo un producto moldeado de tipo caja con forma de L. La preforma (A) se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3 y la tabla 10.

#### (Ejemplo 2)

Un preimpregnado (2) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por que la resina de nailon 6 con la que el material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 52 %. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado diecisiete preimpregnados (2). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3.

#### (Ejemplo 3)

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste del gramaje del material de base de fibra de carbono a 70 g / m<sup>2</sup> mediante el ajuste del caudal del líquido de dispersión y la velocidad del transportador de malla durante la fabricación de papel. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 1. La película de resina de nailon 6 con la que este material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 65 % y una presión de 5 MPa se aplicó a una temperatura de 270 °C durante tres minutos, de tal modo que se produjo un preimpregnado (3) en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de nailon 6. Debido a que el contenido en masa de fibra era alto, la impregnación con la resina se volvió un poco difícil. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado diecisiete preimpregnados (3). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3.

#### (Ejemplo 4)

Un preimpregnado (4) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por que la película de resina de nailon 6 con la que el material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 15 %. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado cuatro preimpregnados (4). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3.

#### (Ejemplo 5)

Un preimpregnado (5) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por que la película de resina de nailon 6 con la que el material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 8 %. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado dos preimpregnados (5). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3.

#### (Ejemplo 6)

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste de la velocidad del transportador de malla en el momento de la fabricación de papel a cuatro veces el caudal del líquido de dispersión. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 1. Usando el

material de base de fibra de carbono resultante, un preimpregnado (6) en el que la resina de nailon 6 había penetrado se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (6). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3.

#### (Ejemplo 7)

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste del gramaje del material de base de fibra de carbono a 20 g / m<sup>2</sup> mediante el ajuste del caudal del líquido de dispersión y la velocidad del transportador de malla durante la fabricación de papel. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 1. La película de resina de nailon 6 con la que este material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 20 % y una presión de 5 MPa se aplicó a una temperatura de 250 °C durante dos minutos, de tal modo que se produjo un preimpregnado (7) en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de nailon 6. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 2. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado ocho preimpregnados (7) y el uso de un molde de estampado que tenía una cavidad con un espesor de 0,4 mm en la misma forma que la que se ilustra en la figura 4 (forma de tipo caja con forma de L del tamaño de B5). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 3.

#### (Ejemplo 8)

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste del gramaje del material de base de fibra de carbono a 10 g / m<sup>2</sup> mediante el ajuste del caudal del líquido de dispersión y la velocidad del transportador de malla durante la fabricación de papel. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 4. La película de resina de nailon 6 con la que este material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 20 % y una presión de 5 MPa se aplicó a una temperatura de 250 °C durante dos minutos, de tal modo que se produjo un preimpregnado (8) en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de nailon 6. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 7 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado dieciséis preimpregnados (8). Debido a que los preimpregnados (8) fueron muy delgados, el número de los preimpregnados laminados era grande y, por lo tanto, se tardó mucho tiempo para la laminación, pero la preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 6.

#### (Ejemplo 9)

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste del gramaje del material de base de fibra de carbono a 200 g / m<sup>2</sup> mediante el ajuste del caudal del líquido de dispersión y la velocidad del transportador de malla durante la fabricación de papel. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 4. La película de resina de nailon 6 con la que este material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 20 % y una presión de 5 MPa se aplicó a una temperatura de 250 °C durante dos minutos, de tal modo que se produjo un preimpregnado (9) en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de nailon 6. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado dos preimpregnados (9). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 6.

#### (Ejemplo 10)

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso, en la fabricación de papel, de fibras de carbono troceadas que estaban compuestas por una mezcla de fibras de carbono troceadas que tienen una longitud de 6 mm y fibras de carbono troceadas que tienen una longitud de 3 mm en una relación de masa de 1:1. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 4. Usando el material de base de fibra de carbono resultante, un preimpregnado (10) en el que la resina de nailon 6 había penetrado se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5.

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (10). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la

tabla 6.

**(Ejemplo 11)**

5 Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso, en la fabricación de papel, de fibras de carbono troceadas que estaban compuestas por una mezcla de fibras de carbono troceadas 2 que tienen una longitud de 6 mm y fibras de carbono troceadas 1 que tienen una longitud de 3 mm en una relación de masa de 3:1. Las propiedades del material de base de fibra de refuerzo se muestran en la tabla 4. Usando el material de base de fibra de carbono resultante, un preimpregnado (11) en el que la resina de nailon 6 había penetrado se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5.

10 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (11). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 6.

**(Ejemplo 12)**

15 Un preimpregnado (12) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por que la presión y el tiempo se ajustaron cuando el material de base de fibra de carbono se impregnó con la película de resina de nailon 6 de tal modo que la relación de impregnación de resina podría volverse un 20 %. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5. Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (12), ajustando la temperatura superficial de cavidad del molde a 270 °C, añadiendo una presión de moldeo de 35 MPa y manteniendo esta 10 minutos. A pesar de que fue necesario aumentar la temperatura de moldeo, la presión de moldeo y el tiempo de moldeo debido a que la relación de impregnación de resina de la preforma fue baja, el producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 6.

25 **(Ejemplo 13)**

Se usaron el material de base de fibra de carbono del ejemplo 1 y dos películas del mismo espesor fabricadas de A900 (resina de PPS) producido por Toray Industries, Inc., como películas y se laminaron con el fin de formar una película / material de base de fibra de carbono / película, y una presión de 5 MPa se aplicó durante 2 minutos a una temperatura de 300 °C. De este modo, se preparó un preimpregnado (13) que estaba compuesto por el material de base de fibra de carbono impregnado con la resina de PPS. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5.

35 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (13), y ajustando la temperatura superficial de cavidad del molde a 300 °C. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 6.

**(Ejemplo 14)**

40 Se usaron el material de base de fibra de carbono del ejemplo 1 y dos películas del mismo espesor preparadas a partir de una resina que se prepara mediante el amasado de un 50 % en masa de una resina de polipropileno sin modificar ("Prime Polypro" J105G, producido por Prime Polymer Co., Ltd.) y 50 % en masa de una resina de polipropileno modificada con ácido ("ADMER" QB510, producida por Mitsui Chemicals, Inc.) como películas y se laminaron con el fin de formar una película / material de base de fibra de carbono / película, y una presión de 5 MPa se aplicó durante 2 minutos a una temperatura de 230 °C. De este modo, se preparó un preimpregnado (14) que estaba compuesto por el material de base de fibra de carbono impregnado con una resina de PP. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 5.

45 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (14), y ajustando la temperatura superficial de cavidad del molde a 230 °C. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 6.

**(Ejemplo de referencia 1)**

50 Se usaron el material de base de fibra de carbono del ejemplo 1 y dos películas del mismo espesor fabricadas de la resina epoxídica del Material 13 como películas y se laminaron con el fin de formar una película / material de base de fibra de carbono / película, y una presión de 5 MPa se aplicó durante 2 minutos a una temperatura de 60 °C. De este modo, se preparó un preimpregnado (15) que estaba compuesto por el material de base de fibra de carbono impregnado con la resina epoxídica 1. En comparación con los casos en los que se usan resinas termoplásticas, la resistencia a la tracción del preimpregnado fue baja, y, por lo tanto, se volvió difícil manejar el preimpregnado en una

55

etapa de laminación. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

5 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo mediante el uso del preimpregnado (15), moldeando este a la vez que se ajusta la temperatura superficial de cavidad del molde a 150 °C, la presión de moldeo a 10 MPa y el tiempo de moldeo a 30 minutos y, a continuación, realizar el desmolde con respecto al molde. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo de referencia 2)**

10 Se usaron el material de base de fibra de carbono del ejemplo 1 y dos películas del mismo espesor fabricadas de la resina epoxídica del Material 14 como películas y se laminaron con el fin de formar una película / material de base de fibra de carbono / película, y una presión de 5 MPa se aplicó durante 2 minutos a una temperatura de 60 °C. De este modo, se preparó un preimpregnado (16) que estaba compuesto por el material de base de fibra de carbono impregnado con la resina epoxídica 1. En comparación con los casos en los que se usan resinas termoplásticas, la resistencia a la tracción del preimpregnado fue baja, y, por lo tanto, se volvió difícil manejar el preimpregnado en una etapa de laminación. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

15 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 14 salvo por el uso del preimpregnado (16). El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo 15)**

20 Se preparó una película usando un nailon 6 que se obtiene mediante la mezcla de 10 partes en masa de Novaled 120 (diámetro de partícula promedio: 25 mm, contenido en fósforo: 85 %) producido por Rinkagaku Kogyo Co., Ltd., en 100 partes en masa de CM1007 (resina de nailon 6) producido por Toray Industries, Inc., seguido por amasado. Un preimpregnado (17) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del material de base de fibra de carbono del ejemplo 1 y las dos películas del mismo espesor y la laminación de estos con el fin de formar una película / material de base de fibra de carbono / película. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

30 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso del preimpregnado (17). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. El producto moldeado era uno al que se habían transmitido capacidad de retardo de la llama mediante la incorporación de fósforo rojo. La capacidad de retardo de la llama era de UL94V-0. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo 16)**

Un preimpregnado (18) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste del tamaño del preimpregnado a 1000 mm x 500 mm. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

35 Un producto moldeado en forma de capó de un automóvil se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por la preparación de una preforma en la que se habían laminado 24 preimpregnados (18) y el uso de un molde para producto moldeado de capó de automóvil tal como se muestra en la figura 8. La preforma, que era de gran tamaño, podría manejarse en la laminación, el transporte, y así sucesivamente, y esta se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo 17)**

45 Un material de base de fibra de vidrio se obtuvo de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por el uso de fibras de vidrio troceadas que se preparan mediante el corte de las fibras de vidrio que se obtienen en el Material 4 para dar una longitud de 6 mm con un cortador para cartuchos en lugar de fibras de carbono troceadas. El gramaje del material de base de fibra de vidrio fue de 100 g / m<sup>2</sup>. Las propiedades del material de base de fibra de vidrio se muestran en la tabla 7.

Un preimpregnado (19) que estaba compuesto por el material de base de fibra de vidrio impregnado con resina de nailon 6 se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por el uso del material de base de fibra de vidrio que se ha mencionado en lo que antecede. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

50 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado diecinueve preimpregnados (19). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo 18)**

Un preimpregnado (20) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 2, salvo por el uso de fibras de carbono troceadas que se preparan mediante el corte de las fibras de carbono que se obtienen en el Material 2 para dar una longitud de 6 mm con un cortador para cartuchos como fibras de carbono troceadas. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

- 5 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado diecisiete preimpregnados (20). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo 19)**

- 10 Un preimpregnado (21) se produjo de la misma forma que en el ejemplo 14 salvo por que la película de resina de PP con la que el material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 40 %. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 8.

- 15 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 14 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado diecisiete preimpregnados (21). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 9.

**(Ejemplo 20)**

- 20 Una preforma laminada (A) se preparó mediante la laminación de ocho preimpregnados (1) y, a continuación, la preforma (A) se presurizó a una temperatura de 250 °C durante 1 minuto bajo una presión de 5 MPa, de tal modo que se produjo una preforma (B) en la que se había hecho que los preimpregnados (1) se adhirieran entre sí. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 10.

- 25 Usando esta preforma (B), un producto moldeado de tipo caja con forma de L de un tamaño de B5 se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1. Debido a que se había hecho que los preimpregnados (1) se adhirieran entre sí, la porción de pared en vertical del producto moldeado de tipo caja con forma de L fue un poco delgada y la superficie de la misma se volvió un poco más áspera, de tal modo que la aptitud para la conformación fue un poco mala, pero el producto moldeado podía usarse. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 10.

**(Ejemplo 21)**

- 30 Una preforma laminada (C) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y los preimpregnados (2), ocho láminas en total, en una constitución de  $[(2) / (1) \times 6 / (2)]$ . Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 10.

- Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 10.

35 **(Ejemplo 22)**

- Una preforma laminada (D) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y los preimpregnados (20), ocho láminas en total, en una constitución de  $[(20) / (1) \times 6 / (20)]$ . Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 10.

- 40 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 10.

**(Ejemplo 23)**

- 45 Una preforma laminada (E) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y los preimpregnados (19), seis láminas en total, en una constitución de  $[(1) / (19) \times 4 / (1)]$ . Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 10.

- 50 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 10.

**(Ejemplo 24)**

Una preforma laminada (F) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y un preimpregnado TORAYCA del Material 10, ocho láminas en total, en una constitución de [preimpregnado TORAYCA / (1) x 7]. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 10. En el presente caso, el preimpregnado TORAYCA se dispone de tal modo que la porción de panel de arriba del producto moldeado de la figura 5 puede reforzarse.

- 5 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 10.

**(Ejemplo 25)**

- 10 Una preforma laminada (G) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y GMT del Material 5, tres láminas en total, en una constitución de [(1) / GMT / (1)]. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 11. En el presente caso, el preimpregnado (1) y el GMT se dispusieron de tal modo que la relación de carga podría ser de un 110 % para el preimpregnado (1) y 50 % para GMT tal como se ilustra en la figura 6.

- 15 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 11.

**(Ejemplo 26)**

- 20 Una preforma laminada (H) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (21) y una lámina de resina de PP del Material 6, tres láminas en total, en una constitución de [(21) / lámina de resina de PP / (21)]. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 11.

- 25 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 11.

**(Ejemplo 27)**

Una preforma laminada (I) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (21) y una lámina de resina de PP espumado del Material 7, tres láminas en total, en una constitución de [(21) / lámina de resina de PP espumado / (21)]. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 11.

- 30 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 11.

**(Ejemplo 28)**

- 35 Una preforma laminada (J) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y una película de resina de nailon transparente del Material 8, nueve láminas en total, en una constitución de [lámina de resina de nailon transparente / (1) x 8]. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 11.

- 40 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Debido a que la superficie era la lámina de resina de nailon transparente, esta era brillante y la misma proporcionó una apariencia lujosa. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 11.

**(Ejemplo 29)**

- 45 Una preforma laminada (K) se produjo mediante la laminación de los preimpregnados (1) y una película de retardante de la llama de resina de nailon del Material 9, nueve láminas en total, en una constitución de [película de retardante de la llama de resina de nailon / (1) x 8]. Las propiedades de la preforma se muestran en la tabla 11.

- 50 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de esta preforma. El producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 11. Además, la altura de una llama de un quemador se ajustó a 19 mm y una medición de la capacidad de retardo de la llama que comprende exponer a la llama la superficie del producto moldeado en la que la película de retardante de la llama de resina de nailon se había dispuesto y 5 segundos más tarde retirar esta de la llama. La llama se apagó después de la retirada de la llama.

**(Ejemplo 30)**

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por el intercambio del molde de estampado que tenía una cavidad de tipo caja con forma de L del tamaño de B5 por un molde que tenía un mecanismo de eliminación por estampado para eliminar por estampado una porción en exceso que se encuentra en un borde del producto moldeado. El procedimiento se acortó con éxito mediante la realización de moldeo y eliminación por estampado de manera simultánea.

**(Ejemplo comparativo 1)**

Un material de base de fibra de carbono se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el ajuste del gramaje del material de base de fibra de carbono a 410 g / m<sup>2</sup> mediante el ajuste del caudal del líquido de dispersión y la velocidad del transportador de malla durante la fabricación de papel. Las propiedades del material de base de fibra de carbono se muestran en la tabla 12. La película de resina de nailon 6 con la que este material de base de fibra de carbono iba a impregnarse se ajustó de tal modo que el contenido en masa de fibra podría volverse un 20 % y una presión de 5 MPa se aplicó a una temperatura de 250 °C durante dos minutos, de tal modo que se produjo un preimpregnado (22) en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de nailon 6. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 13.

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por el uso de un preimpregnado (22) como una preforma. Fue difícil conformar la preforma en conformidad con la forma del molde, de tal modo que la porción de pared en vertical no fue uniforme en cuanto a su espesor y esta estaba parcialmente desgarrada. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 15.

**(Ejemplo comparativo 2)**

Un preimpregnado (23) en el que se habían mezclado fibras de carbono y fibras de nailon 6 se obtuvo mediante la realización de una fabricación de papel de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por la carga, en un líquido de dispersión, de las fibras de carbono troceadas que se usan en el ejemplo 1 y fibras troceadas de resina de nailon 6 del Material 15 en una formulación tal que el contenido en masa de fibra podría volverse un 20 %. Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 13. El gramaje de solo las fibras de carbono fue de 50 g / m<sup>2</sup>. A pesar de que el moldeo de un capó para un automóvil se intentó de la misma forma que en el ejemplo 16, salvo por el uso del preimpregnado (23), el preimpregnado (23) se rompió durante el transporte, la laminación, y el movimiento al fabricar una preforma en la que se habían laminado 24 preimpregnados (23) debido a que la resistencia a la tracción del preimpregnado (23) fue baja, de tal modo que este no podría moldearse.

**(Ejemplo comparativo 3)**

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por el uso de una lámina de GMT (preimpregnado (24) del Material 5 y la disposición de esta a una relación de carga de un 50 %. Debido a que el GMT fue de un espesor excesivo, este no pudo moldearse para dar un producto moldeado de 1,1 mm de espesor y no se obtuvo producto moldeado satisfactorio alguno con un espesor deseado. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 14.

**(Ejemplo comparativo 4)**

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 13, salvo por el uso de una lámina de CF-SMC (preimpregnado (25) del Material 11 y la disposición de esta a una relación de carga de un 50 %. A pesar de que el producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo el producto moldeado que tenía una alta calidad de forma, el artículo tenía una baja resistencia específica y una mala isotropía debido a que las fibras de carbono se dispersaron en forma de haz. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 14.

**(Ejemplo comparativo 5)**

Una preforma de laminación cuasi-isotrópica [0 / 45 / 90 / -45] s se produjo usando ocho láminas de preimpregnados de fibra de carbono con cortes (preimpregnados (26) del Material 12, y un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 13. A pesar de que el producto moldeado se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo el producto moldeado que tenía una alta calidad de forma, el artículo tenía una mala isotropía debido a que las fibras de carbono se dispersaron en forma de haz. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 14.

**(Ejemplo comparativo 6)**

Una preforma de laminación cuasi-isotrópica [0 / 45 / 90 / -45] s se produjo usando ocho láminas de preimpregnados TORAYCA (preimpregnados (27) del Material 10, y un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 13, pero fue difícil proporcionar una forma y una pared en vertical, unas porciones de esquina y así sucesivamente, no pudieron conformarse debido a que las fibras de carbono eran continuas.

[Tabla 1]

Tabla 1

		ejemplo 1	ejemplo 2	ejemplo 3	ejemplo 4	ejemplo 5	ejemplo 6	ejemplo 7		
Material de base de fibra de refuerzo	Tipo de fibra	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1		
	Fibra de refuerzo	Contenido en masa de fibra	28	52	65	15	8	28	28	
		Proporción de longitudes de fibra	Más larga que 10 mm	0	0	0	0	0	0	0
			2 a 10 mm	95	95	95	95	95	95	95
	Más corta que 2 mm	5	5	5	5	5	5	5		
	Ángulo de orientación bidimensional	40	42	41	40	40	25	40		
	Cantidad de aire (Procedimiento de Frazier)	160	160	150	160	160	160	450		
		[ <sup>-</sup> ]								
		[% en masa]								
		[% en masa]								
		[% en masa]								
		[% en masa]								
		[°]								
		[cm <sup>3</sup> / cm <sup>2</sup> · s]								

[Tabla 2]

Tabla 2

		ejemplo 1	ejemplo 2	ejemplo 3	ejemplo 4	ejemplo 5	ejemplo 6	ejemplo 7
Preimpregnado	Número de preimpregnado	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Resina	Tipo de resina	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6
	Contenido en masa de resina	72	48	35	85	92	72	72
Característica	Espesor a 23 °C, hp0	[mm]	0,15	0,07	0,28	0,56	0,15	0,06
	Espesor a 100 °C, h1	[mm]	0,15	0,07	0,28	0,56	0,15	0,06
	Espesor a 200 °C, h2	[mm]	0,18	0,10	0,11	0,30	0,58	0,18
	Espesor a 300 °C, h3	[mm]	0,92 (*2)	0,45 (*2)	0,49 (*2)	0,85 (*2)	0,73 (*2)	0,92 (*2)
	Espesor a 400 °C, h4	[mm]	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
	Relación de impregnación de resina	[%]	95	95	99	99	95	95
	Densidad aparente	(g / cm <sup>3</sup> )	1,20	1,33	1,46	1,19	1,20	1,20
	Masa por unidad de área	[g / m <sup>2</sup> ]	180	100	100	330	650	180
	Resistencia a la tracción $\sigma$	[MPa]	150	200	210	120	90	150
	$\sigma$ Máx	[MPa]	170	220	220	135	95	200
	$\sigma$ mín	[MPa]	140	185	190	110	85	120
	Longitud en la dirección longitudinal	[mm]	500	500	500	500	500	500

\*1: la resina estaba descompuesta.

\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta..

[Tabla 3]

Tabla 3

		ejemplo 1	ejemplo 2	ejemplo 3	ejemplo 4	ejemplo 5	ejemplo 6	ejemplo 7
Producto moldeado	Procedimiento de moldeo	Estampado						
	Propiedades	B	A	A	B	C	B	B
	Resistencia específica	A	A	A	A	A	B	A
	Isotropía	B	B	B	B	C	B	B
	Rigidez específica	A	A	A	A	A	B	A
	Isotropía	A	A	A	C	D	A	A
	Coefficiente de dilatación lineal	A	A	A	A	A	A	A
Isotropía	A	A	A	A	A	A	A	

[Tabla 4]

Tabla 4

Material de base de fibra de refuerzo	Fibra de refuerzo	Tipo de fibra	[-]	ejemplo 8	ejemplo 9	ejemplo 10	ejemplo 11	ejemplo 12	ejemplo 13	ejemplo 14
								Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1	Fibra de carbono 1 Hay dos picos de distribución de longitudes de fibra.
		Contenido en masa de fibra	[% en masa]	28	28	28	52	28	25	33
		Proporción de longitudes de fibra	Más larga que 10 mm	0	0	0	0	0	0	0
			Más corta que 2 mm	95	95	95	95	95	95	95
		Ángulo de orientación bidimensional	["°]	5	5	5	5	5	5	5
		Cantidad de aire (Procedimiento de Frazier)	[cm <sup>3</sup> / cm <sup>2</sup> · s]	40	40	40	40	40	40	40
				1100	80	200	180	160	160	160

[Tabla 5]

Tabla 5

Preim- pregnado	Número de preimpregnado		ejemplo 8	ejemplo 9	ejemplo 10	ejemplo 11	ejemplo 12	ejemplo 13	ejemplo 14
	Resina	Resina							
	Tipo de resina		Nailon 6	PPS	PP				
	Contenido en masa de resina	[% en masa]	72	72	72	48	72	75	67
Caracte- rística	Espesor a 23 °C, hp0	[mm]	0,03	0,58	0,15	0,07	0,69	0,15	0,15
	Espesor a 100 °C, h1	[mm]	0,03	0,58	0,15	0,07	0,69	0,15	0,15
	Espesor a 200 °C, h2	[mm]	0,04	0,62	0,16	0,08	0,73	0,15	0,69
	Espesor a 300 °C, h3	[mm]	0,18 (*2)	3,45 (*2)	0,73 (*2)	0,36 (*2)	0,95 (*2)	0,88	(*1)
	Espesor a 400 °C, h4	[mm]	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	0,94 (*2)	(*1)
	Relación de impregnación de resina	[%]	95	95	95	95	20	95	95
	Densidad aparente	[g / cm <sup>3</sup> ]	1,20	1,25	1,20	1,33	0,25	1,37	1,03
	Masa por unidad de área	[g / m <sup>2</sup> ]	35	620	180	100	180	200	150
	Resistencia a la tracción $\sigma$	[MPa]	120	160	140	180	60	145	120
	$\sigma_{m\acute{a}x}$	[MPa]	130	175	155	200	70	155	130
	$\sigma_{M\acute{i}n}$	[MPa]	105	150	130	165	65	140	115
	Longitud en la dirección longitudinal	[mm]	500	500	500	500	500	500	500

\*1: la resina estaba descompuesta.

\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta.

[Tabla 6]

Tabla 6

Producto moldeado	Procedimiento de moldeo	ejemplo 8	ejemplo 9	ejemplo 10	ejemplo 11	ejemplo 12	ejemplo 13	ejemplo 14
		Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado
Propiedades	Resistencia específica	B	B	B	B	A	B	B
	Isotropía	A	A	AA	AA	A	A	A
	Rigidez específica	B	B	B	B	A	B	B
	Isotropía	A	A	AA	AA	A	A	A
	Coefficiente de dilatación lineal	A	A	A	A	A	A	A
	Isotropía	A	A	A	A	A	A	A

[Tabla 7]

Tabla 7

Material de base de fibra de refuerzo	Fibra de refuerzo	Tipo de fibra		ejemplo de referencia 1	ejemplo de referencia 2	ejemplo 15	ejemplo 16	ejemplo 17	ejemplo 18	ejemplo 19
		[-]	Fibra de carbono 1							
		Contenido en masa de fibra	Fibra de carbono 1	27	Fibra de carbono 1	28	Fibra de carbono 1	Fibra de vidrio	Fibra de carbono 2	Fibra de carbono 1
		Más larga que 10 mm		0		0	0	0	0	0
		Proporción de longitudes de fibra		95		95	95	95	95	95
		Más corta que 2 mm		5		5	5	5	5	5
		Ángulo de orientación bidimensional		40		40	40	40	40	40
		Cantidad de aire (Procedimiento de Frazier)		160		160	160	250	160	160

[Tabla 8]

Tabla 8

Preimpregnado	Número de preimpregnado		ejemplo de referencia 1 (15)	ejemplo de referencia 2 (16)	ejemplo 15 (17)	ejemplo 16 (18)	ejemplo 17 (19)	ejemplo 18 (20)	ejemplo 19 (21)
	Resina	Tipo de resina							
			[ - ]						
			[ - ]	Epoxidica sin curar La viscosidad en Tg es baja.	Epoxidica sin curar La viscosidad en Tg es alta.	Nailon 6, se incorporó. ácido de fósforo rojo al 10 % en peso	Nailon 6	Nailon 6	PP
		Contenido en masa de resina	[% en masa]	73	73	72	64	48	43
		Característica	[mm]	0,15	0,15	0,15	0,21	0,07	0,07
		Espeor a 23 °C, hp0	[mm]	0,75	0,35	0,15	0,21	0,07	0,07
		Espeor a 100 °C, h1	[mm]	0,82	0,55	0,18	0,22	0,09	0,35
		Espeor a 200 °C, h2	[mm]	(*)1	(*)1	0,92 (*2)	0,83 (*21)	0,58 (*2)	(*)1
		Espeor a 300 °C, h3	[mm]	(*)1	(*)1	(*)1	(*)1	(*)1	(*)1
		Espeor a 400 °C, h4	[mm]	(*)1	(*)1	(*)1	(*)1	(*)1	(*)1
		Relación de impregnación de resina	[%]	95	95	95	95	95	95
		Densidad aparente	[g / cm <sup>3</sup> ]	1,25	1,25	1,22	1,33	1,33	1,20
		Masa por unidad de área	[g / m <sup>2</sup> ]	180	180	180	280	100	
		Resistencia a la tracción $\sigma$	[MPa]	0,05	0,1	160	110	140	135
		$\sigma_{\max}$	[MPa]	0,06	0,11	175	120	150	145
		$\sigma_{\min}$	[MPa]	0,04	0,09	150	105	130	125
		Longitud en la dirección longitudinal	[mm]	500	500	500	500	500	500

\*1: la resina estaba descompuesta.

\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta

[Tabla 9]

Tabla 9

Producto moldeado	Procedimiento de moldeado	ejemplo de referencia 1	ejemplo de referencia 2	ejemplo 15	ejemplo 16	ejemplo 17	ejemplo 18	ejemplo 19
Propiedades	Resistencia específica	B	B	B	B	C	A	B
	Isotropía	A	A	A	A	A	A	A
	Rigidez específica	B	B	B	B	C	A	A
	Isotropía	A	A	A	A	A	A	A
	Coefficiente de dilatación lineal	A	A	A	A	C	A	A
	Isotropía	A	A	A	A	A	A	A

[Tabla 10]

Tabla 10

Preforma	Número de preforma		ejemplo 1	ejemplo 20	ejemplo 21	ejemplo 22	ejemplo 23	ejemplo 24
	Número de preforma usado	Número de preimpregnado	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Configuración laminada	[-]	[-]	(1)	(1)	(1), (2)	(1), (20)	(1), (19)	(1), CFRTP continuo
Característica	[-]	[-]	Laminación en ocho láminas	Laminación en ocho láminas	(2) / (1) x 6 / (2)	(20) / (1) x 6 / (20)	(1) / (19) x 4 / (1)	Capa de núcleo (1) x 7 CFRTP continuo unilateral
Esesor a 23 °C, hp0	[mm]	[mm]	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2
Esesor a 100 °C, h1	[mm]	[mm]	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
Esesor a 200 °C, h2	[mm]	[mm]	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,4
Esesor a 300 °C, h3	[mm]	[mm]	7,9 (*2)	7,9 (*2)	8,2 (*2)	8,1 (*2)	6,3 (*2)	7,5 (*2)
Esesor a 400 °C, h4	[mm]	[mm]	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
Resistencia a esfuerzo cortante entre	[MPa]	[MPa]	0	60	0	0	0	0
Producto moldeado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado
Propiedades	Resistencia específica	[-]	B	B	B	B	C	A
	Isotropía	[-]	A	A	A	A	A	B
	Rigidez específica	[-]	B	B	A	A	C	A
	Isotropía	[-]	A	A	A	A	A	B
	Coefficiente de dilatación lineal	[-]	B	B	A	A	B	A
	Isotropía	[-]	A	A	A	A	A	B

\*1: la resina estaba descompuesta.

\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta.

[Tabla 11]

Tabla 11

Preforma	Número de preforma		ejemplo 25	ejemplo 26	ejemplo 27	ejemplo 28	ejemplo 29	ejemplo 30
	Preimpregnado usado	Número de preimpregnado	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(A)
Configuración laminada			(14), GMT	(21), lámina de resina de PP	(21), lámina espumada	(1), película de superficie	(1), película de retardante de la llama	(1)
			(14) / GMT / (14)	(21) / lámina de resina / (21)	(21) / lámina espumada / (21)	película de superficie / (1) x 8	película de retardante de la llama / (1) x 8	Laminación en ocho láminas
Característica			4,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2
			4,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
			15,4	1,9	2,1	1,4	1,4	1,5
			(*1)	(*1)	(*1)	8,1 (*2)	8,1 (*2)	7,9 (*2)
			(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
			0	0	0	0	0	0
Resistencia a esfuerzo cortante entre capas			0	0	0	0	0	0
Producto moldeado			Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado	Estampado + punzonado
Propiedades			C	B	B	B	B	B
Resistencia específica			A	A	A	A	A	A
Isotropía			B	AA	AAA	B	B	B
Rigidez específica			A	A	A	A	A	A
Isotropía			B	A	A	B	B	B
Coefficiente de dilatación lineal			A	A	A	A	A	A
Isotropía			A	A	A	A	A	A

\*1: la resina estaba descompuesta.

\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta.

[Tabla 12]

Tabla 12

Material de base de fibra de refuerzo	Fibra de refuerzo	Tipo de fibra		ejemplo comparativo 1 Fibra de carbono 1	ejemplo comparativo 2 Fibra de carbono 1	ejemplo comparativo 3 Fibra de vidrio	ejemplo comparativo 4 Fibra de carbono 3	ejemplo comparativo 5 Fibra de carbono	ejemplo comparativo 6 Fibra de carbono
		Contenido en masa de fibra	[-]						
		Más larga que 10 mm	[% en masa]	28	28	40	60	67	67
		Proporción de longitudes de fibra	[% en masa]	0	0	95	100	100	100
		Más corta que 2 mm	[% en masa]	95	95	5	0	0	0
		Ángulo de orientación bidimensional	[% en masa]	5	5	0	0	0	0
		Cantidad de aire (Procedimiento de Frazier)	[°]	40	40	30	2	1	1
			[cm <sup>3</sup> / cm <sup>2</sup> · s]	40	160	60	40	15	10

[Tabla 13]

Tabla 13

Preimpregnado	Número de preimpregnado		ejemplo comparativo 1 (22)	ejemplo comparativo 2 (23)	ejemplo comparativo 3 (24)	ejemplo comparativo 4 (25)	ejemplo comparativo 5 (26)	ejemplo comparativo 6 (27)
	Resina	Tipo de resina						
		Contenido en masa de resina	72	Epoxi	60	Éster vinílico	Epoxi	Epoxi
		Esesor a 23 °C, hp0	1,2	0,95	3,8	2,0	0,15	0,15
		Esesor a 100 °C, h1	1,2	0,95	3,8	2,0	0,15	0,15
		Esesor a 200 °C, h2	1,3	0,96	14,1	2,1	0,16	0,16
		Esesor a 300 °C, h3	0,84 (*2)	0,98 (*2)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
		Esesor a 400 °C, h4	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
		Relación de impregnación de resina	95	0 (Mezclado de fibra y resina)	70	95	95	95
		Densidad aparente	1,20	1,90	1,24	1,20	1,47	1,47
		Masa por unidad de área	1440	180	3900	3900	220	220
		Resistencia a la tracción $\sigma$	250	0,005	30	0,3	0,01	200
		$\sigma_{máx}$	255	0,006	35	0,4	0,5	1000
		$\sigma_{Mín}$	235	0,004	20	0,25	0,005	0,005
		Longitud en la dirección longitudinal	500	1500	500	500	1000	1000

\*1: la resina estaba descompuesta .

\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta .

[Tabla 14]

Tabla 14

Producto moldeado	Procedimiento de moldeo		ejemplo comparativo 1	ejemplo comparativo 2	ejemplo comparativo 3	ejemplo comparativo 4	ejemplo comparativo 5	ejemplo comparativo 6
	Propiedades	Resistencia específica						
		Isotropía	B	-	D	D	B	-
		Rigidez específica	A	-	C	C	C	-
		Isotropía	B	-	C	B	A	-
		Coefficiente de dilatación lineal	A	-	C	C	C	-
		Isotropía	A	-	D	A	A	A
			A	-	C	C	C	C

Como se ha mostrado en los ejemplos 1 a 19, los preimpregnados isotrópicos que presentaron una buena distribución de la longitud de fibra de las fibras de refuerzo, el espesor y la resistencia a la tracción y en los que el ángulo de orientación bidimensional de fibras era de 10 a 80° mostraron unas buenas propiedades cuando un producto moldeado se produjo a partir de los mismos. Además, las preformas laminadas del ejemplo 1 y los ejemplos 20 a 30 que se producen usando estos preimpregnados también mostraron unas buenas propiedades.

Por otro lado, en el ejemplo comparativo 1, que era un preimpregnado con un gran espesor fue difícil que se conformara y este generó defectos de forma parcial en el producto moldeado. Además, en el ejemplo comparativo 2 que usa un preimpregnado que tenía una baja resistencia a la tracción, tuvo lugar una rotura durante la fabricación de una preforma. Además, en el ejemplo comparativo 3 que usa GMT, el espesor era grande, de tal modo que fue muy difícil realizar un molde de pared delgada. La isotropía de las propiedades mecánicas también fue mala debido a la aparición de flujo. En el ejemplo comparativo 4 que usa CF-SMC, el ángulo de orientación bidimensional de las fibras era pequeño, y las propiedades mecánicas y su isotropía fueron malas. En el ejemplo comparativo 5 que usa un preimpregnado de fibra de carbono con cortes, las propiedades mecánicas se mejoraron, pero la isotropía seguía siendo mala debido a que las fibras se encontraban en forma de haz. El ejemplo comparativo 6, en el que se usó un preimpregnado de fibra continuo, fue difícil completar una forma.

[Evaluación del procedimiento para fabricar preimpregnado]

Materiales sin procesar usados para los ejemplos

(Fibra de carbono A1) Fibra de carbono de tipo de PAN

La fibra de carbono A1 se produjo tal como sigue.

Un haz de fibras acrílicas que tenía un filamento de denier 1d y el número de filamentos de 12.000 se obtuvo mediante el procedimiento de hilatura en seco-en húmedo usando un copolímero que estaba compuesto por un 99,4 de porcentaje en moles de acrilonitrilo (AN) y un 0,6 de porcentaje en moles de ácido metacrílico. El haz de fibras acrílicas resultante se calentó en una relación de estiramiento de 1,05 en el aire de una temperatura de 240 a 280 °C para convertir este en fibras ignífugas y, a continuación, se aplicó un 10 % de estiramiento en una atmósfera de nitrógeno dentro de un intervalo de temperatura de 300 a 900 °C a una tasa de elevación de temperatura de 200 °C / min, seguido por calcinación con una elevación de temperatura de hasta 1300 °C. El haz de fibras de carbono se sometió a un tratamiento superficial electrolítico de 3 culombios por gramo de las fibras de carbono usando una solución acuosa que contiene ácido sulfúrico como un electrolito. Además, un agente de encolado se transmitió mediante un procedimiento de inmersión y, a continuación, se secó en aire caliente a una temperatura de 120 °C, dando unas fibras de carbono de tipo de PAN.

35	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de filamentos</li> <li>• Diámetro de filamento</li> <li>• Masa por unidad de longitud</li> <li>• Peso específico</li> <li>• Resistencia a la tracción (Nota 1)</li> <li>• Módulo de elasticidad a la tracción (Nota 2)</li> <li>• O / C (Nota 3)</li> <li>• Tipo de producto de encolado</li> <li>• Cantidad de producto de encolado unido (Nota 4)</li> </ul>	<p>24.000 7 µm 0,8 g / m 1,8 g / cm<sup>3</sup> 4,2 GPa 230 GPa 0,10 Polioxietileno oleil éter 1,5 % en masa</p>
----	--	--

(Fibra de carbono A2) Fibra de carbono de tipo de PAN

La fibra de carbono A2 se produjo tal como sigue. Un haz de fibras acrílicas que tenía un filamento de denier 1d y el número de filamentos de 12.000 se obtuvo mediante el procedimiento de hilatura en seco-en húmedo usando un copolímero que estaba compuesto por un 99,4 de porcentaje en moles de acrilonitrilo (AN) y un 0,6 de porcentaje en moles de ácido metacrílico. El haz de fibras acrílicas resultante se calentó en una relación de estiramiento de 1,05 en el aire de una temperatura de 240 a 280 °C para convertir este en fibras ignífugas y, a continuación, se aplicó un 10 % de estiramiento en una atmósfera de nitrógeno dentro de un intervalo de temperatura de 300 a 900 °C a una tasa de elevación de temperatura de 200 °C / min, seguido por calcinación con una elevación de temperatura de hasta 1300 °C. Además, un agente de encolado se transmitió mediante un procedimiento de inmersión y, a continuación, se secó en aire caliente a una temperatura de 120 °C, dando unas fibras de carbono de tipo de PAN.

55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de filamentos</li> <li>• Diámetro de filamento</li> <li>• Masa por unidad de longitud</li> <li>• Peso específico</li> <li>• Resistencia a la tracción (Nota 1)</li> <li>• Módulo de elasticidad a la tracción (Nota 2)</li> <li>• O / C (Nota 3)</li> <li>• Tipo de producto de encolado</li> <li>• Cantidad de producto de encolado unido (Nota 4)</li> </ul>	<p>12.000 7 µm 0,8 g / m 1,8 g / cm<sup>3</sup> 4,2 GPa 230 GPa 0,05 Polioxietileno oleil éter 0,6 % en masa</p>
----	--	--

(Fibra de carbono A3) Fibra de carbono de tipo de PAN

La fibra de carbono A3 se produjo tal como sigue. Un haz de fibras acrílicas que tenía un filamento de denier 1d y el número de filamentos de 12.000 se obtuvo mediante el procedimiento de hilatura en seco-en húmedo usando un copolímero que estaba compuesto por un 99,4 de porcentaje en moles de acrilonitrilo (AN) y un 0,6 de porcentaje en moles de ácido metacrílico. El haz de fibras acrílicas resultante se calentó en una relación de estiramiento de 1,05 en el aire de una temperatura de 240 a 280 °C para convertir este en fibras ignífugas y, a continuación, se aplicó un 10 % de estiramiento en una atmósfera de nitrógeno dentro de un intervalo de temperatura de 300 a 900 °C a una tasa de elevación de temperatura de 200 °C / min, seguido por calcinación con una elevación de temperatura de hasta 1300 °C. Además, un agente de encolado se transmitió mediante un procedimiento de inmersión y, a continuación, se secó en aire caliente a una temperatura de 120 °C, dando unas fibras de carbono de tipo de PAN.

• Número total de filamentos	48.000
• Diámetro de filamento	7 µm
• Masa por unidad de longitud	0,8 g / m
• Peso específico	1,8 g / cm <sup>3</sup>
• Resistencia a la tracción (Nota 1)	4,2 GPa
• Módulo de elasticidad a la tracción (Nota 2)	230 GPa
• O / C (Nota 3)	0,05
• Tipo de producto de encolado	Polioxietileno oleil éter
• Cantidad de producto de encolado unido (Nota 4)	1,5 % en masa

(Resina de matriz B1) Resina de polipropileno modificada con ácido

Como la resina de matriz B1 se usó "ADMER" (marca comercial registrada) QE510, fabricada por Mitsui Chemicals, Inc. Las propiedades físicas son tal como sigue.

• Peso específico	0,91
• Punto de fusión	160 °C

(Resina de matriz B2) Resina de nailon 6

Como la resina de matriz B2 se usó "Amilan" (marca comercial registrada) CM1001, fabricada por Toray Industries, Inc. Las propiedades físicas son tal como sigue.

• Peso específico	1,13
• Punto de fusión	225 °C

(Resina de matriz B2) Resina de PPS

Como la resina de matriz B3 se usó "Torelina" (marca comercial registrada) A900, fabricada por Toray Industries, Inc. Las propiedades físicas son tal como sigue.

• Peso específico	1,34
• Punto de fusión	278 °C

(Resina de matriz B4) Resina epoxídica

Treinta partes en masa de "EPICOAT" (marca comercial registrada) 828 (resina epoxídica de tipo bisfenol A, producida por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.), 30 partes en masa de "EPICOAT" (marca comercial registrada) 1002 (resina epoxídica de tipo bisfenol A, producida por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.), 40 partes en masa de "EPICOAT" (marca comercial registrada) 154 (resina epoxídica de tipo fenol novolaca, producida por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.), 5 partes en masa de "VINYLEC" (marca comercial registrada) (polivinil formal, producido por Chisso Corp.), 4 partes en masa de DIC7 (diciandiamida, producida por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.), y 5 partes en masa de DCMU-99 (3,4-diclorofenil-1,1-dimetilurea, producida por Hodogaya Chemical Co., Ltd.) se mezclaron con una amasadora en los siguientes procedimientos, dando una composición de resina epoxídica en la que el polivinil formal se había disuelto de manera uniforme.

(a) Materiales sin procesar de resina epoxídica respectivos y polivinil formal se agitaron durante de 1 a 3 horas de manera homogénea a la vez que se calentaban a de 150 a 190 °C, de tal modo que el polivinil formal se disolvió.

(b) La temperatura de la resina se bajó hasta de 55 a 65 °C y, a continuación, se añadieron diciandiamida y 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea, se amasó a esa temperatura durante de 30 a 40 minutos y, a continuación, se sacó de la amasadora, de tal modo que se obtuvo una composición de resina.

(Componente de aglutinante C1)

Como un componente de aglutinante que constituye un aglutinante se usó "POLYMENT" (marca comercial registrada) SK-1000 producido por NIPPON SHOKUBAI Co., Ltd. Su constituyente principal es un polímero acrílico

que tiene un grupo aminoalquileo en una cadena lateral.

(Componente de aglutinante C2)

5 Como un componente de aglutinante que constituye un aglutinante se usó "EPOCROS" (marca comercial registrada) WS-700 producido por NIPPON SHOKUBAI Co., Ltd. Su constituyente principal es un polímero acrílico que tiene un grupo oxazolina en una cadena lateral.

Condiciones para medir la resistencia a la tracción (Nota 1) y el módulo de elasticidad a la tracción (Nota 2)

10 La determinación se realizó mediante el uso de los procedimientos que se describen en la Norma Industrial de Japón (JIS) R-7601 "Testing method for strands impregnated with resin". Unos cabos impregnados con resina de la fibra de carbono que han de medirse se formaron mediante la impregnación de la fibra de carbono con "BAKELITA" (marca comercial registrada) ERL4221 (100 partes en masa) / monoetilamina de trifluoruro de boro (3 partes en masa) / acetona (4 partes en masa) y, a continuación, el curado de estos a 130 °C durante 30 minutos. Se determinó que el número de los cabos que ha de medirse era de seis y los promedios de los resultados de medición respectivos se definieron como la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad a la tracción de la fibra de carbono.

15 (Nota 3) Condición de medición de la medición de O / C

20 La determinación se realizó en los siguientes procedimientos mediante espectroscopía fotoelectrónica de rayos X. En primer lugar, unas fibras de carbono, de la superficie de las cuales se habían retirado adhesivos o similar, se cortaron a 20 mm y, a continuación, se esparcieron y se dispusieron sobre un soporte de muestras de cobre. A continuación, el interior de una cámara de muestras se mantuvo a  $1 \times 10^9$  Torr ( $1,33 \times 10^5$  MPa) mediante el uso de AlK $\alpha$ 1, 2 como una fuente de rayos X. El valor de la energía cinética (E. C.) del pico primario de C<sub>1s</sub> se ajustó a 1202 eV como un valor de corrección de un pico que acompaña a la electrificación en el momento de la medición. El área del pico de C<sub>1s</sub> se determinó mediante el trazado de una línea de base recta dentro de un intervalo de 1191 a 1205 eV en E. C. El área del pico de O<sub>1s</sub> se determinó mediante el trazado de una línea de base recta dentro de un intervalo de 947 a 959 eV en E. C.

25 La concentración de oxígeno en superficie se calculó como una relación de números atómicos a partir de la relación del área de pico de O<sub>1s</sub> y el área de pico de C<sub>1s</sub> usando un valor de corrección de sensibilidad que era inherente a un instrumento Modelo ES-200 fabricado por International Electric Co., Ltd., se usó como un espectrómetro fotoelectrónico de rayos X, y se determinó que el valor de corrección de sensibilidad era de 1,74.

(Nota 4) Condición de medición de cantidad de agente de encolado unido

30 Aproximadamente 5 g de fibras de carbono a las que se había unido un agente de encolado se tomaron como una muestra y, a continuación, se cargaron en un depósito resistente al calor. A continuación, este depósito se secó a 120 °C durante 3 horas. Después de enfriar hasta la temperatura de la sala en un desecador tomando precauciones para no permitir la absorción de humedad, la masa se midió, que se determinó como W<sub>1</sub> (g). Posteriormente, la muestra se calentó junto con el depósito en una atmósfera de nitrógeno a 450 °C durante 15 minutos y, a continuación, se enfrió hasta la temperatura de la sala en un desecador tomando precauciones para no permitir la absorción de humedad y, a continuación, la masa se midió, que se determinó como W<sub>2</sub> (g). A través de los tratamientos anteriores, la cantidad del agente de encolado en unión con las fibras de carbono se determinó mediante el uso de la siguiente fórmula.

$$\text{(Fórmula) Cantidad unida (\% en masa)} = 100 \times \{(W_1 - W_2) / W_2\}$$

40 La medición se llevó a cabo tres veces y el promedio de la misma se adoptó como una cantidad unida.

Los criterios de las evaluaciones de los materiales de base de fibra de carbono que van a obtenerse en cada Ejemplo son tal como sigue.

(21) Tiempo de proceso total

Se midieron el tiempo necesario a partir de las etapas (I) a (III) y el tiempo necesario a partir de las etapas (I) a (IV).

45 (22) Evaluación del estado de dispersión de las fibras de refuerzo

50 Una banda se recortó con una forma cuadrada con un tamaño de 50 mm x 50 mm a partir de una parte arbitraria del material de base de fibra de refuerzo que se produce en la etapa (I) y esta se observó con un microscopio. A continuación, un estado en el que diez o más filamentos de carbono formaron un haz, es decir, el número de haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente se midió. La medición se llevó a cabo 20 veces en este procedimiento y se calculó un promedio. A continuación, la evaluación se realizó sobre la base de los siguientes criterios.

AA: Hay menos de un haz de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.

- A: Hay uno o más y menos de cinco haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.
- B: Hay cinco o más y menos de diez haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.
- C: Hay diez o más haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.

(23) Comportamiento de manejo de preimpregnado

5 El comportamiento de manejo de un preimpregnado obtenido se evaluó sobre la base de los siguientes criterios.

- A: Un material de base de fibra de carbono y una resina de matriz se integran uno con otra y el comportamiento de manejo es bueno.
- B: Un material de base de fibra de carbono y una resina de matriz se separan uno de otra y se requieren precauciones para el manejo.

10 (24) Evaluación de las propiedades mecánicas de un producto moldeado

Un preimpregnado resultante se cortó para dar 200 mm x 200 mm y se secó a 120 °C durante una hora. Un producto moldeado con un espesor de 1,0 mm se preparó mediante la laminación de ocho preimpregnados después del secado, moldeando por prensado el material laminado bajo una presión de 30 MPa durante cinco minutos, y enfriando este hasta 50 °C a la vez que se mantiene la presión. Mediante el uso del producto moldeado resultante, la resistencia a la flexión se evaluó con  $n = 10$  de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 178 (1993). Un resultado de evaluación de la resistencia a la flexión se expresó en un valor relativo sobre un material de base del ejemplo 1 de 100. La variación de los resultados de evaluación se expresó en un coeficiente de variación (valor de CV).

**(Ejemplo 101)**

20 Fabricación de preimpregnado P1 mediante procedimiento en húmedo

Un preimpregnado P1 se produjo mediante el uso de un aparato 101 de la figura 9. El aparato 101 está compuesto por un recipiente de dispersión 111, un recipiente de fabricación de papel 112, y un recipiente de aglutinante 126. El recipiente de dispersión 111 es un depósito en una forma cilíndrica de 300 mm de diámetro y tiene una porción de transporte de lechada 113 con un grifo de apertura 115 en una porción inferior del depósito. Como el recipiente de fabricación de papel 112 se usa una máquina laminadora con forma cuadrada de grandes dimensiones (N° 2553-I (nombre comercial), fabricada por Kumagai Riki Kogyo Co., Ltd.). El recipiente de aglutinante 126 tiene una porción de transporte de aglutinante 127 con un grifo de apertura 128 en una porción inferior del recipiente. La abertura de la porción de transporte de aglutinante 127 se encuentra por encima del recipiente de fabricación de papel 112. La porción de transporte de aglutinante 127 es móvil y puede rociar un aglutinante de manera uniforme sobre un material de base de fibra de refuerzo 120. Un agitador 116 se monta en la abertura superior del recipiente de dispersión 111 y un haz de fibras de carbono 117 y un medio de dispersión 118 pueden cargarse a través de la abertura. La parte inferior del recipiente de fabricación de papel 112 tiene una superficie de fabricación de papel 119 (hecha de lámina de malla) de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura, y un material de base de fibra de refuerzo 120 se forma sobre la superficie de fabricación de papel 119.

La fibra de carbono A1 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada (A1-1)). Un líquido de dispersión acuoso al 1 % en masa (emulsión) de C1 se había producido como una solución de aglutinante y se había puesto en un recipiente de aglutinante 126. Veinte litros de un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) se preparó y se transfirió a un recipiente de dispersión 111. 9,6 g de A1-1 (fibra de carbono troceada) se añadieron a este líquido de dispersión, seguido por agitación durante 10 minutos. De este modo, se preparó una lechada. El grifo de apertura 115 provisto en la porción inferior del recipiente de dispersión se abrió para verter la lechada en el recipiente de fabricación de papel 112 y, a continuación, se aspiró el agua para dar un material de base de fibra de carbono de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura (la etapa (I)). Posteriormente, un grifo de apertura 128 del recipiente de aglutinante 126 se abrió y 200 g de la solución de aglutinante se rociaron a partir del lado superior del material de base de fibra de carbono. Un exceso de la solución de aglutinante se aspiró, dando un material de base de fibra de carbono 120 al que se había transmitido una solución de aglutinante. El material de base de fibra de carbono 120 se sacó del aparato de fabricación 101 y se secó a 150 °C durante 20 minutos, dando un material de base de fibra de carbono W1 (la etapa (II)). El gramaje del material de base de fibra de carbono W1 fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Un material textil no tejido de B1 (gramaje de resina: 30 g / m<sup>2</sup>) se dispuso como una resina de matriz sobre ambos lados del material de base de fibra de carbono W1 y, a continuación, se presurizó a 220 °C, 10 MPa, dando un preimpregnado P1 en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de matriz (la etapa (III)). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado resultante se muestran en la tabla 15.

55 **(Ejemplo 102)** Fabricación de preimpregnado P2 mediante procedimiento en húmedo

Un preimpregnado se produjo mediante el uso de un aparato 102 de la figura 10. El aparato 102 está compuesto por una capa de dispersión 111, un recipiente de fabricación de papel 112, un recipiente de aglutinante 126, un

transportador 122, un secador 138, una prensa de cinta doble 131, y una máquina de enrollado 133. El recipiente de dispersión 111 es un depósito en una forma cilíndrica de 300 mm de diámetro y tiene una porción de transporte de lechada 113 con un grifo de apertura 115 en una porción inferior del depósito, y un tubo de aire presurizado 129 para suministrar aire presurizado al interior del recipiente. El recipiente de aglutinante 126 está provisto con una porción de transporte de aglutinante 127 con un grifo de apertura 128 en una porción inferior de un depósito, y un tubo de aire presurizado 130 para suministrar aire presurizado al interior del recipiente. El recipiente de fabricación de papel 112 tiene, en su parte inferior, un transportador de malla 121 con una superficie de fabricación de papel 119 que tiene una anchura de 200 mm. El transportador 122 se dispone siguiendo un transportador de malla 121 y transporta un material de base de fibra de refuerzo. La abertura de la porción de transporte de aglutinante 127 se encuentra por encima del transportador 122. El secador 138 seca el material de base de fibra de refuerzo 120 sobre el transportador 122. La prensa de cinta doble 131 introduce en sentido horizontal el material de base de fibra de refuerzo 120 que se transporta por el transportador 122. En la prensa de cinta doble 131 se cargan, junto con el material de base de fibra de refuerzo 120, una resina de matriz 135 hacia ambos lados del material de base de fibra de refuerzo 120 a partir de los rollos 136, 137. La máquina de enrollado 133 enrolla el preimpregnado 132 resultante.

La fibra de carbono A1 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada (A1-1).

Un líquido de dispersión acuoso al 1 % en masa (emulsión) de C1 se había producido como una solución de aglutinante y se había puesto en un recipiente de aglutinante 126. Cuarenta litros de un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) se preparó y se transfirió a un recipiente de dispersión 111. 20 g de A1-1 (fibra de carbono troceada) se añadieron a este líquido de dispersión, seguido por agitación durante 10 minutos. De este modo, se preparó una lechada. Un grifo de apertura 115 que se encuentra en una porción inferior del depósito - recipiente de dispersión se abrió y, a continuación, a la vez que se introducía aire comprimido en el depósito de lechada para mantener el caudal de lechada constante, la lechada se vertió en un transportador de malla 121 que tenía una superficie de fabricación de papel con una anchura de 200 mm. La lechada se estiró con el transportador de malla 121 a una tasa de 1 m / min con succión de agua, de tal modo que se obtuvo un material de base de fibra de carbono 120 que tenía una longitud de 5 m y una anchura de 200 mm (la etapa (I)). Posteriormente, un grifo de apertura 128 del recipiente de aglutinante 126 se abrió y 200 g de la solución de aglutinante se rociaron hacia el lado superior del material de base de fibra de carbono 120. Después de que se aspirara una solución de aglutinante en exceso, se hizo que el material de base de fibra de carbono pasara a través del secador 138 de 200 °C en 3 minutos, de tal modo que se obtuvo un material de base de fibra de carbono W2 (la etapa (II)). El gramaje del material de base de fibra de carbono W2 fue de 20 g / m<sup>2</sup>. El material de base de fibra de carbono W2 se envió a una prensa de cinta doble 131 mediante un transportador 122 a la vez que se sujetaba en línea. Un material textil no tejido de B1 (gramaje de resina: 15 g / m<sup>2</sup>) se dispuso como una resina de matriz sobre ambos lados del material de base de fibra de carbono W1 y, a continuación, se presurizó a 220 °C, 5 MPa mediante el uso de una máquina de prensado de cinta doble 131, preparando un preimpregnado P2 en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de matriz (la etapa (III)). A continuación, este se enrolló directamente para dar una forma de rollo a una tasa de enrollado de 1 m / min con una máquina de enrollado 133 (la etapa (IV)). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P2 resultante se muestran en la tabla 15.

**(Ejemplo 103) Fabricación de preimpregnado P3 mediante procedimiento en húmedo**

Un preimpregnado P3 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por el ajuste del contenido en agua del material de base de fibra de refuerzo de la etapa (II) a un 20 % en masa. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P3 resultante se muestran en la tabla 15.

**(Ejemplo 104) Fabricación de preimpregnado P4 mediante procedimiento en húmedo**

Un preimpregnado P4 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 102, salvo por no realizar la presurización y el calentamiento en la etapa (III). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P4 resultante se muestran en la tabla 15.

**(Ejemplo 105) Fabricación de preimpregnado P5 mediante procedimiento en húmedo**

Un preimpregnado P5 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por la realización de un prensado de cinta doble a 250 °C mediante el uso de un material textil no tejido de B2 (30 g / m<sup>2</sup>) como la resina de matriz en la etapa (III). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P5 resultante se muestran en la tabla 15.

**(Ejemplo 106) Fabricación de preimpregnado P6 mediante procedimiento en húmedo**

Un preimpregnado P6 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por la realización de un prensado de cinta doble a 300 °C mediante el uso de un material textil no tejido de B3 (30 g / m<sup>2</sup>) como la resina de matriz en la etapa (III). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de

## ES 2 755 105 T3

evaluación del preimpregnado P6 resultante se muestran en la tabla 16.

**(Ejemplo 107)** Fabricación de preimpregnado P7 mediante procedimiento en húmedo

5 Un preimpregnado P7 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por la realización de un prensado de cinta doble a 80 °C mediante el uso de una película de B4 (30 g / m<sup>2</sup>) como la resina de matriz en la etapa (III). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P7 resultante se muestran en la tabla 16.

**(Ejemplo 108)** Fabricación de preimpregnado P8 mediante procedimiento en húmedo Fabricación de preimpregnado P8 mediante procedimiento en húmedo

10 La fibra de carbono A3 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada (A3-1). Un preimpregnado 8 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por el uso de A3-1 como la fibra de carbono troceada de la etapa (I). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P8 resultante se muestran en la tabla 16.

**(Ejemplo 109)** Fabricación de preimpregnado P9 mediante procedimiento en húmedo

15 Un preimpregnado P9 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por el uso de C2 como el aglutinante de la etapa (II). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P9 resultante se muestran en la tabla 16.

**(Ejemplo comparativo 101)** Fabricación de preimpregnado P10 mediante procedimiento en húmedo

20 Un preimpregnado P10 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 101, salvo por la realización de los tratamientos de las etapas (I), (II) y (III) fuera de línea. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P10 resultante se muestran en la tabla 16.

[Tabla 15]

Tabla 15

			ejemplo 101	ejemplo 102	ejemplo 103	ejemplo 104	ejemplo 105
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	tipo	A1	A1	A1	A1	A1
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
		Cantidad incorporada [% en masa]	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5
	Aglutinante	Tipo	C1	C1	C1	C1	C1
		Cantidad incorporada [% en masa]	1	1	1	1	1
	Resina de matriz	Tipo	B1	B1	B1	B1	B2
		Forma	Material textil no tejido				
		Cantidad incorporada [% en masa]	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5
Condiciones de etapa	Etapa (I)	Concentración de sólidos de lechada [% en masa]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
		Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	60	60	60	60	60
		Contenido en agua de una base de fibra de refuerzo [% en masa]	8	8	20	8	8
		Concentración de fibras de refuerzo / sólidos [% en masa]	100	100	100	100	100
	Etapa (II)	Etapa de calentamiento después de transmitir el aglutinante	Sí	Sí	Sí (tiempo dos veces)	Sí	Sí
	Etapa (III)	Etapa de presurización	Sí	Sí	Sí	NO	Sí
		Etapa de calentamiento	Sí	Sí	Sí	No	Sí
		Longitud de fibra de refuerzo [mm]	5	5	5	6,4	5
	Etapa (IV)	Etapa de enrollado	-	Sí	-	Sí	-
	Etapa en línea		(I) - (II)	(I) - (II) - (III) - (IV)	(I) - (II)	(I) - (II) - (III) - (IV)	(I) - (II)
	Etapa fuera de línea		(III)	-	(III)	-	(III)
Evaluación	Tiempo de proceso total	[min]	40	30	50	30	40
	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	AA	AA	AA	AA	AA
	Susceptibilidad de manejo de formación del material de base	A, B	A	A	A	B	A
	Resistencia a la flexión	Valor relativo	100	100	100	100	150
	Coefficiente de variación	%	3	3	3	3	3

[Tabla 16]

Tabla 16

			ejemplo 106	ejemplo 107	ejemplo 108	ejemplo 109	ejemplo comparativo 101	
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A1	A1	A3	A1	A1	
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
		Cantidad incorporada [% en masa]	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	
	Aglutinante	Tipo	C1	C1	C1	C2	C1	
		Cantidad incorporada [% en masa]	1	1	1	1	1	
	Resina de matriz	Tipo	B1	B4	B1	B1	B1	
		Forma	Material textil no tejido	Película	Material textil no tejido	Material textil no tejido	Material textil no tejido	
		Cantidad incorporada [% en masa]	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	
Condiciones de etapa	Etapa (I)	Concentración de sólidos de lechada [% en masa]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
		Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	60	60	60	60	60	
		Contenido en agua de una base de fibra de refuerzo [% en masa]	8	8	8	8	8	
		Concentración de fibras de refuerzo / sólidos [% en masa]	100	100	100	100	100	
	Etapa (II)	Etapa de calentamiento después de transmitir el aglutinante	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Etapa (III)	Etapa de presurización	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
		Etapa de calentamiento	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
		Longitud de fibra de refuerzo [mm]	5	5	5	5	5	
	Etapa (IV)	Etapa de enrollado	-	-	-	-	-	
	Etapa en línea		(I) - (II)	(I) - (II)	(I) - (II)	(I) - (II)	-	
	Etapa fuera de línea		(III)	(III)	(III)	(III)	(I) - (II) - (iii)	
	Evaluación	Tiempo de proceso total	[min]	40	40	40	40	70
		Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	AA	AA	AA	AA	B
Susceptibilidad de manejo de formación del material		A, B	A	A	A	A	A	
Resistencia a la flexión		Valor relativo	140	130	90	100	90	
Coefficiente de variación		%	3	3	3	3	3	

5 Como es evidente en la tabla 15 y la tabla 16, un preimpregnado que era superior en cuanto al estado de dispersión y podría mantener unas propiedades mecánicas altas cuando se procesa para dar un producto moldeado puede obtenerse en un corto tiempo en cada uno de los ejemplos 101 a 109. Se volvió evidente que fue posible evitar que las fibras de refuerzo sedimentaran o flocularan en el transporte mediante la realización de las etapas (I) a (II) en línea (véanse los ejemplos 101 a 109 y el ejemplo comparativo 101).

10 Además, un preimpregnado se obtuvo con éxito en un tiempo más corto mediante la realización de las etapas (I) a (III) y la etapa (IV) que puede proporcionarse si es necesario (véanse los ejemplos 101, 102, y 104).

Se volvió evidente que la etapa de calentamiento después de la transmisión de un aglutinante podría finalizarse en un corto tiempo mediante el ajuste del contenido en agua del material de base de fibra de carbono en la etapa (II) a un 10 % en masa o menos (véanse los ejemplos 101, y 103).

15 Se volvió evidente que una resina de matriz penetra en un material de base de fibra de refuerzo de manera eficiente y las propiedades mecánicas de un preimpregnado que va a obtenerse podrían mantenerse más altas mediante la realización de la presurización y el calentamiento en la etapa (III) (véanse los ejemplos 102, y 103).

Si la presurización y el calentamiento en la etapa (II) no se realizan, la susceptibilidad de manejo de un preimpregnado se deteriora un poco pero un tiempo de proceso puede acortarse en gran medida debido a que una resina de matriz no penetra en una resina de matriz un material de base de fibra de refuerzo. (Ejemplo 104)

20 También se encontró que los efectos que se han mencionado en lo que antecede se obtienen por igual con independencia de los tipos de una fibra de refuerzo, una resina de matriz y un aglutinante (véanse los ejemplos 101, 105 a 109).

**(Ejemplo 110)** Fabricación de preimpregnado P11 mediante procedimiento en seco

25 Un preimpregnado P5 se produjo mediante el uso de un aparato de fabricación 103 de la figura 11. El aparato de fabricación 103 estaba compuesto por un recipiente de aglutinante 126 y un recipiente de fabricación de papel de dispersión 134. El recipiente de fabricación de papel de dispersión 134 es un depósito de 400 mm de longitud, 400 mm de anchura, y 400 mm de altura y está equipado con un tubo de aire presurizado 29 a través del cual el aire puede aspirarse y una superficie de fabricación de papel 119 en la porción de debajo. La superficie de fabricación de papel 119 es una lámina de malla de un tamaño de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura, y un material de base de fibra de carbono 120 va a obtenerse sobre esta superficie de fabricación de papel 119. El recipiente de aglutinante 126 tiene una porción de transporte de aglutinante 127 con un grifo de apertura 128. La abertura de la

30

porción de transporte de aglutinante 127 se encuentra por encima del recipiente de fabricación de papel de dispersión 112. Además, la porción de transporte de aglutinante 127 es móvil y puede rociar un aglutinante de manera uniforme sobre un material de base de fibra de carbono 120 en el recipiente de fabricación de papel de dispersión 134.

- 5 La fibra de carbono A2 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada (A2-1)). Un líquido de dispersión acuoso al 1 % en masa de C1 se había producido como una solución de aglutinante y se había puesto en un recipiente de aglutinante 126. En el recipiente de fabricación de papel de dispersión 134 se cargaron 9,6 g de fibras de carbono troceadas (A2-1), que se abrieron mediante la pulverización de aire presurizado. A continuación, se aspiró el aire a través de la superficie de debajo y, de ese modo, las fibras abiertas se acumularon sobre la superficie de debajo, de tal modo que un material de base de fibra de carbono de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura (la etapa (I)). Posteriormente, un grifo de apertura 128 del recipiente de aglutinante 126 se abrió y 200 g del aglutinante se rociaron a partir del lado superior del material de base de fibra de carbono. Un exceso de la solución de aglutinante se aspiró, dando un material de base de fibra de carbono al que se había transmitido una solución de aglutinante. El material de base de fibra de carbono se sacó y se secó a 150 °C durante 20 minutos, dando un material de base de fibra de carbono W11 (la etapa (II)). El gramaje del material de base de fibra de carbono W11 fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Un material textil no tejido de B-1 (gramaje de resina: 30 g / m<sup>2</sup>) se dispuso como una resina de matriz sobre ambos lados del material de base de fibra de carbono y, a continuación, se presurizó a 220 °C, 10 MPa, dando un preimpregnado P5 en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de matriz (la etapa (III)). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P11 resultante se muestran en la tabla 17.

**(Ejemplo 111)** Fabricación de preimpregnado P12 mediante procedimiento en seco

- Un preimpregnado P6 se produjo mediante el uso de un aparato 104 de la figura 12. El aparato de fabricación 104 tiene una máquina de cardado 139 que sirve para realizar la dispersión de un haz de fibras de refuerzo, un transportador de malla 121 que tiene en la parte inferior una superficie de fabricación de papel de 200 mm de anchura, un recipiente de aglutinante 126 con un grifo de apertura 128 en una porción inferior de un depósito y una porción de transporte de aglutinante 127 que se abre por encima del transportador de malla 121, una prensa de cinta doble 131 que puede introducir en sentido horizontal un material de base de fibra de carbono 120 que se transporta por el transportador 122, un secador 138 para secar el material de base de fibra de carbono 120 sobre el transportador 122, y un rodillo de enrollado 133 capaz de enrollar un preimpregnado que va a obtenerse.

- 30 La fibra de carbono A2 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada (A2-1)). Un líquido de dispersión acuoso al 1 % en masa de C1 se había producido como una solución de aglutinante y se había puesto en un recipiente de aglutinante 126. La máquina de cardado 139 se cargó con 6 g de A2-1 (fibras de carbono troceadas) de manera uniforme a lo largo de 30 segundos, y un material de base de fibra de carbono de 200 mm de anchura se acarrió a la vez que se mantiene la velocidad de cardado a 1 m / min. Posteriormente, el grifo de apertura 128 del recipiente de aglutinante 126 se abrió, y 200 g de un aglutinante se pulverizaron sobre el lado superior del material de base de fibra de carbono que discurre sobre el transportador a lo largo de 30 segundos. Un exceso de la solución de aglutinante se aspiró en línea y, a continuación, se permitió que el resultante pasara a través de un horno de secado de 200 °C en 3 minutos, de tal modo que se obtuvo un material de base de fibra de carbono W12. El gramaje del material de base de fibra de carbono W12 fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Mientras que el material de base de fibra de carbono se mantuvo en línea, un material textil no tejido de B-1 (gramaje de resina: 15 g / m<sup>2</sup>) se dispuso como una resina de matriz sobre ambos lados del material de base de fibra de carbono y, a continuación, se presurizó a 220 °C, 5 MPa mediante el uso de una prensa de cinta doble, preparando un preimpregnado P6 en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de matriz. Este se enrolló tal como estaba para dar la forma de un rollo con la máquina de enrollado 133 a una tasa de enrollado de 1 m / min. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P12 resultante se muestran en la tabla 17.

**(Ejemplo 112)** Fabricación de preimpregnado P13 mediante procedimiento en seco

- Un preimpregnado P13 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 106, salvo por no realizar la presurización y el calentamiento en la etapa (III). Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P13 resultante se muestran en la tabla 17.

**(Ejemplo comparativo 102)** Fabricación de preimpregnado P12 mediante procedimiento en seco

Un preimpregnado P14 se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 1, salvo por la realización de los tratamientos de las etapas (I), (II) y (III) fuera de línea. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del preimpregnado P14 resultante se muestran en la tabla 17.

[Tabla 17]

Tabla 17

			ejemplo 110	ejemplo 111	ejemplo 112	ejemplo comparativo 102
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A2	A2	A1	A1
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4
		Cantidad incorporada [% en masa]	49,5	49,5	49,5	49,5
	Aglutinante	Tipo	C1	C1	C1	C1
		Cantidad incorporada [% en masa]	1	1	1	1
	Resina de matriz	Tipo	B1	B1	B1	B1
		Forma	Material textil no tejido			
		Cantidad incorporada [% en masa]	49,5	49,5	49,5	49,5
	Condiciones de etapa	Etapa (I)	Sistema de apertura	Apertura por aire	Cardado	Cardado
Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo			60	60	60	60
Concentración de fibras de refuerzo / sólidos [% en masa]			100	100	100	100
Etapa (II)		Etapa de calentamiento después de transmitir el aglutinante	Sí	Sí	Sí	Sí
Etapa (III)		Etapa de presurización	Sí	Sí	Sí	Sí
		Etapa de calentamiento	Sí	Sí	No	Sí
		Longitud de fibra de refuerzo [mm]	5	5	5	5
Etapa (IV)		Etapa de enrollado	-	Sí	No	-
Etapa en línea			(I) - (II)	(I) - (II) - (III) - (IV)	(I) - (II) - (III) - (IV)	-
Etapa fuera de línea			(III)	-	-	(I) - (II) - (III)
Tiempo de proceso total	[min]	20	15	13	30	
Evaluación	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	A	A	A	B
	Susceptibilidad de manejo de formación del material de base	A, B	A	A	A	A
	Resistencia a la flexión	Valor relativo	100	100	100	90
	Coeficiente de variación	%	5	5	5	10

Como es evidente en tabla 17, un preimpregnado que era superior en cuanto al estado de dispersión de las fibras de carbono y podría mantener unas propiedades mecánicas altas cuando se procesa para dar un producto moldeado puede obtenerse en un corto tiempo en cada uno de los ejemplos 110 a 112. Se volvió evidente que fue posible

evitar que las fibras de refuerzo sedimentaran o flocularan en el transporte mediante la realización de las etapas (I) a (II) en línea (véanse los ejemplos 110 a 112 y el ejemplo comparativo 2).

Además, un preimpregnado se obtuvo con éxito en un tiempo más corto mediante la realización de las etapas (I) a (III) y la etapa (IV) que puede proporcionarse si es necesario (véanse los ejemplos 110 a 112).

- 5 Se volvió evidente que una resina de matriz penetra en un material de base reforzado con fibra de manera eficiente y las propiedades mecánicas de un preimpregnado que va a obtenerse podrían mantenerse más altas mediante la realización de la presurización y el calentamiento en la etapa (III) (véanse los ejemplos 111 y 112).

[Evaluación del procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante procedimiento en húmedo]

10 (Materiales sin procesar usados para los ejemplos)

(Fibra de carbono A4) Fibra de carbono de tipo de PAN

Un haz de fibras acrílicas que tenía un filamento de denier 1d y el número de filamentos de 12.000 se obtuvo mediante el procedimiento de hilatura en seco-en húmedo usando un copolímero que estaba compuesto por un 99,4 de porcentaje en moles de acrilonitrilo (AN) y un 0,6 de porcentaje en moles de ácido metacrílico. El haz de fibras acrílicas resultante se calentó en una relación de estiramiento de 1,05 en el aire de una temperatura de 240 a 280 °C para convertir este en fibras ignífugas y, a continuación, se aplicó un 10 % de estiramiento en una atmósfera de nitrógeno dentro de un intervalo de temperatura de 300 a 900 °C a una tasa de elevación de temperatura de 200 °C / min, seguido por calcinación con una elevación de temperatura de hasta 1300 °C. El haz de fibras de carbono se sometió a un tratamiento superficial electrolítico de 3 culombios por gramo de las fibras de carbono usando una solución acuosa que contiene ácido sulfúrico como un electrolito. Además, un agente de encolado se transmitió mediante un procedimiento de inmersión y, a continuación, se secó en aire caliente a una temperatura de 120 °C, dando unas fibras de carbono de tipo de PAN A4.

25	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de filamentos</li> <li>• Diámetro de filamento</li> <li>• Masa por unidad de longitud</li> <li>• Peso específico</li> <li>• Resistencia a la tracción (Nota 5)</li> <li>• Módulo de elasticidad a la tracción (Nota 6)</li> <li>• O / C (Nota 7)</li> </ul>	<p>12.000 7 mm 0,8 g / m 1,8 g / cm<sup>3</sup> 4,2 GPa 230 GPa 0,10</p>
30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de producto de encolado</li> <li>• Cantidad de producto de encolado unido (Nota 8)</li> </ul>	<p>Polioxietileno oleil éter 1,5 % en masa</p>

(Fibra de carbono A5) Fibra de carbono de tipo de PAN

Un haz de fibras acrílicas que tenía un filamento de denier 1d y el número de filamentos de 12.000 se obtuvo mediante el procedimiento de hilatura en seco-en húmedo usando un copolímero que estaba compuesto por un 99,4 de porcentaje en moles de acrilonitrilo (AN) y un 0,6 de porcentaje en moles de ácido metacrílico. El haz de fibras acrílicas resultante se calentó en una relación de estiramiento de 1,05 en el aire de una temperatura de 240 a 280 °C para convertir este en fibras ignífugas y, a continuación, se aplicó un 10 % de estiramiento en una atmósfera de nitrógeno dentro de un intervalo de temperatura de 300 a 900 °C a una tasa de elevación de temperatura de 200 °C / min, seguido por calcinación con una elevación de temperatura de hasta 1300 °C. Además, un agente de encolado se transmitió mediante un procedimiento de inmersión y, a continuación, se secó en aire caliente a una temperatura de 120 °C, dando unas fibras de carbono de tipo de PAN A5.

45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de filamentos</li> <li>• Diámetro de filamento</li> <li>• Masa por unidad de longitud</li> <li>• Peso específico</li> <li>• Resistencia a la tracción (Nota 5)</li> <li>• Módulo de elasticidad a la tracción (Nota 6)</li> <li>• O / C (Nota 7)</li> </ul>	<p>12.000 7 mm 0,8 g / m 1,8 g / cm<sup>3</sup> 4,2 GPa 230 GPa 0,05</p>
50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de producto de encolado</li> <li>• Cantidad de producto de encolado unido (Nota 4)</li> </ul>	<p>Polioxietileno oleil éter 1,5 % en masa</p>

(Película F) Película de resina de polipropileno modificada con ácido

Una película de resina de polipropileno modificada con ácido F de 50 µm se produjo mediante moldeo por prensado de una resina de polipropileno modificada con ácido "ADMER" (marca comercial registrada) QE510 producida por Mitsui Chemicals, Inc., (peso específico: 0,91, punto de fusión: 160 °C) a una temperatura de 200 °C y una presión de 20 MPa durante 1 minuto.

Condiciones de medición de (Nota 5) la resistencia a la tracción, y (Nota 6) el módulo de elasticidad a la tracción  
La condición es la misma que la anterior (Nota 1) y (Nota 2).

(Nota 7) Medición de O / C

La medición es la misma que la anterior (Nota 3).

5 (Nota 8) Condiciones de medición de la cantidad de agente de encolado unido

Las condiciones son las mismas que las anteriores (Nota 4).

(25) Tiempo de proceso (i) - (iv)

Se midió el tiempo requerido desde la etapa (i) hasta la etapa (iv).

(26) Evaluación del estado de dispersión de las fibras de refuerzo

10 Una banda se recortó con una forma cuadrada con un tamaño de 50 mm x 50 mm a partir de una parte arbitraria del material de base de fibra de carbono producido mediante fabricación de papel y esta se observó con un microscopio. A continuación, un estado en el que diez o más filamentos de carbono formaron un haz, es decir, el número de haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente se midió. La medición se llevó a cabo 20 veces en este procedimiento y se calculó un promedio. A continuación, la evaluación se realizó sobre la base de los siguientes  
15 criterios.

AA: Hay menos de un haz de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.

A: Hay uno o más y menos de cinco haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.

B: Hay cinco o más y menos de diez haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.

C: Hay diez o más haces de fibras de carbono con una dispersión insuficiente.

20 (27) Evaluación de las propiedades mecánicas de producto moldeado

Un material de base de fibra de carbono que se obtiene mediante fabricación de papel se cortó para dar 200 mm x 200 mm y se secó a 120 °C durante una hora. El material de base de fibra de carbono después del  
25 secado y las películas de resina de polipropileno modificada con ácido F se laminaron en tres capas con el fin de formar una película de resina F / material de base de fibra de carbono / película de resina F. El material laminado se moldeó por prensado a una temperatura de 200 °C y una presión de 30 MPa durante 5 minutos y, a continuación, este se enfrió hasta 50 °C a la vez que se mantiene la presión, de tal modo que se produjo una lámina de resina reforzada con fibra de carbono con un espesor de 0,12 mm. Un producto moldeado de resina reforzada con fibra de carbono con un espesor de 1,0 mm se preparó mediante la laminación de ocho láminas de esa lámina de resina,  
30 moldeando por prensado el material laminado a una temperatura de 200 °C y una presión de 30 MPa durante 5 minutos, y enfriando este hasta 50 °C a la vez que se mantiene la presión. Mediante el uso del producto moldeado resultante, la resistencia a la flexión se evaluó con n = 10 de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 178 (1993). Un resultado de evaluación de la resistencia a la flexión se expresó en un valor relativo sobre un material de base del ejemplo 1 de 100. La variación de los resultados de evaluación se expresó en un coeficiente de variación (valor de CV).

35 (28) Evaluación de la viscosidad del medio de dispersión

Un vaso de precipitados se llenó con un medio de dispersión, se selló de forma hermética y, a continuación, se ajustó a 25 °C en un baño termostático. Un rotor N° 1 correspondiente se había ajustado por adelantado a 25 °C dentro del baño termostático. A continuación, la viscosidad del medio de dispersión se midió a una velocidad de rotación de rotor de 60 rpm de acuerdo con el procedimiento que se divulga en el Documento Adjunto 1 de la norma  
40 JISK7117-1 (1999) mediante el uso de un viscosímetro de tipo B (Modelo: B8L, fabricado por Tokyo Keiki Inc.). La medición se llevó a cabo cinco veces y el promedio de la misma se adoptó como la viscosidad.

(29) Evaluación del caudal de lechada de la porción de transporte

45 Cuando una lechada se transportó desde un recipiente de dispersión hasta un recipiente de fabricación de papel por medio de una porción de transporte, se midió un tiempo T (segundos) que se tardó para transportar 0,01 m<sup>3</sup> de la lechada. Usando la cantidad transportada de la lechada (0,01 m<sup>3</sup>), el tiempo T necesario para el transporte, y el área en sección transversal del diámetro interior de la porción de transporte S (m<sup>2</sup>), el caudal de lechada de la porción de transporte se determinó a partir de la siguiente fórmula.

$$\text{(Fórmula) Caudal de lechada (m / s) = } 0,01 / (S \times T)$$

La medición se llevó a cabo cinco veces y el promedio de la misma se adoptó como el caudal de lechada.

50 [Evaluación del procedimiento a para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante procedimiento en

húmedo]

#### (Ejemplo de producción 201)

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 201 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 22. El aparato de fabricación 201 está compuesto por un recipiente de dispersión 211, un recipiente de fabricación de papel 212, y una porción de transporte 213. El recipiente de dispersión 211 es un depósito en una forma cilíndrica de 300 mm de diámetro y está equipado con un agitador 216 en la abertura superior de la abertura de arriba, y un haz de fibras de carbono 217 y un líquido de dispersión (medio de dispersión) 218 pueden cargarse a través de la abertura. Como el recipiente de fabricación de papel 212 se usa una máquina laminadora con forma cuadrada de grandes dimensiones (N° 2553-I (nombre comercial), fabricada por Kumagai Riki Kogyo Co., Ltd.). La parte inferior del recipiente de fabricación de papel 212 está equipada con una superficie de fabricación de papel (hecha de lámina de malla) 219 de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura. Un material de base de fibra de carbono 220 se obtiene sobre la superficie de fabricación de papel 219. La porción de transporte 213 es un paso a nivel y lineal que conecta el recipiente de dispersión 211 y el recipiente de fabricación de papel 212 y está provista con una bomba de transferencia de líquido (bomba de diafragma) 225 en la parte intermedia del paso.

La fibra de carbono A4 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada A4-1. Veinte litros de un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) se preparó y se transfirió a un recipiente de dispersión 211. En este líquido de dispersión se cargaron 9,6 g de fibra de carbono troceada A4-1 (la etapa (i)). Una lechada se preparó mediante agitación durante 10 minutos (la etapa (ii)). A continuación, se comenzó a verter la lechada en el recipiente de fabricación de papel 212 (tasa de suministro de lechada: 0,001 m<sup>3</sup> / s) por medio de la porción de transporte 213 mediante el uso de la bomba de diafragma 225 (la etapa (iii)). Posteriormente, se aspiró el agua, dando un material de base de fibra de carbono 220 de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura (la etapa (iv)). El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 18.

#### (Ejemplo de producción 202)

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 201, salvo por el aumento del contenido en masa C1 de la fibra de carbono troceada A1-1 en la lechada que va a prepararse en la etapa (ii) a un 1,5 % en masa. El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 18.

#### (Ejemplo de producción 203)

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 202 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 23. El aparato de fabricación 202 está compuesto por un recipiente de dispersión 211, un recipiente de fabricación de papel 212, una porción de transporte 213, y un transportador 222. El recipiente de dispersión 211 y la porción de transporte 213 son los mismos que los del aparato de fabricación 201. El recipiente de fabricación de papel 212 tiene, en su parte inferior, un transportador de malla 221 con una superficie de fabricación de papel 219 que tiene una anchura de 200 mm. Un material de base de fibra de carbono 220 se obtiene sobre la superficie de fabricación de papel 219. El transportador 222 se dispone siguiendo un transportador de malla 221 y transporta el material de base de fibra de refuerzo 220.

La fibra de carbono A4 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo fibra de carbono troceada A4-1. Se preparó un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.). Se comenzó a cargar el líquido de dispersión y la fibra de carbono troceada A4-1 en el recipiente de dispersión 211. La carga del líquido de dispersión y las fibras de carbono troceadas se continuaron de forma continua a la vez que se ajusta la cantidad de carga de tal modo que la concentración de fibras de carbono en la lechada en el recipiente de dispersión podría ser una concentración fija y el nivel H1 de la superficie de la lechada en el recipiente de dispersión podría fijarse durante la producción (la etapa (i)). Al mismo tiempo que se comenzó a cargar los materiales sin procesar en el depósito, se comenzó una agitación y se preparó una lechada (la etapa (ii)). A continuación, la lechada se vertió en el recipiente de fabricación de papel 212 (tasa de suministro de lechada: 0,0014 m<sup>3</sup> / s) por medio de la porción de transporte 213 mediante el uso de la bomba de diafragma 225 (la etapa (iii)). Mediante la aspiración del agua a partir de la lechada y el resultante se acarreó a una tasa de 10 m / min, un material de base de fibra de carbono 220 de 200 mm de anchura se obtuvo de forma continua (la etapa (iv)). El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 18.

**(Ejemplo de producción 204)**

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 203 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 24. El aparato de fabricación 203 está compuesto por un recipiente de dispersión 211, un recipiente de fabricación de papel 212, una porción de transporte 213, y un transportador 222. El recipiente de fabricación de papel 212 y el transportador 222 son los mismos que los del aparato de fabricación 202. El recipiente de dispersión 211 se encuentra en una forma rebajada que tiene dos aberturas (una abertura 223 ancha y una abertura 224 estrecha) en su superficie de arriba y está equipado con un agitador 216 en la abertura 223 ancha. La porción de transporte 213 se inclina hacia abajo con respecto al recipiente de dispersión 211 hacia el recipiente de fabricación de papel 212 (ángulo de inclinación: 45°), pero no tiene bomba de transferencia de líquido 225 alguna a mitad de camino. Una parte de conexión 214 de la porción de transporte 213 con el recipiente de dispersión 211 se encuentra en una parte superior (cerca de las aberturas) del recipiente de dispersión 211, y la transferencia de líquido desde el recipiente de dispersión 211 hasta el recipiente de fabricación de papel 212 se realiza en un sistema de desbordamiento.

Mediante el uso del aparato de fabricación 203 que se ha mencionado en lo que antecede, fibras de carbono troceadas A4-1 y un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) se cargaron a través de la abertura estrecha. A continuación, un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 203. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 18.

**(Ejemplo de producción 205)**

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 204 salvo por el cambio de la relación W1 / W2 de la anchura W1 de la porción de transporte con respecto a la anchura W2 del material de base de fibra de carbono de 0,6 a 0,2. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 19.

**(Ejemplo de producción 206)**

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 201 salvo por el cambio del tipo de fibra de carbono de A4 a A5. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 19.

**(Ejemplo de producción 207)**

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 201, salvo por el ajuste del tiempo necesario para la etapa (ii) a 5 minutos (ajustando el tiempo de agitación para la preparación de lechada a 5 minutos). El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 19.

**(Ejemplo de producción comparativo 201)**

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 202, salvo por el aumento de la relación C1 / C2 del contenido en masa C1 de las fibras de carbono troceadas A4-1 en la lechada que va a prepararse en la etapa (ii) con respecto al contenido en masa C2 de las fibras de carbono troceadas A4-1 en la lechada en el comienzo de la etapa (iv) a 1,8. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 19.

45

[Tabla 18]

Tabla 18

			ejemplo de producción 201	ejemplo de producción 202	ejemplo de producción 203	ejemplo de producción 204
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A4 (O / C = 0,10)			
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4
Condiciones de etapa	Etapa (i)	Complemento de material sin procesar	No	No	Sí	Sí
	Etapa (ii)	Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	60	60	20	20
		Contenido en fibras de refuerzo C1 [% en masa]	0,05	1,5	0,05	0,05
		Posición del nivel de la superficie de lechada H1	Variable	Variable	Fija	Fija
	Etapa (iii)	Nivel de la superficie de lechada H1-H2 [m]	0	0	0	0,5
		Uso de bomba de transferencia de líquido	Sí	Sí	Sí	No
		Relación de W1 / W2	0,6	0,6	0,6	0,6
		Relación de C1 / C2	1,0	1,0	1,0	1,0
	Etapa en línea		(i) - (ii)	(i) - (ii)	(i) - (ii) - (iii) - (iv)	(i) - (ii) - (iii) - (iv)
	Etapa fuera de línea		(iii), (iv)	(iii), (iv)	-	-
	Tasa de acarreo	[m / min]	-	-	10	10
	tiempo de proceso de (I) a (IV)	[min]	20	30	5	5
	Evaluación	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	A-AA	A	AA
Resistencia a la flexión		Valor relativo	100	100	100	100
Coefficiente de variación		%	3	5	3	3

[Tabla 19]

Tabla 19

			ejemplo de producción 205	ejemplo de producción 206	ejemplo de producción 207	ejemplo de producción comparativo 201
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A4 (O / C = 0,10)	A5 (O / C = 0,05)	A4 (O / C = 0,10)	A4 (O / C = 0,10)
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4
Condiciones de etapa	Etapa (i)	Complemento de material sin procesar	Sí	No	No	No
	Etapa (ii)	Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	20	60	60	60
		Contenido en fibras de refuerzo C1 [% en masa]	0,05	0,05	0,05	1,5
		Posición del nivel de la superficie de lechada H1	Fija	Variable	Variable	Variable
	Etapa (iii)	Nivel de la superficie de lechada H1-H2 [m]	0,5	0	0	0
		Se usó una bomba de transferencia de líquido.	No	Sí	Sí	Sí
		Relación de W1 / W2	0,2	0,6	0,6	0,6
		Relación de C1 / C2	1,0	1,0	1,0	1,8
	Etapa en línea		(i) - (ii) - (iii) - (iv)	(i) - (ii)	(i) - (ii)	(i) - (ii)
	Etapa fuera de línea		-	(iii), (iv)	(iii), (iv)	(iii), (iv)
	Tasa de acarreo	[m / min]	10	-	-	-
tiempo de proceso de (I) a (IV)	[min]	5	20	15	25	
Evaluación	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	A-AA	A-AA	A-AA	C
	Resistencia a la flexión	Valor relativo	100	90	100	90
	Coefficiente de variación	%	3	3	3	10

5 Como es evidente en la tabla 18 y la tabla 19, un material de base de fibra de carbono con un buen estado de dispersión se obtuvo con éxito en cada uno de los ejemplos de producción 201 a 207. En concreto, mediante el ajuste de la relación de C1 / C2 al interior del intervalo de 0,8 a 1,2, se volvió innecesario realizar etapas en exceso tal como una dilución de concentración en las etapas respectivas y se obtuvieron con éxito unos materiales de base de fibra de carbono superiores en cuanto al estado de dispersión (véanse los ejemplos de producción 201 a 207, y el ejemplo de producción comparativo 201). Además, se descubrió que los materiales de base de fibra de carbono que se obtienen en los ejemplos de producción 201 a 207 eran superiores en cuanto a las propiedades mecánicas de producto moldeado cuando se procesan para dar productos moldeados.

10 Mediante el ajuste de la concentración C1 a una concentración relativamente baja, se vuelve posible realizar el tratamiento en un corto tiempo (véanse los ejemplos de producción 201 y 202). Además, mediante la realización de las etapas (i) a (iv) en línea, o además mediante el uso de un sistema de desbordamiento sin usar bomba alguna en una porción de transporte, fue posible realizar el tratamiento en un tiempo más corto (véanse los ejemplos de producción 201, 203 a 205).

A través del ajuste de la relación de W1 / W2 a de 0,5 a 1,0, el estado de dispersión de un carbono se mejoró con éxito (véanse los ejemplos de producción 204 y 205).

20 Ha quedado claro que las propiedades mecánicas de un producto moldeado de un material de base de fibra de carbono pueden mejorarse mediante el uso de unas fibras con una alta O / C (véanse los ejemplos de producción 201 y 206).

[Evaluación del procedimiento b para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante procedimiento en húmedo]

**(Ejemplo de producción 301)**

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 301 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 25. El aparato de fabricación 301 está compuesto por un recipiente de dispersión 311, un recipiente de fabricación de papel 212, y una porción de transporte 313. El recipiente de dispersión 311 es un depósito en una forma cilíndrica de 300 mm de diámetro y está equipado con un grifo de apertura 315 en una parte inferior del depósito y un agitador 316 en la abertura superior. A través de la abertura pueden cargarse un haz de fibras de carbono 317 y un líquido de dispersión (medio de dispersión) 318: Como el recipiente de fabricación de papel 312 se usa una máquina laminadora con forma cuadrada de grandes dimensiones (N° 2553-1 (nombre comercial), fabricada por Kumagai Riki Kogyo Co., Ltd.), y esta tiene una superficie de fabricación de papel 319 (hecha de lámina de malla) de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura. Un material de base de fibra de carbono 320 se obtiene sobre el plano de fabricación de papel 319. La porción de transporte 313 es un paso lineal que conecta el recipiente de dispersión 311 y el recipiente de fabricación de papel 312 y se inclina hacia abajo con respecto al recipiente de dispersión 311 hacia el recipiente de fabricación de papel 312 (ángulo de inclinación: 45°). El recipiente de dispersión 311 y la porción de transporte 313 están conectados por medio del grifo de apertura 315.

La fibra de carbono A4 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada A4-1. Veinte litros de un líquido de dispersión que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) con una concentración de un 0,1 % en masa se preparó y se transfirió a un recipiente de dispersión 311. En este líquido de dispersión se cargaron 9,6 g de fibra de carbono troceada A4-1 (la etapa (i)). Una lechada se preparó mediante agitación durante 10 minutos (la etapa (ii)). A continuación, se abrió el grifo de apertura 315 que se encuentra en la porción inferior del depósito y, de ese modo, la lechada se vertió en el recipiente de fabricación de papel 312 a través de la porción de transporte 313 (la etapa (iii)). En este momento, el nivel H1 de la superficie de lechada en el recipiente de dispersión se encontraba en una posición solo 50 cm más alta que la superficie de lechada H2 en el recipiente de fabricación de papel. Posteriormente, se aspiró el agua a través de la superficie de fabricación de papel 319 del recipiente de fabricación de papel, dando un material de base de fibra de carbono 320 de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura (la etapa (iv)). El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 20.

**(Ejemplo de producción 302)**

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 302 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 26. El aparato de fabricación 302 está compuesto por un recipiente de dispersión 311, un recipiente de fabricación de papel 312, una porción de transporte 313, y un transportador 322. El recipiente de dispersión 311 y la porción de transporte 313 son los mismos que los del aparato de fabricación 301. El recipiente de fabricación de papel 312 tiene, en su parte inferior, una malla con un plano de fabricación de papel 319 que tiene una anchura de 200 mm. Un material de base de fibra de carbono 320 se obtiene sobre el plano de fabricación de papel 319. El transportador 322 se dispone siguiendo un transportador de malla 321 y transporta el material de base de fibra de refuerzo 320.

La fibra de carbono A4 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo fibra de carbono troceada. Se preparó un líquido de dispersión que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) con una concentración de un 0,1 % en masa. Se comenzó a cargar el líquido de dispersión y la fibra de carbono troceada A4-1 en el recipiente de dispersión 311. La carga del líquido de dispersión y las fibras de carbono troceadas se continuaron de forma continua a la vez que se ajusta la cantidad de carga de tal modo que la concentración de fibras de carbono en la lechada en el recipiente de dispersión podría ser una concentración fija y el nivel H1 de la superficie de la lechada en el recipiente de dispersión podría fijarse durante la producción (la etapa (i)). Al mismo tiempo que se comenzó a cargar los materiales sin procesar en el depósito, se comenzó una agitación y se preparó una lechada (la etapa (ii)). Cuando se acumularon 40 litros de lechada, se abrió el grifo de apertura 315 de la parte inferior del depósito, de tal modo que la lechada se vertió en el recipiente de fabricación de papel 312 por medio de la porción de transporte 313 (la etapa (iii)). En este momento, el nivel H1 de la superficie de lechada en el recipiente de dispersión se encontraba en una posición solo 50 cm más alta que la superficie de lechada H2 en el recipiente de fabricación de papel. Mediante la aspiración del agua a partir de la lechada y el resultante se acarreo a una tasa de 10 m / min, se obtuvo un material de base de fibra de carbono 320 de 200 mm de anchura, de forma continua (la etapa (iv)). El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 20.

**(Ejemplo de producción 303)**

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 303 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 27. El aparato de fabricación 303 está compuesto por un recipiente de dispersión 311, un recipiente de fabricación de papel 312, una porción de transporte 313, y un transportador 322. El recipiente de fabricación de papel 312, la porción de transporte 313, y el

transportador 322 son los mismos que los del aparato de fabricación 302. El recipiente de dispersión 311 se encuentra en una forma rebajada que tiene dos aberturas (una abertura 323 ancha y una abertura 324 estrecha) en su superficie de arriba y está equipado con un agitador 316 en la abertura 323 ancha. Una parte de conexión 314 de la porción de transporte 313 con el recipiente de dispersión 311 se encuentra en una parte superior (cerca de las aberturas) del recipiente de dispersión 311, y la transferencia de líquido desde el recipiente de dispersión 311 hasta el recipiente de fabricación de papel 312 se realiza en un sistema de desbordamiento. La porción de conexión 314 se proporciona sin grifo de apertura alguno.

Mediante el uso del aparato de fabricación 303 que se ha mencionado en lo que antecede, se cargaron fibras de carbono troceadas A4-1 y un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) a través de la abertura 324 estrecha. A continuación, un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 302. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 20.

#### 15 **(Ejemplo de producción 304)**

Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 304 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 27. El aparato de fabricación 304 está compuesto por un recipiente de dispersión 311, un recipiente de fabricación de papel 312, una porción de transporte 313, y un transportador 322. El recipiente de dispersión 311, el recipiente de fabricación de papel 312, y el transportador 322 son los mismos que los del aparato de fabricación 303. La porción de transporte 313 es de una estructura en la que la porción está doblada en ángulo recto en cuatro puntos y tiene un ángulo de 45° como un todo.

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo de la misma forma que en el ejemplo de producción 303 mediante el uso del aparato de fabricación 304 que se ha descrito en lo que antecede. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 20.

#### 25 **(Ejemplo de producción 305)**

Un aparato de fabricación (que no se muestra) que era el mismo que el aparato de fabricación 303 salvo por tener una estructura en la que el ángulo de la porción de transporte fue de 90° (en sentido perpendicular hacia abajo). Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 303. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 20.

#### 35 **(Ejemplo de producción 306)**

Se usó un aparato de fabricación 303. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 305 salvo por el cambio de la relación W1 / W2 de la anchura W1 de la porción de transporte para el material de base de fibra de carbono W2 de 0,6 a 0,2. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 20 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 21.

#### 40 **(Ejemplo de producción 307)**

Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 301 salvo por el cambio del tipo de fibra de carbono de A4 a A5. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 21.

#### 45 **(Ejemplo de producción comparativo 301)**

Se usó un aparato de fabricación 301. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 301, salvo por la realización de solo las etapas (i) a (ii) en línea y la realización de las etapas (iii) a (iv) fuera de línea. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 21.

#### 50 **(Ejemplo de producción comparativo 302)**

Se usó un aparato de fabricación (que no se muestra) que era el mismo que el aparato de fabricación 301 salvo por que la porción de transporte se encontraba en una forma recta horizontal (ángulo: 0°) y estaba equipada con una bomba de transferencia de líquido. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la

misma forma que en el ejemplo de producción 301. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 21.

[Tabla 20]

Tabla 20

		ejemplo de producción 301	ejemplo de producción 302	ejemplo de producción 303	ejemplo de producción 304	ejemplo de producción 305	
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	A4 (O / C = 0,10)					
		6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
	Condiciones de etapa	Etapa (i)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
			No	Sí	Sí	Sí	Sí
		Etapa (ii)	60	20	20	20	20
		Etapa (iii)	Variable	Fija	Fija	Fija	Fija
			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
			No	No	No	No	No
			Recta	Recta	Recta	Doblada en ángulo recto	Recta
			45	45	45	45	90
			0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	Evaluación	Etapa en línea	(i) - (ii) - (iii) - (iv) - (v)	(i) - (ii) - (iii) - (iv)			
		Etapa fuera de línea	-	-	-	-	-
Tasa de acarreo		-	10	10	10	10	
tiempo de proceso de (i) a (iv)		15	5	5	5	5	
Estado de dispersión de fibra de refuerzo		AA, A, B, C	AA	AA	A	A	
Resistencia a la flexión		100	100	100	100	100	
Coefficiente de variación		3	3	3	3	3	

[Tabla 21]

Tabla 21

			ejemplo de producción 306	ejemplo de producción 307	ejemplo de producción comparativo 301	ejemplo de producción comparativo 302
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A4 (O / C = 0,10)	A5 (O / C = 0,05)	A4 (O / C = 0,10)	A4 (O / C = 0,10)
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4
Condiciones de etapa	Etapa (i)	Concentración de sólidos de una lechada [% en masa]	0,05	0,05	0,05	0,05
		Complemento de material sin procesar	Sí	No	No	No
	Etapa (ii)	Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	20	60	60	60
		Posición del nivel de la superficie de lechada H1	Fija	Variable	Variable	Variable
	Etapa (iii)	Nivel de la superficie de lechada H1-H2 [m]	0,5	0,5	0,5	0
		Uso de bomba de transferencia de líquido	No	No	No	Sí
		Forma de una porción de transporte	Recta	Recta	Recta	Recta
		Ángulo de inclinación de una porción de transporte [°]	45	45	45	0
		Relación de W1 / W2	0,2	0,6	0,6	0,6
	Etapa en línea		(i) - (ii) - (iii) - (iv)	(i) - (ii) - (iii) - (iv)	(i) - (ii)	(i) - (ii) - (iii) - (iv)
	Etapa fuera de línea		-	-	(iii), (iv)	-
Tasa de acarreo	[m / min]	10	-	-	10	
Evaluación	tiempo de proceso de (I) a (IV)	[min]	5	15	25	15
	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	A	AA	B	C
	Resistencia a la flexión	Valor relativo	100	90	90	70
	Coefficiente de variación	%	5	3	10	15

5 Como es evidente en la tabla 20 y la tabla 21, un material de base de fibra de carbono con un buen estado de dispersión sin refloculación se obtuvo con éxito en un corto tiempo en cada uno de los ejemplos de producción 301 a 307. Se volvió evidente que mediante la realización de las etapas (i) a (iv) en línea y la transferencia de un líquido sin usar una bomba de transferencia de líquido, fue posible evitar la sedimentación y la refloculación de las fibras de refuerzo en el transporte (véanse los ejemplos de producción 1 a 7 y los ejemplos de producción comparativos 1 a 2). Además, se descubrió que los materiales de base de fibra de carbono que se obtienen en los ejemplos de producción 301 a 307 eran superiores en cuanto a las propiedades mecánicas de producto moldeado cuando se procesan para dar productos moldeados.

15 Mediante el ajuste del nivel H1 de la superficie de una lechada para que sea constante a la vez que se carga un líquido de dispersión y fibras de carbono troceadas de forma continua al interior de un recipiente de dispersión o mediante la configuración adicional de una porción de transporte para que sea de un sistema de desbordamiento, fue posible realizar el tratamiento en un tiempo más corto (véanse los ejemplos de producción 302 a 306).

Al hacer que una porción de transporte tenga una forma recta y ajustar un ángulo de inclinación a de 30 a 60° o ajustar una relación de W1 / W2 a de 0,5 a 1,0, el estado de dispersión de un material de base de fibra de carbono se mejoró con éxito (véanse los ejemplos de producción 301 a 304, y 307).

20 Ha quedado claro que las propiedades mecánicas de un producto moldeado de un material de base de fibra de carbono pueden mejorarse mediante el uso de unas fibras con una alta O / C (véanse los ejemplos de producción 301 y 307).

[Evaluación del procedimiento c para fabricar un material de base de fibra de refuerzo mediante procedimiento en húmedo]

**(Ejemplo de producción 401)**

5 Un material de base de fibra de refuerzo se produjo mediante el uso de un aparato 401 para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel) de la figura 29. El aparato de fabricación 401 está compuesto por un recipiente de dispersión 411, un recipiente de fabricación de papel 412, y una porción de transporte 413. El recipiente de dispersión 411 es un depósito en una forma cilíndrica de 300 mm de diámetro y está equipado con un grifo de apertura 415 en una parte inferior del depósito y un agitador 416 en la abertura superior. A través de la abertura pueden cargarse un haz de fibras de carbono 417 y un líquido de dispersión (medio de dispersión) 418. Como el recipiente de fabricación de papel 412 se usa se usa una máquina laminadora con forma cuadrada de grandes dimensiones (N° 2553-I (nombre comercial), fabricada por Kumagai Riki Kogyo Co., Ltd.), y esta tiene una superficie de fabricación de papel 419 (hecha de lámina de malla) de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura. Un material de base de fibra de carbono 420 se obtiene sobre el plano de fabricación de papel 419. La porción de transporte 413 es un paso lineal que conecta el recipiente de dispersión 411 y el recipiente de fabricación de papel 412 y se inclina hacia abajo con respecto al recipiente de dispersión 411 hacia el recipiente de fabricación de papel 412 (ángulo de inclinación  $r$ : 88°). La forma en sección transversal de la porción de transporte 413 es un círculo de 0,01 m de diámetro.

20 La fibra de carbono A1 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo fibra de carbono troceada. Veinte litros de un líquido de dispersión con una concentración de un 0,25 % en masa que estaba compuesto por agua y un polímero soluble en agua (PEO-8Z (nombre comercial), producido por Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd.) se preparó y se transfirió al recipiente de dispersión 411. El líquido de dispersión tenía una viscosidad de 10 mPa·s. En este líquido de dispersión se cargaron 9,6 g de fibra de carbono troceada A4-1 (la etapa (i)). Una lechada se preparó mediante agitación durante 10 minutos (la etapa (ii)). A continuación, se abrió el grifo de apertura 415 que se encuentra en la porción inferior del depósito y, de ese modo, la lechada se vertió en el recipiente de fabricación de papel 412 a través de la porción de transporte 413 (la etapa (iii)). Posteriormente, se aspiró el agua a través de la superficie de fabricación de papel 419 del recipiente de fabricación de papel, dando un material de base de fibra de carbono 420 de 400 mm de longitud y 400 mm de anchura (la etapa (iv)). El gramaje del material de base de fibra de carbono fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 22.

30 **(Ejemplo de producción 402)**

Se usó un aparato de fabricación (que no se muestra) que era el mismo que el aparato de fabricación 401 salvo por que el ángulo de inclinación  $r$  fue de 65°. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 22.

**(Ejemplo de producción 403)**

40 Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401, salvo por la preparación de 20 l de una dispersión de una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesta por agua un polímero soluble en agua (PEO-8Z (nombre comercial), producido por Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd.). El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 22.

**(Ejemplo de producción 404)**

45 Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante la realización de un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401, salvo por la preparación de 20 l de una dispersión que tenía una concentración de un 1 % en masa que estaba compuesta por agua un polímero soluble en agua (PEO-8Z (nombre comercial), producido por Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd.). El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 22.

50 **(Ejemplo de producción 405).**

Se usó un aparato de fabricación (que no se muestra) que era el mismo que el aparato de fabricación 401 salvo por que la forma en sección de su porción de transporte 13 era un cuadrado de 0,01 m de longitud en cada lado. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 23.

**(Ejemplo de producción 406)**

5 Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401 salvo por el corte de la fibra de carbono A5 para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos para obtener fibra de carbono troceada A5-1 y la carga de 9,6 g de la fibra de carbono troceada A5-1 en un líquido de dispersión en la etapa (i). El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 23.

**(Ejemplo de producción comparativo 401)**

10 Se usó un aparato de fabricación (que no se muestra) que era el mismo que el aparato de fabricación 401 salvo por que el ángulo de inclinación r fue de 0°. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 23.

**(Ejemplo de producción comparativo 402)**

15 Se usó un aparato de fabricación (que no se muestra) que era el mismo que el aparato de fabricación 401 salvo por tener una bomba de transferencia de líquido en su porción de transporte. Un material de base de fibra de carbono se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo de producción 401. El gramaje del material de base de fibra de carbono resultante fue de 60 g / m<sup>2</sup>. Las condiciones de ejecución de las etapas respectivas y los resultados de evaluación del material de base de fibra de carbono resultante se muestran en la tabla 23.

20 [Tabla 22]

Tabla 22

			ejemplo de producción 401	ejemplo de producción 402	ejemplo de producción 403	ejemplo de producción 404
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A4 (O / C = 0,10)	A4 (O / C = 0,10)	A4 (O / C = 0,10)	A4 (O / C = 0,10)
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4
Condiciones de etapa	Etapa (i)	Concentración de sólidos de una lechada [% en masa]	0,05	0,05	0,05	0,05
		Etapa (ii)	Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	60	60	60
	Viscosidad del medio de dispersión [mPa·s]		10	10	5	120
	Etapa (iii)	Uso de bomba de transferencia de líquido	No	No	No	No
		Forma de una porción de transporte	Círculo	Círculo	Círculo	Círculo
		Longitud representativa de una porción de transporte [m]	0,01	0,01	0,01	0,01
		Estado de flujo	Flujo laminar	Región de transición de flujo laminar a flujo turbulento	Región de transición de flujo laminar a flujo turbulento	Flujo laminar
		Caudal [m / s]	1	4	2	0,5
		Número de Reynolds	1000	4000	4000	40
	Evaluación	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	AA	A	AA
Resistencia a la flexión		Valor relativo	100	100	100	85
Coefficiente de variación		%	3	5	3	3

[Tabla 23]

Tabla 23

			ejemplo de producción 405	ejemplo de producción 406	ejemplo de producción comparativo 401	ejemplo de producción comparativo 402
Material sin procesar	Fibra de refuerzo	Tipo	A4 (O / C = 0,10)	A5 (O / C = 0,05)	A4 (O / C = 0,10)	A4 (O / C = 0,10)
		Longitud de corte [mm]	6,4	6,4	6,4	6,4
Condiciones de etapa	Etapa (i)	Concentración de sólidos de una lechada [% en masa]	0,05	0,05	0,05	0,05
	Etapa (ii)	Masa por unidad de área [g / m <sup>2</sup> ] de un material de base de fibra de refuerzo	60	60	20	60
		Viscosidad del medio de dispersión [mPa·s]	10	10	10	10
	Etapa (iii)	Uso de bomba de transferencia de líquido	No	No	No	Sí
		Forma de una porción de transporte	Cuadrado	Círculo	Círculo	Círculo
		Longitud representativa de una porción de transporte [m]	0,01	0,01	0,01	0,01
		Estado de flujo	Flujo laminar	Flujo laminar	flujo turbulento	flujo turbulento
		Caudal [m / s]	2	1	12	4
		Número de Reynolds	2000	1000	12000	200000
Evaluación	Estado de dispersión de fibra de refuerzo	AA, A, B, C	AA	AA	B	C
	Resistencia a la flexión	Valor relativo	100	80	95	90
	Coefficiente de variación	%	3	3	10	15

5 Como es evidente en la tabla 22 y la tabla 23, la fibra de refuerzo no volvió a flocular y un material de base de fibra de carbono con un buen estado de dispersión se obtuvo con éxito en cada uno de los ejemplos de producción 401 a 406. Se volvió evidente que fue posible evitar que las fibras de refuerzo vuelvan a flocular en el transporte mediante el transporte de una lechada en una porción de transporte en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento (véanse los ejemplos de producción 401 a 406 y los ejemplos de producción comparativos 401 a 402).

10 Se volvió evidente que fue posible evitar que las fibras de refuerzo vuelvan a flocular en el transporte mediante el transporte de una lechada en una porción de transporte en un estado de flujo laminar o en un estado de una región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento incluso si la forma en sección transversal de la porción de transporte es o bien un círculo o bien un cuadrángulo (un polígono) (véanse los ejemplos de producción 401 y 405).

15 Se espera que sea posible aumentar las propiedades mecánicas de los materiales de base de fibra de carbono o productos moldeados mediante el ajuste de la viscosidad de un medio de dispersión a de 1 a 100 mPa·s. (Véanse los ejemplos de producción 402, 403 y 404.)

Se espera que sea posible aumentar las propiedades mecánicas de los materiales de base de fibra de carbono o sus productos moldeados mediante el uso de fibras con una alta O / C.

[Evaluación (2) de preimpregnado, preforma y producto moldeado]

20 La evaluación y la medición de diversas propiedades se llevaron a cabo en los mismos procedimientos que los que se describen en "Evaluación (1) de preimpregnado, preforma y producto moldeado".

**(Ejemplo 501)**

Un preimpregnado se produjo mediante el uso de un aparato 102 de la figura 10.

25 La fibra de carbono A1 se cortó para dar 6,4 mm con un cortador para cartuchos, de tal modo que se obtuvo (fibra de carbono troceada A1. Un líquido de dispersión acuoso al 1 % en masa (emulsión) de C1 se había producido como una solución de aglutinante y se había puesto en un recipiente de aglutinante 126. Cuarenta litros de un líquido de dispersión que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial), producido por Nacalai Tesque, Inc.) con una concentración de un 0,1 % en masa se preparó y se

transfirió a un recipiente de dispersión 111. Cincuenta gramos de fibra de carbono troceada se añadieron a este líquido de dispersión, seguido por agitación durante 10 minutos. De este modo, se preparó una lechada. Un grifo de apertura 115 que se encuentra en una porción inferior del depósito de capa de dispersión se abrió y, a continuación, a la vez que se introducía aire comprimido en el depósito de lechada para mantener el caudal de lechada constante, la lechada se vertió en un transportador de malla que tenía un plano de fabricación de papel con una anchura de 200 mm. La lechada se estiró con el transportador de malla a una tasa de 1 m / min con aspiración de agua, de tal modo que se obtuvo un material de base de fibra de carbono 120 que tenía una longitud de 5 m y una anchura de 200 mm (la etapa (I)). Posteriormente, un grifo de apertura 128 del recipiente de aglutinante 126 se abrió y 200 g de la solución de aglutinante se rociaron hacia el lado superior del material de base de fibra de carbono 120. Después de que se aspirara una solución de aglutinante en exceso, se hizo que el material de base de fibra de carbono pasara a través del secador 138 de 200 °C durante tres minutos, de tal modo que se obtuvo un material de base de fibra de carbono W2 (la etapa (II)). El gramaje del material de base de fibra de carbono W2 fue de 50 g / m<sup>2</sup>. El material de base de fibra de carbono W2 se envió a una máquina de prensado de cinta doble 131 mediante un transportador a la vez que se sujetaba en línea. Este se laminó con dos películas de CM1007 (resina de nailon 6) producido por Toray Industries, Inc., como una resina de matriz que eran iguales en cuanto a su espesor con el fin de formar una película / material de base de fibra de carbono / película, seguido por la aplicación de presión a una temperatura de 250 °C y una presión de 5 MPa durante dos minutos mediante el uso de la máquina de prensado de cinta doble 131. De este modo, se produjo un preimpregnado (28) en el que el material de base de fibra de carbono se había impregnado con la resina de matriz (la etapa (III)). A continuación, este se enrolló directamente para dar una forma de rollo a una tasa de enrollado de 1 m / min con una máquina de enrollado 133 (la etapa (IV)). Las propiedades del preimpregnado se muestran en la tabla 25.

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado ocho preimpregnados (28). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 26.

#### (Ejemplo 502)

Un preimpregnado se produjo mediante el uso del aparato 202 de la figura 23 como el aparato de fabricación de papel que está dispuesto aguas arriba con respecto al secador 138 en el aparato 102 de la figura 10. Mediante el uso del aparato de fabricación, un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial) producido por Nacalai Tesque, Inc.), y fibras de carbono troceadas usando fibras de carbono A1 se cargaron a través de la abertura estrecha. A continuación, un preimpregnado (29) se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 501. El contenido en fibra de carbono en la lechada fue de 0,05 % en masa y la diferencia de concentraciones de fibras de carbono de la lechada, C1 / C2, fue de 1,0. Las propiedades del preimpregnado resultante se muestran en la tabla 25.

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado ocho preimpregnados (29). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 26.

#### (Ejemplo 503)

Un preimpregnado se produjo mediante el uso del aparato 303 de la figura 27 como el aparato de fabricación de papel que está dispuesto aguas arriba con respecto al secador 138 en el aparato 102 de la figura 10. Mediante el uso del aparato de fabricación, un líquido de dispersión con una concentración de un 0,1 % en masa que estaba compuesto por agua y un agente tensioactivo (polioxietileno lauril éter (nombre comercial) producido por Nacalai Tesque, Inc.), y fibras de carbono troceadas usando fibras de carbono A1 se cargaron a través de la abertura estrecha. A continuación, un preimpregnado (30) se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 501. El nivel de la superficie de la lechada, H1-H2, fue de 0,5 m, la forma de la porción de transporte era recta, y el ángulo de inclinación de la porción de transporte fue de 45°. Las propiedades del preimpregnado resultante se muestran en la tabla 25.

Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado ocho preimpregnados (30). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 26.

#### (Ejemplo 504)

Un preimpregnado se produjo mediante el uso del aparato 303 de la figura 27 como el aparato de fabricación de papel que está dispuesto aguas arriba con respecto al secador 138 en el aparato 102 de la figura 10. Se hace notar que la forma en sección transversal de la porción de transporte (ángulo de inclinación  $r$ : 88°) del aparato 303 es un círculo de 0,01 m de diámetro. Mediante el uso del aparato de fabricación, un líquido de dispersión con una

5 concentración de un 0,25 % en masa que estaba compuesto por agua y una macromolécula soluble en agua (PEO-8Z (nombre comercial) producida por Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd.), y fibras de carbono troceadas usando fibras de carbono A1 se cargaron a través de la abertura estrecha. A continuación, un preimpregnado (31) se obtuvo mediante un tratamiento de la misma forma que en el ejemplo 501. La viscosidad del medio de dispersión fue de 10 mPa·s. El estado de flujo en la porción de transporte era flujo laminar, cuyo caudal era de 1 m / s y el número de Reynolds fue de 1000. Las propiedades del preimpregnado resultante se muestran en la tabla 25.

10 Un producto moldeado de tipo caja con forma de L se produjo de la misma forma que en el ejemplo 1 salvo por la fabricación de una preforma en la que se habían laminado ocho preimpregnados (31). La preforma se conformó bien en conformidad con la forma del molde y se obtuvo un producto moldeado que tenía una alta calidad de forma. Las propiedades del producto moldeado se muestran en la tabla 26.

[Tabla 24]

Tabla 24

Material de base de fibra de refuerzo	Fibra de refuerzo	Tipo de fibra		[-]	ejemplo 501	ejemplo 502	ejemplo 503	ejemplo 504
		Contenido en masa de fibra						
		Más larga que 10 mm		[% en masa]	28	27	28	28
		Proporción de longitudes de fibra	2 a 10 mm	[% en masa]	0	0	0	0
		Más corta que 2 mm		[% en masa]	95	95	95	95
	Ángulo de orientación bidimensional			[% en masa]	5	5	5	5
	Cantidad de aire (Procedimiento de Frazier)			[°]	40	41	41	41
				[cm <sup>3</sup> / cm <sup>2</sup> · s]	160	160	160	160

[Tabla 25]

Tabla 25

			ejemplo 501	ejemplo 502	ejemplo 503	ejemplo 504	
Preimpregnado	Número de preimpregnado	[-]	(28)	(29)	(30)	(31)	
	Resina	Tipo de resina	[-]	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6	Nailon 6
		Contenido en masa de resina	[% en masa]	72	72	72	72
	Característica	Espesor a 23 °C, hp0	[mm]	0,15	0,15	0,15	0,15
		Espesor a 100 °C, h1	[mm]	0,15	0,15	0,15	0,15
		Espesor a 200 °C, h2	[mm]	0,18	0,18	0,18	0,18
		Espesor a 300 °C, h3	[mm]	0,92 (*2)	0,92 (*2)	0,92 (*2)	0,92 (*2)
		Espesor a 400 °C, h4	[mm]	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
		Relación de impregnación de resina	[%]	95	95	95	95
		Densidad aparente	[g / cm <sup>3</sup> ]	1,20	1,20	1,20	1,20
		Masa por unidad de área	[g / m <sup>2</sup> ]	180	180	180	180
		Resistencia a la tracción $\sigma$	[MPa]	150	150	150	150
		$\sigma$ Máx	[MPa]	170	170	170	170
	$\sigma$ Mín	[MPa]	140	140	140	140	
	Longitud en la dirección longitudinal	[mm]	5000	5000	5000	5000	

\*1: la resina estaba descompuesta.  
\*2: la resina estaba ligeramente descompuesta.

[Tabla 26]

Tabla 26

			ejemplo 501	ejemplo 502	ejemplo 503	ejemplo 504
Producto moldeado	Procedimiento de moldeo		Estampado	Prensado por calor	Estampado	Estampado
	Propiedades	Resistencia específica	B	B	B	B
		Isotropía	A	A	A	A
		Rigidez específica	B	B	B	B
		Isotropía	A	A	A	A
		Coefficiente de dilatación lineal	A	A	A	A
		Isotropía	A	A	A	A

Los preimpregnados que se habían producido en los ejemplos 501 a 504 presentaron una buena distribución de la longitud de fibra de las fibras de refuerzo, el espesor y la resistencia a la tracción, y eran isotrópicos dentro de un intervalo de ángulo de orientación bidimensional de 10 a 80°, y los productos moldeados que se produjeron a partir de los mismos mostraron unas buenas propiedades. Además, las preformas laminadas que se producen usando estos preimpregnados también mostraron unas buenas propiedades. Además, un preimpregnado continuo puede obtenerse en forma de rollo y, por lo tanto, este es ventajoso en la ejecución industrial.

**Susceptibilidad de aplicación industrial**

El preimpregnado de la presente invención y un artículo laminado del mismo pueden usarse de manera conveniente como una preforma reforzada con fibra que puede reconciliar las propiedades mecánicas y la aptitud para el moldeo de manera simultánea; en particular, debido a que las fibras de refuerzo que constituyen un preimpregnado delgado se han orientado con una isotropía bidimensional, el preimpregnado es superior en cuanto al efecto de refuerzo en la dirección de su plano e inhibe la interferencia de las fibras de refuerzo en la dirección del espesor entre capas, y debido a que hay menos interacción entre capas, este es superior en cuanto a la aptitud para la conformación en el moldeo. Estos pueden aplicarse a una amplia diversidad de sectores industriales, tal como componentes, partes y alojamientos de instrumentos eléctricos y electrónicos, robots, motocicletas, automóviles y aeronaves.

Explicación de símbolos de referencia

- 1 Filamento de refuerzo (a)
- 2 a 7 Filamento de refuerzo (b)
- 8 Ángulo de orientación bidimensional
- 9 Malla de acero inoxidable
- 10 Preimpregnado
- 11 Material de base de fibra de refuerzo
- 12 Dirección de las fibras

	13 Dirección ortogonal a las fibras
	14 Preimpregnado de fibra de carbono con corte
	15 Fibra de carbono
	16 Corte
5	17 Longitud de corte
	18 Longitud de fibra
	19 Longitud con la cual se superponen entre sí los cortes de líneas adyacentes
	21 Recipiente de dispersión
	22 Recipiente de fabricación de papel
10	25 Grifo de apertura
	26 Agitador
	27 Fibra de refuerzo troceada
	28 Líquido de dispersión (medio de dispersión)
	30 Material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel)
15	31 Transportador de malla
	32 Transportador
	41 CFRP continuo
	42 Preimpregnado
	43 GMT
20	t Dirección del espesor de preimpregnado
	R Radio de curvatura
	101, 102, 103, 104 Aparato
	111 Recipiente de dispersión
	112 Recipiente de fabricación de papel
25	113 Porción de transporte
	115, 128 Grifo de apertura
	116 Agitador
	117 Fibra de carbono troceada (haz de fibras de carbono)
	118 Líquido de dispersión (medio de dispersión)
30	119 Lado de fabricación de papel
	120 Material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel)
	121 Transportador de malla
	122 Transportador
	126 Recipiente de aglutinante
35	127 Porción de transporte de aglutinante
	129, 130 Conducto de aire presurizado
	131 Prensa de cinta doble
	132 Preimpregnado
	133 Máquina de enrollado
40	134 Recipiente de fabricación de papel de dispersión
	135 Resina de matriz
	136, 137 Rollo
	138 Secador
	139 Máquina de cardado
45	PA Aire presurizado
	201-203, 301-304, 401 Aparato para fabricar un material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel)
	211, 311, 411 Recipiente de dispersión
	212, 312, 412 Recipiente de fabricación de papel
50	213, 313, 413 Porción de transporte
	214, 314, 414 Porción de conexión entre la porción de transporte y el recipiente de dispersión
	315, 415 Grifo de apertura
	216, 316, 416 Agitador
	217, 317, 417 Fibra de carbono troceada (haz de fibras de carbono)
55	218, 318, 418 Líquido de dispersión (medio de dispersión)
	219, 319, 419 Superficie de fabricación de papel (lámina de malla)
	220, 320, 420 Material de base de fibra de refuerzo (material de base de fabricación de papel)
	221, 321 Transportador de malla
	222, 322 Transportador
60	223, 323 Abertura ancha
	224, 324 Abertura estrecha
	225 Bomba de transferencia de líquido (bomba de baja cizalla, bomba de diafragma)
	H1 Nivel de la superficie de lechada en la etapa (ii)
	H2 Nivel de la superficie de lechada en la etapa (iv)
65	A Patrón
	B La superficie de lechada en la etapa (ii)

	C La superficie de lechada en la etapa (iv)
	p Línea que es paralela a la dirección de la gravedad
	q Línea central de la división de transporte
5	r Ángulo que p y q forman en el lado inferior en sentido perpendicular
	C1, C2 Contenido en masa de las fibras de refuerzo en lechada
	D Diámetro de fibra
	L Longitud de fibra
	n El número de fibras por unidad de volumen
10	*1 Retirada por combustión de resina
	*2 Aspiración
	*3 Una punta funciona de tal modo que esta puede realizar un rociado uniforme.
	*4 Calentamiento, presurización, y enfriamiento
	*5 Enrollado
15	*6 Desbordamiento

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de fabricación de un preimpregnado, comprendiendo el procedimiento la etapa (I) de dispersión de un haz de fibras de refuerzo para obtener una lámina, material textil o banda de material de base de fibra de refuerzo, etapa (II) de provisión de un aglutinante al material de base de fibra de refuerzo producido en la etapa (I) y etapa (III) de hibridación de una resina de matriz compuesta de una resina termoplástica con el material de base de fibra de refuerzo provisto del aglutinante producido en la etapa (II), en el que las etapas (I) a (II) se llevan a cabo en línea y el preimpregnado es tal que el contenido del haz de fibras de refuerzo con respecto a la porción completa del preimpregnado es del 10 al 80 % en masa, el contenido del aglutinante con respecto a la porción completa del preimpregnado es de 0,1 a 10 % en masa, y el contenido de la resina de matriz con respecto a la porción completa del preimpregnado es de 10 a 80 % en masa, en el que la etapa (I) de dispersión de un haz de fibras de refuerzo para obtener un material de base de fibra de refuerzo es cualquiera de las siguientes (a) a (c):
- (a) que comprende la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, etapa (iii) de transporte de la lechada y etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base para fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, en la que C1 / C2 es de 0,8 a 1,2 en la que el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada preparada en la etapa (ii) se expresa por C1, y el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada en el momento del comienzo de la etapa (iv) se expresa por C2;
- (b) que comprende la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, etapa (iii) de transporte de la lechada y etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base para fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, en la que las etapas (i) a (iv) se llevan a cabo en línea y el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) es más alto que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv);
- (c) que comprende la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, etapa (iii) de transporte de la lechada y etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fibra de refuerzo, en la que las etapas (i) y (ii) se llevan a cabo en un recipiente de dispersión, la etapa (iv) se lleva a cabo en un recipiente de fabricación de papel, la etapa (iii) se lleva a cabo en una porción de transporte que conecta el recipiente de dispersión y el recipiente de fabricación de papel, y la lechada se transporta en un estado de flujo laminar o en un estado de región de transición de un flujo laminar a un flujo turbulento en la porción de transporte.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 de fabricación de un preimpregnado, en el que en la masa del sólido en el material de base de fibra de refuerzo obtenida en la etapa (I), la relación de las fibras de refuerzo es de 80 a 100 % en masa.
3. Un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica, en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de más de 10 mm, de un 50 a un 100 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de menos de 2 mm, el promedio de los ángulos de orientación bidimensional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80° medido de acuerdo con el procedimiento descrito en el presente documento, el espesor h0 (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de 0,01 MPa o más, en el que la resistencia a la tracción se determina mediante el recorte de probetas a partir del preimpregnado, y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3, en la que el material de base de fibra de refuerzo es uno obtenido por el siguiente procedimiento a:
- procedimiento a: un procedimiento de fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, etapa (ii) de preparación de una lechada en la que las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo se dispersan en el medio de dispersión, etapa (iii) de transporte de la lechada, etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base para fabricación de papel que contiene fibras de refuerzo, y la etapa (v) de provisión de un aglutinante para obtener un material de base de fibra de refuerzo, en la que C1 / C2 es de 0,8 a 1,2 en la que el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada preparada en la etapa (ii) se expresa por C1, y el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada en el momento del comienzo de la etapa (iv) se expresa por C2.
4. Un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica, en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de más de 10 mm, de un 50 a un 100 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de un 0 a un 50 % en masa de fibras de refuerzo que tienen, cada una, una longitud de fibra menor de 2 mm, el promedio de los ángulos de orientación bidireccional formado cada uno por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80° medido de acuerdo con el procedimiento descrito en el presente

documento, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de 0,01 MPa o más, en el que la resistencia a la tracción se determina mediante el recorte de probetas a partir del preimpregnado, y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3, en la que el material de base de fibra de refuerzo es uno obtenido por el siguiente procedimiento b

5 procedimiento b: un procedimiento de fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que se dispersan las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo en el medio de dispersión, la etapa (iii) de transporte de la lechada, la etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base para fabricación de papel que contenga fibras de refuerzo, y la  
10 etapa (v) de provisión de un aglutinante para obtener un material de base de fibra de refuerzo, en el que las etapas (i) a (iv) se llevan a cabo en línea y el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) es más alto que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv).

5. Un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica, en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de más de 10 mm, de 50 a 100 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de menos de 2 mm, el promedio de ángulos de orientación bidimensional, cada uno formado por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80° de acuerdo con el procedimiento descrito en el presente documento, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de 0,01 MPa o más, en el que la resistencia a la tracción se determina mediante el recorte de probetas a partir del preimpregnado y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3, en la que el material de base de fibra de refuerzo es uno obtenido por el siguiente procedimiento

15 procedimiento c: un procedimiento de fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que se dispersan las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo en el medio de dispersión, la etapa (iii) de transporte de la lechada, la etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fibra de refuerzo, y la etapa (v) de provisión de un aglutinante para obtener un material de base de fibra de refuerzo, en el que las etapas (i) y (ii) se llevan a cabo en un recipiente de dispersión, la etapa (iv) se lleva a cabo en un recipiente de fabricación de papel, la etapa (iii) se lleva a cabo en una porción de transporte que conecta el recipiente de dispersión y el recipiente de fabricación de papel, y la lechada se transporta en un estado de flujo laminar o en un estado de región de transición desde un flujo laminar a un flujo turbulento en la porción de transporte.

6. Una preforma que comprende, como al menos una unidad de laminación, un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica y en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una de las cuales tiene una longitud de fibra de más de 10 mm, de 50 a 100 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de menos de 2 mm, el promedio de los ángulos de orientación bidimensional, cada uno formado por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80° medido de acuerdo con el procedimiento descrito en el presente documento, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de 0,01 MPa o más, en el que la resistencia a la tracción se determina mediante el recorte de probetas a partir del preimpregnado y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527-3, en la que el material de base de fibra de refuerzo es uno obtenido por el siguiente procedimiento a:

15 procedimiento a: un procedimiento de fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que se dispersan las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo en el medio de dispersión, la etapa (iii) de transporte de la lechada, la etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base para fabricación de papel que contenga fibras de refuerzo, y la etapa (v) de provisión de un aglutinante para obtener un material de base de fibra de refuerzo, en el que  $C_1 / C_2$  es de 0,8 a 1,2 en el que el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada preparada en la etapa (ii) se expresa por  $C_1$ , y el contenido en masa de las fibras de refuerzo en la lechada en el momento del comienzo de la etapa (iv) se expresa por  $C_2$ .

55 7. Una preforma que comprende, como al menos una unidad de laminación, un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica y en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una de las cuales tiene una longitud de fibra de más de 10 mm, de 50 a 100 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de menos de 2 mm, el promedio de los ángulos de orientación bidimensional, cada uno formado por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80° medido de acuerdo con el procedimiento descrito en el presente documento, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es de 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de 0,01 MPa o más, en el que la resistencia a la tracción se determina mediante el recorte de

probetas a partir del preimpregnado y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527- 3, en la que el material de base de fibra de refuerzo es uno obtenido por el siguiente procedimiento b:

5 procedimiento b: un procedimiento de fabricación de un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que se dispersan las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo en el medio de dispersión, la etapa (iii) de transporte de la lechada, la etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base para fabricación de papel que contenga fibras de refuerzo, y la etapa (v) de provisión de un aglutinante para obtener un material de base de fibra de refuerzo, en la que las etapas (i) a (iv) se llevan a cabo en línea y el nivel H1 de la superficie de la lechada en la etapa (ii) es más alto que el nivel H2 de la superficie de la lechada en la etapa (iv).

8. Una preforma que comprende, como al menos una unidad de laminación, un preimpregnado que comprende un material de base de fibra de refuerzo impregnado con una resina termoplástica y en el que el material de base de fibra de refuerzo comprende de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una de las cuales tiene una longitud de fibra de más de 10 mm, de 50 a 100 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de 2 a 10 mm, y de 0 a 50 % en masa de fibras de refuerzo, cada una con una longitud de fibra de menos de 2 mm , el promedio de los ángulos de orientación bidimensional, cada uno formado por un filamento de refuerzo (a) y un filamento de refuerzo (b) que se interseca con el filamento de refuerzo (a) es de 10 a 80° medido de acuerdo con el procedimiento descrito en el presente documento, el espesor  $h_0$  (mm) a 23 °C es 0,03 a 1 mm, y la resistencia a la tracción  $\sigma$  es de 0,01 MPa o más, en el que la resistencia a la tracción se determina mediante el recorte de probetas a partir del preimpregnado y la medición de la característica de tracción de las mismas de acuerdo con el procedimiento de la norma ISO 527- 3, en la que el material de base de fibra de refuerzo es uno obtenido por el siguiente procedimiento c:

25 procedimiento c: un procedimiento para fabricar un material de base de fibra de refuerzo, comprendiendo el procedimiento la etapa (i) de cargar un haz de fibras de refuerzo a un medio de dispersión, la etapa (ii) de preparación de una lechada en la que se dispersan las fibras de refuerzo que forman el haz de fibras de refuerzo en el medio de dispersión, la etapa (iii) de transporte de la lechada, la etapa (iv) de eliminación del medio de dispersión de la lechada para producir un material de base de fibra de refuerzo, y la etapa (v) de provisión de un aglutinante para obtener un material de base de fibra de refuerzo, en el que las etapas (i) y (ii) se llevan a cabo en un recipiente de dispersión, la etapa (iv) se lleva a cabo en un recipiente de fabricación de papel, la etapa (iii) se lleva a cabo en una porción de transporte que conecta el recipiente de dispersión y el recipiente de fabricación de papel, y la lechada se transporta en un estado de flujo laminar o en un estado de región de transición desde un flujo laminar a un flujo turbulento en la porción de transporte.

Fig.1

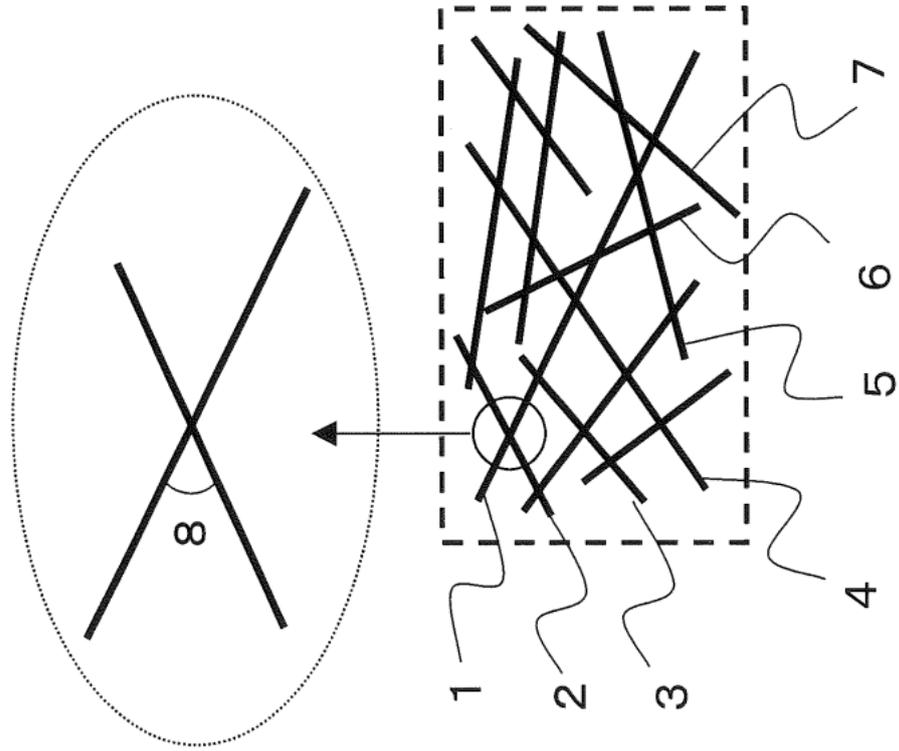


Fig. 2

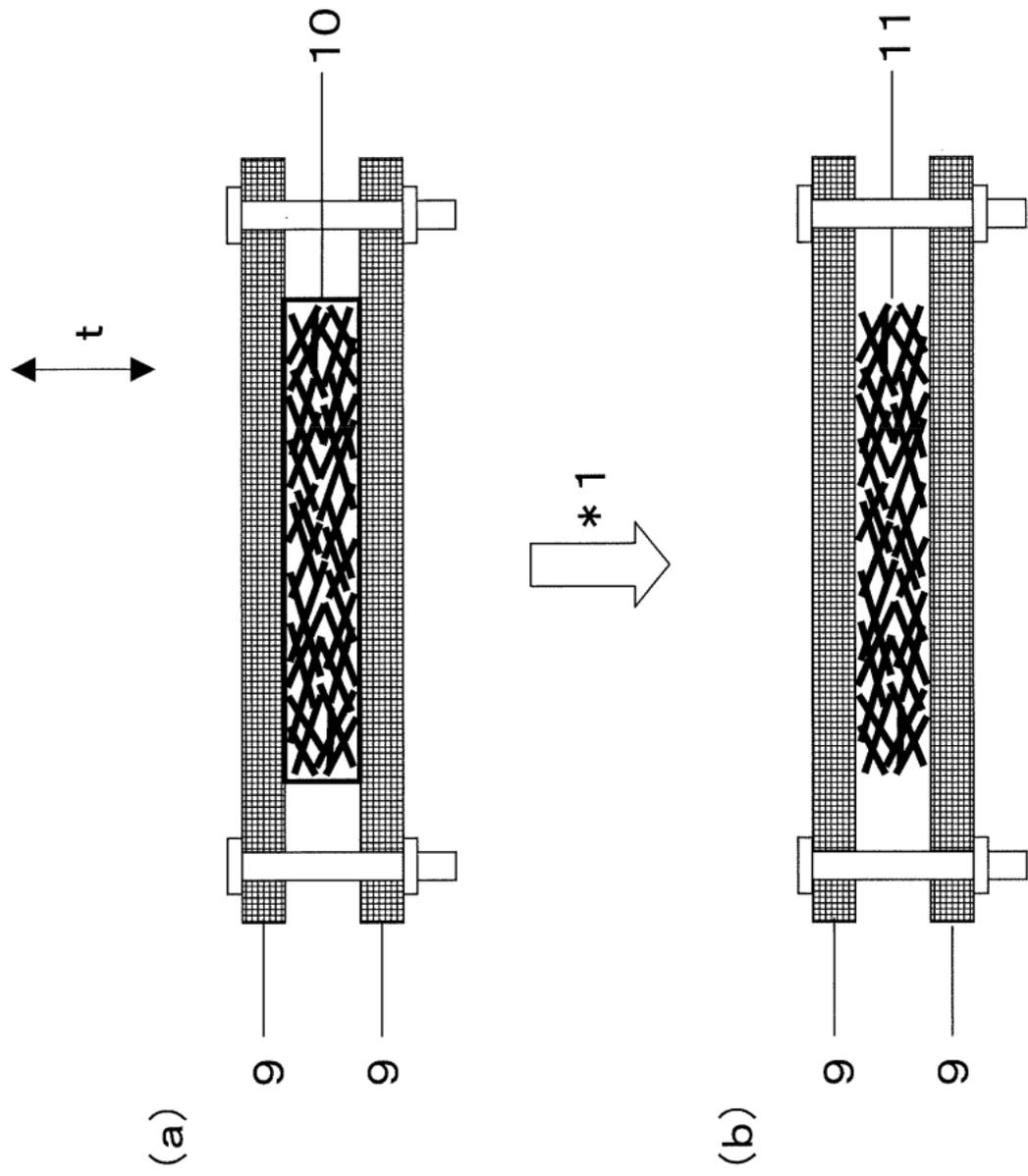


Fig. 3

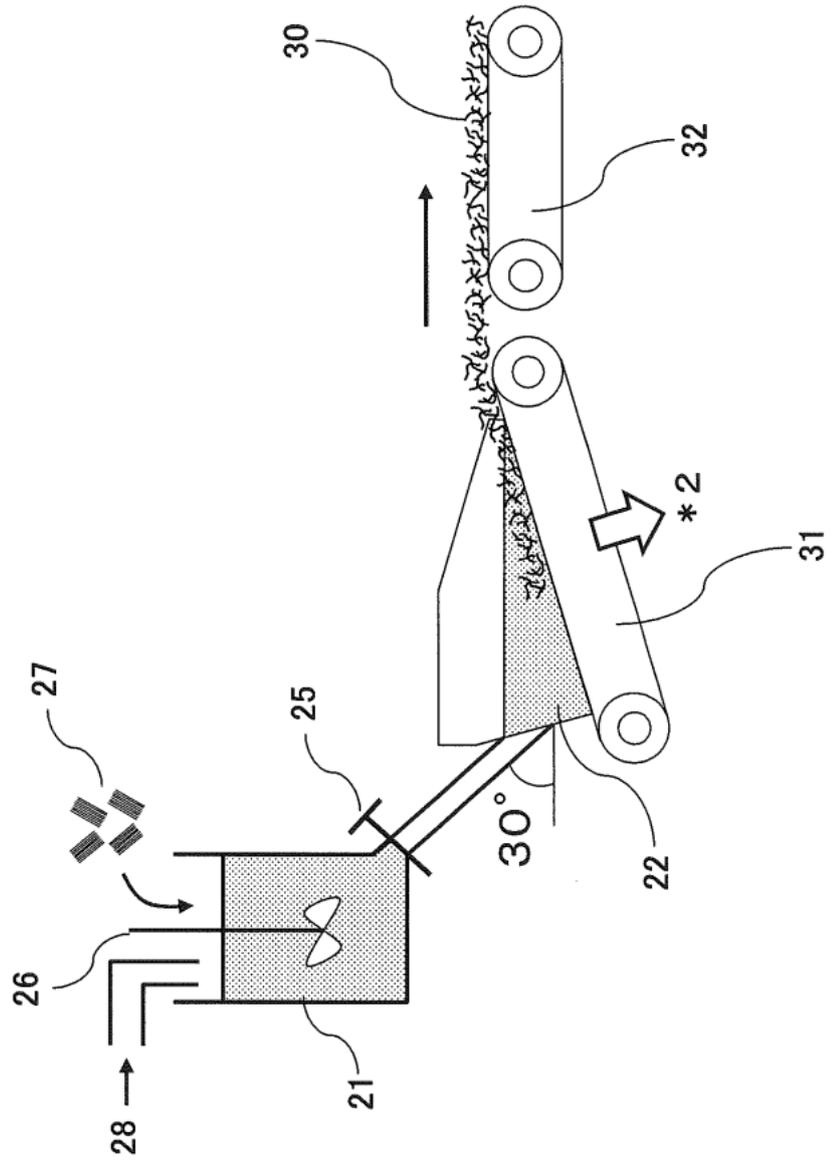


Fig. 4

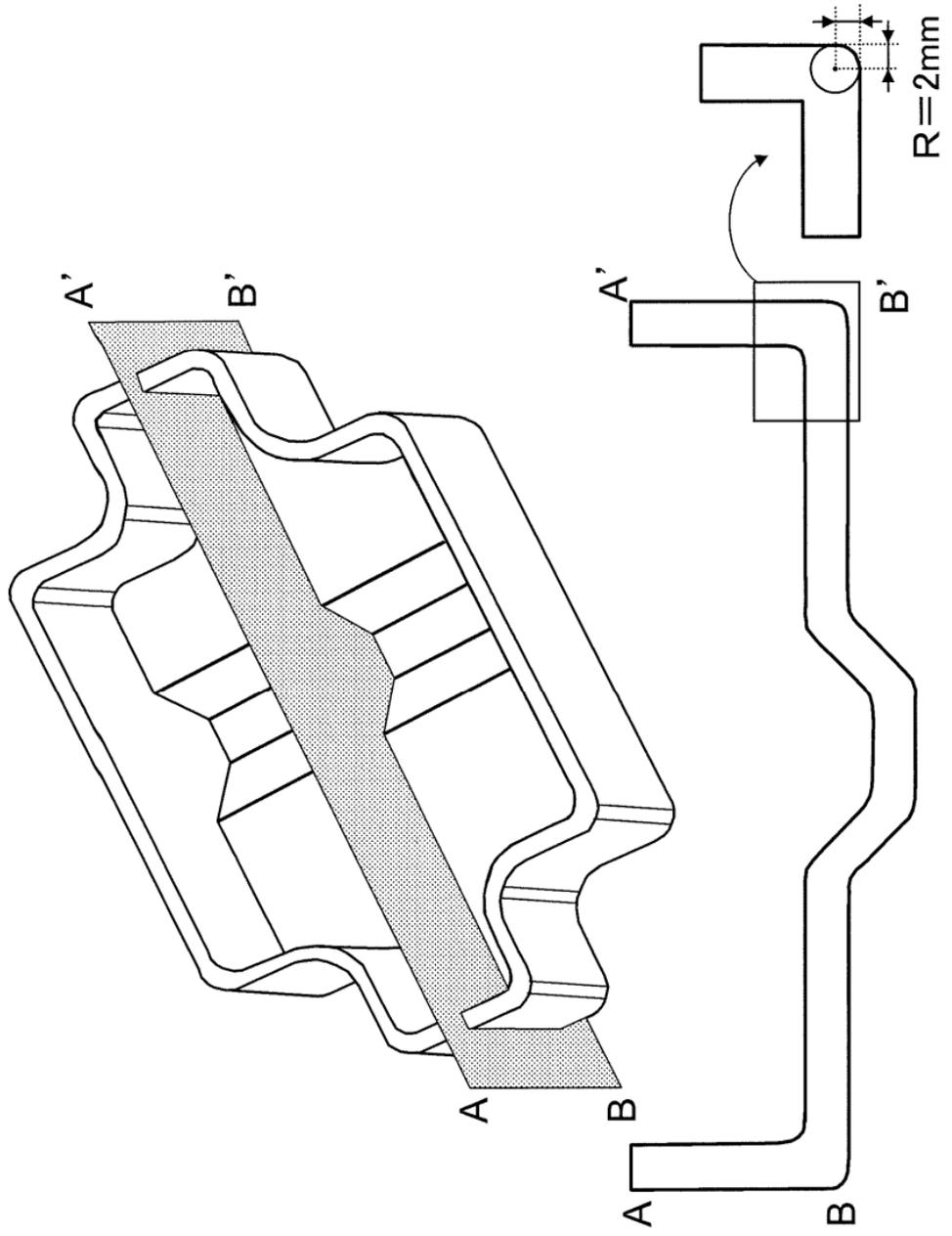
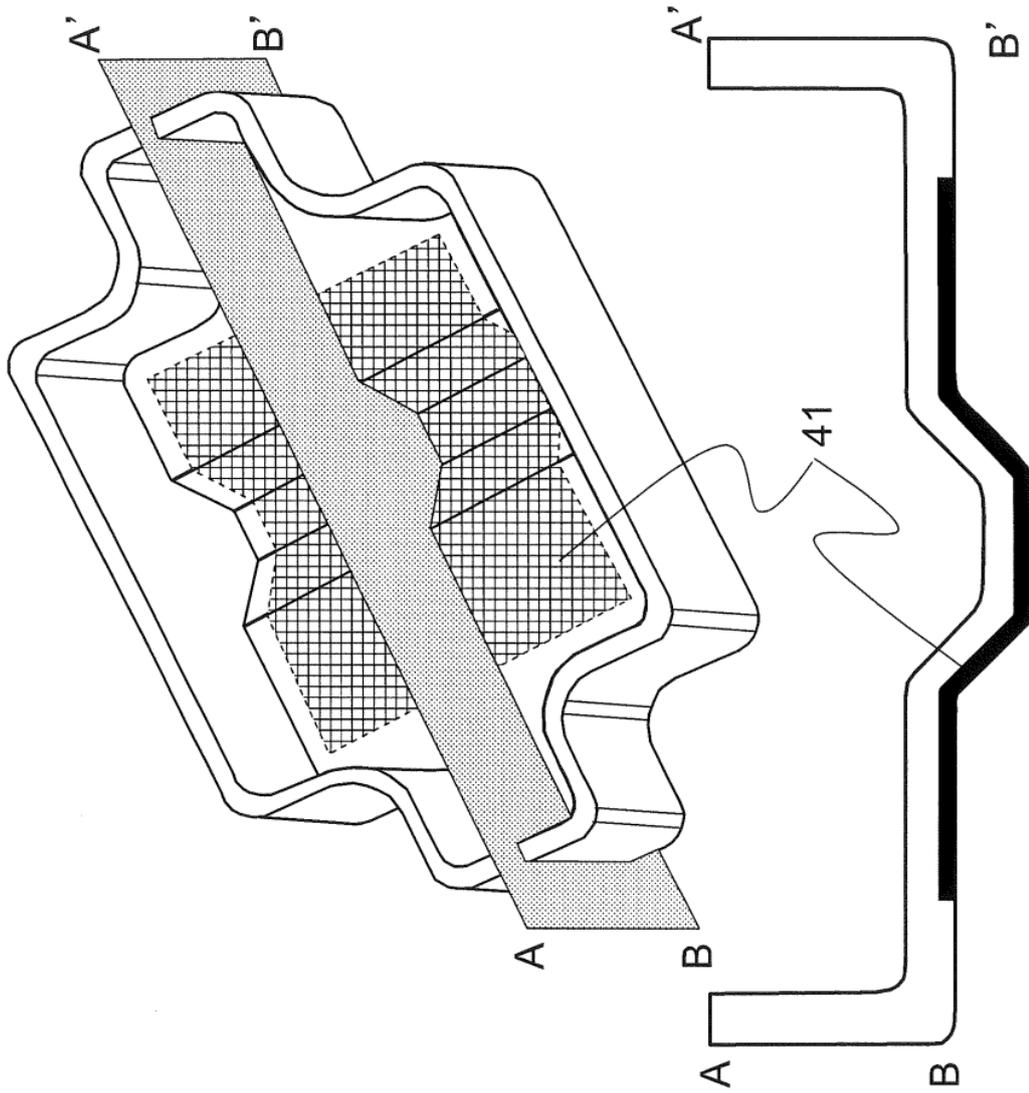


Fig. 5



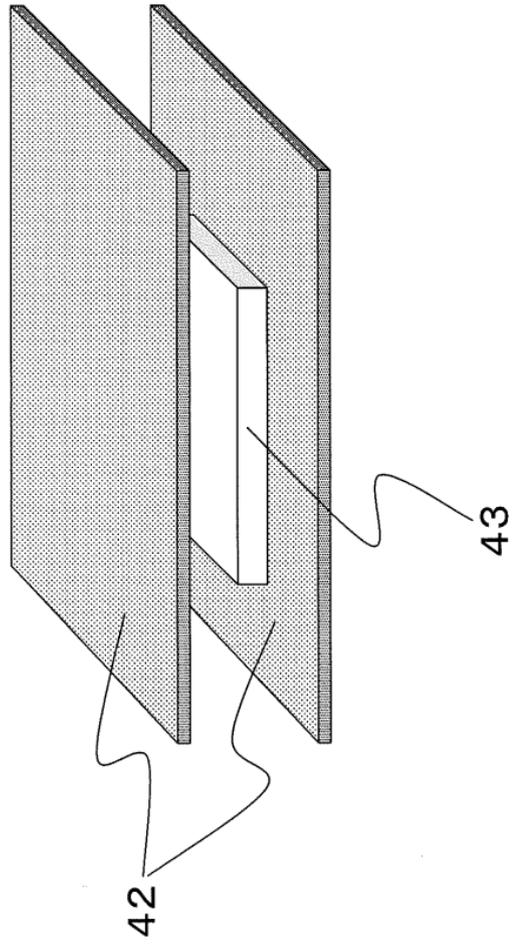


Fig. 6

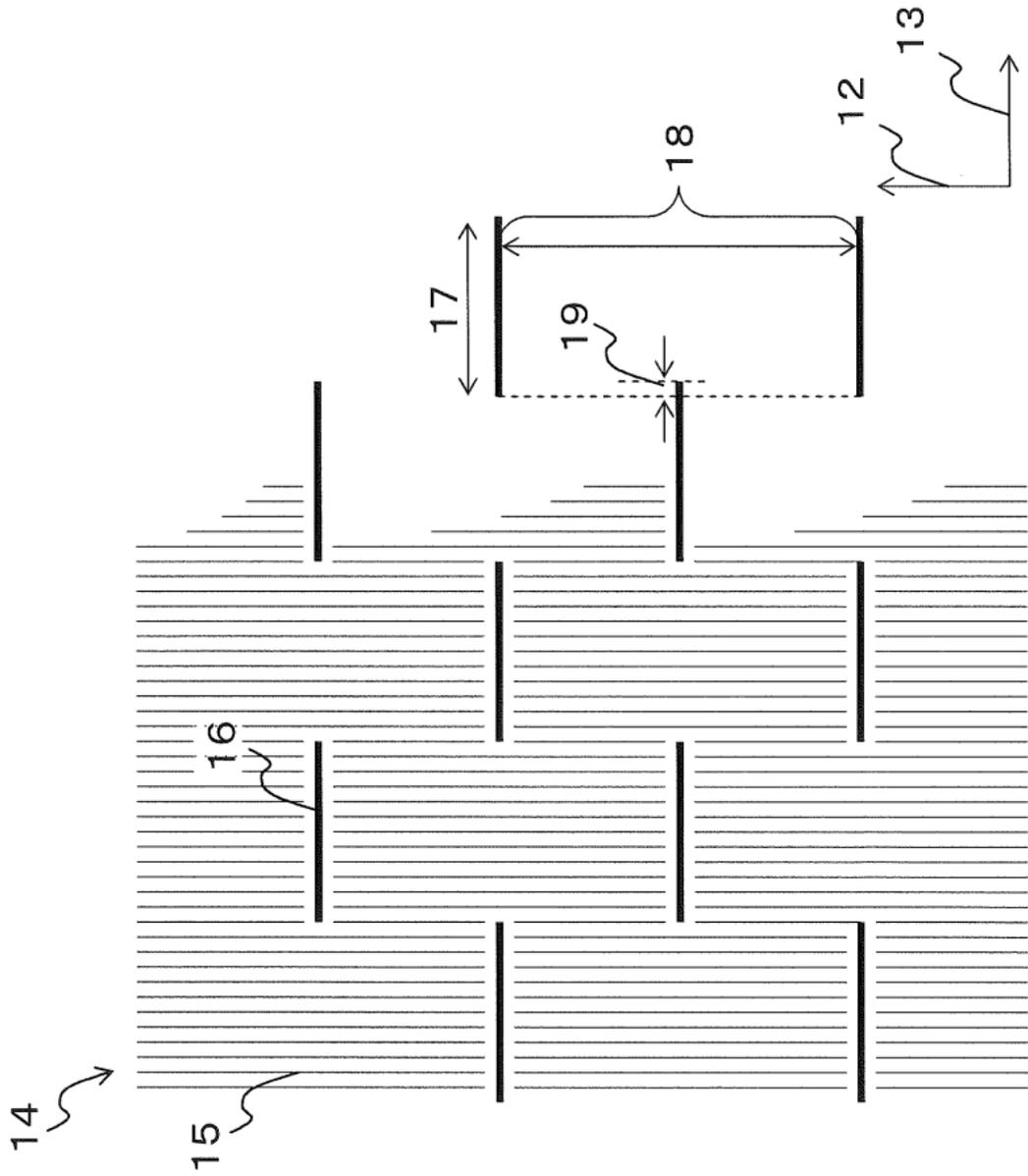


Fig. 7

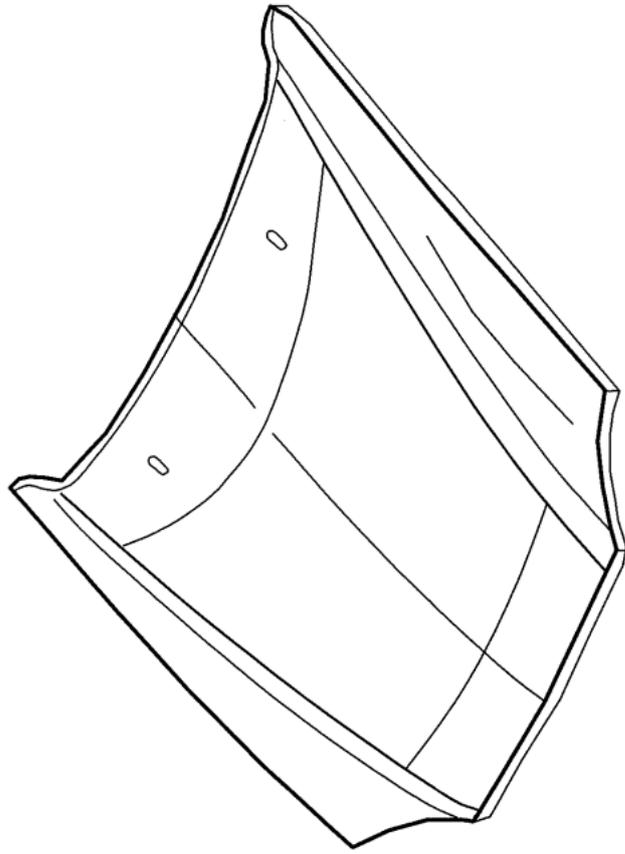


Fig. 8

Fig. 9

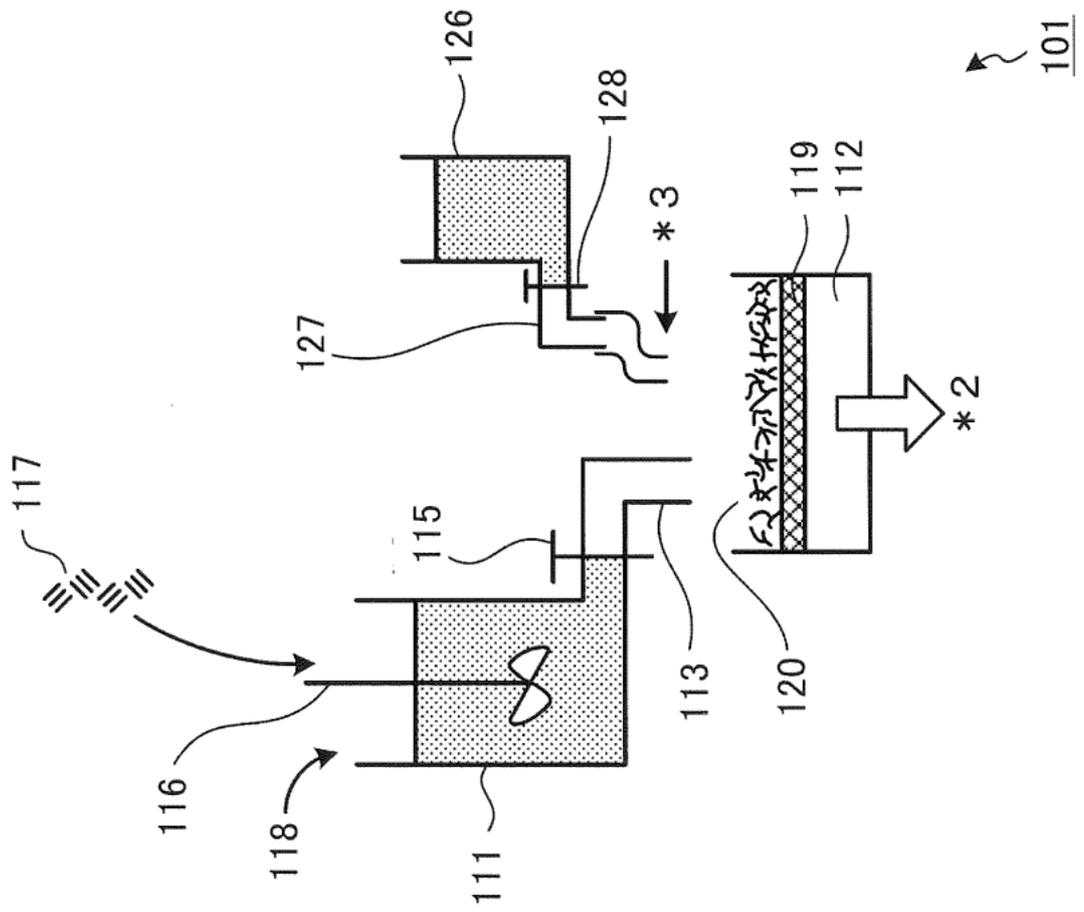


Fig. 10

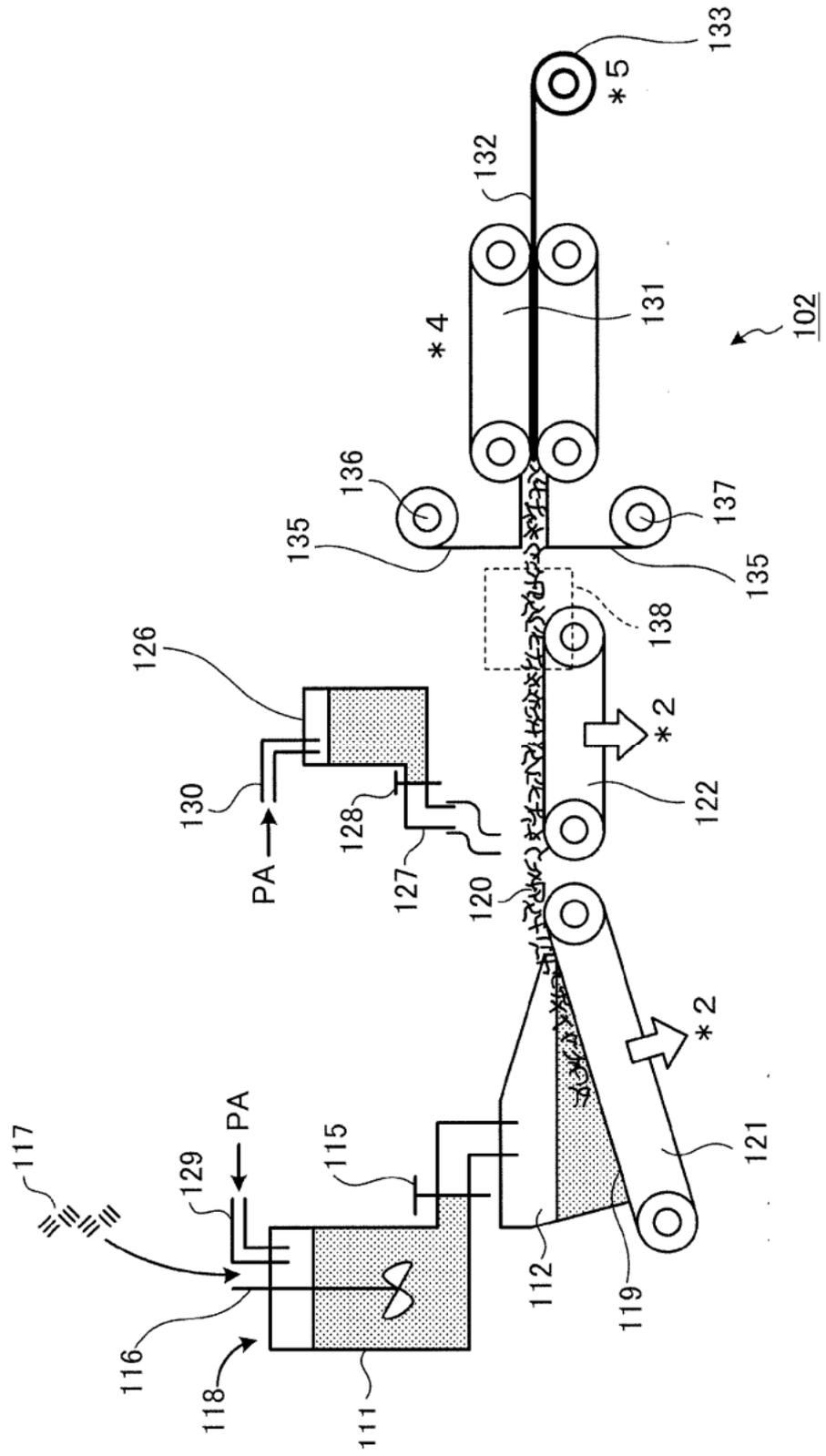


Fig. 11

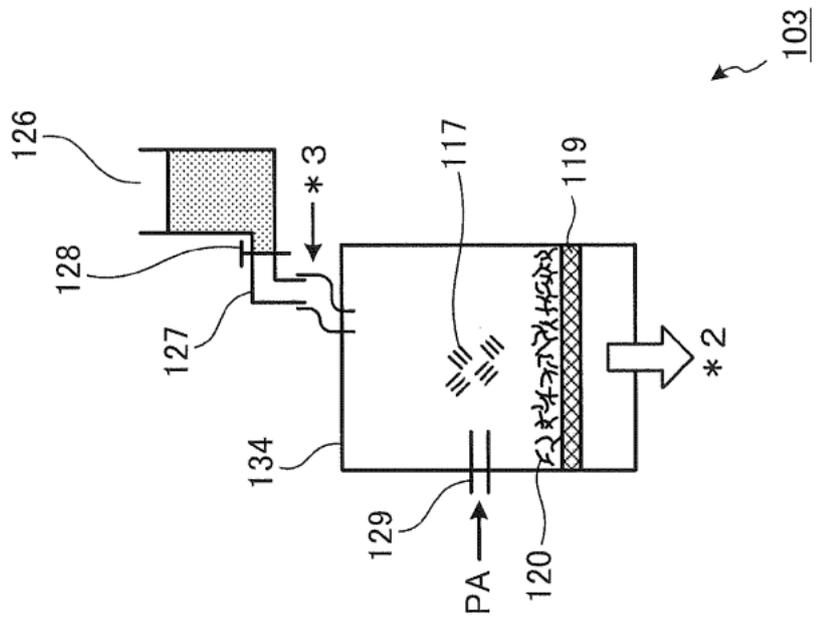


Fig. 12

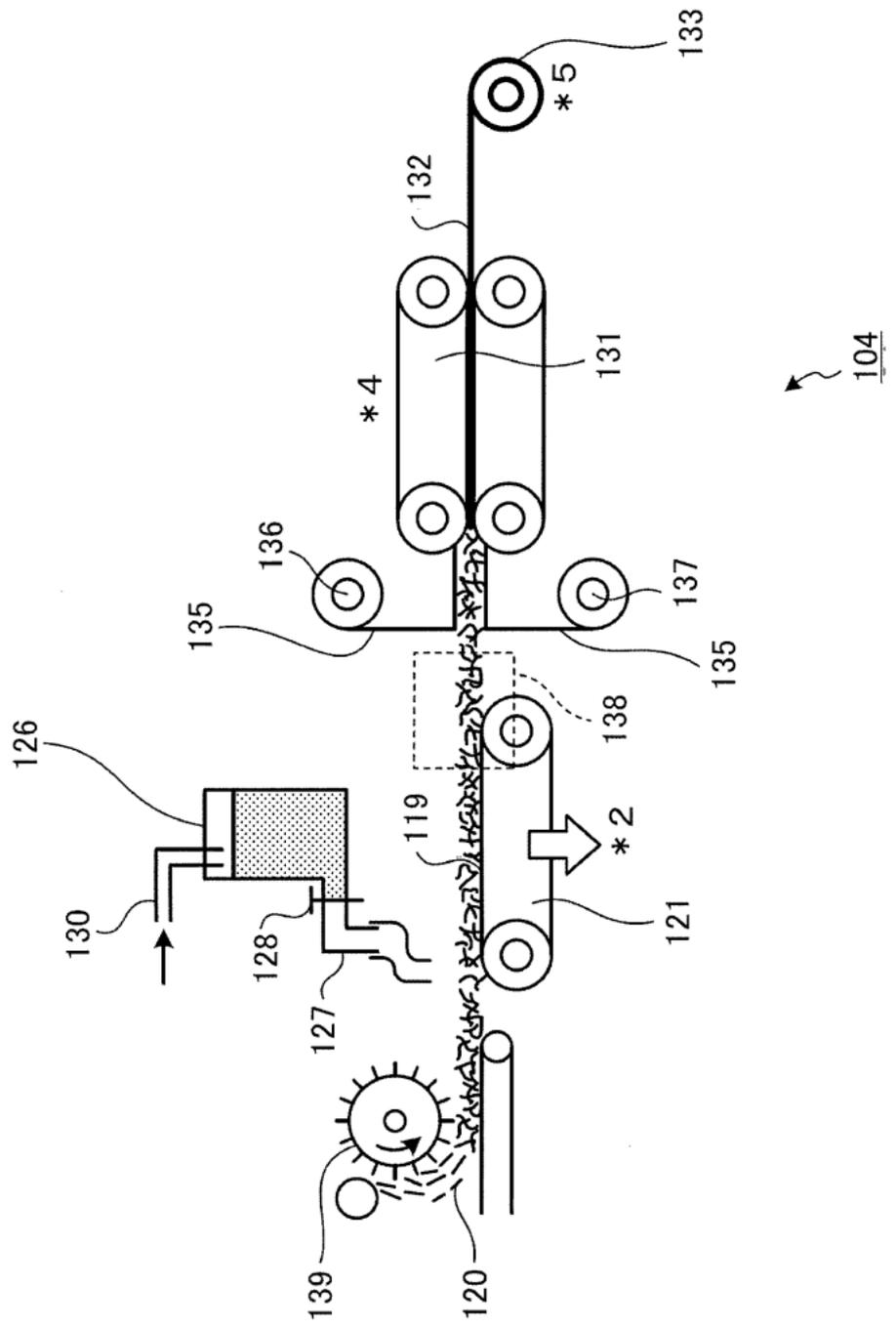


Fig. 13

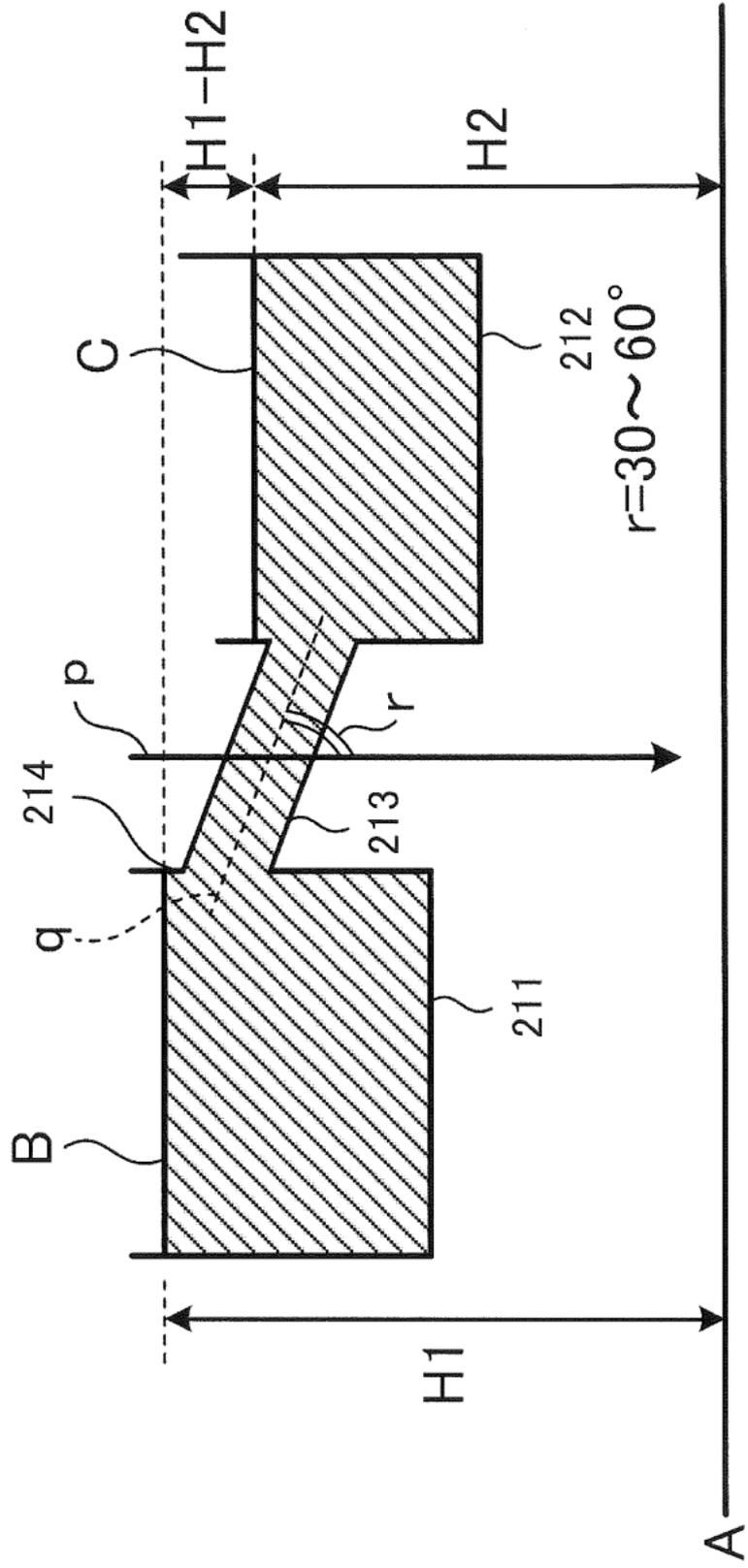


Fig. 14

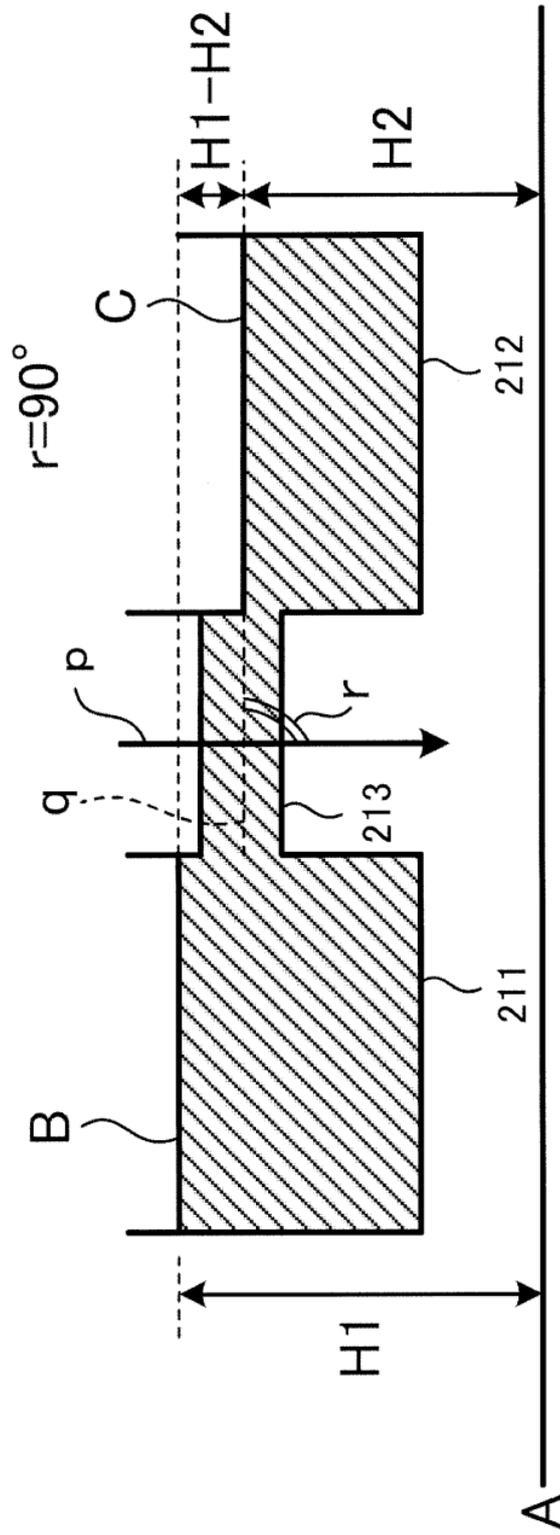


Fig. 15

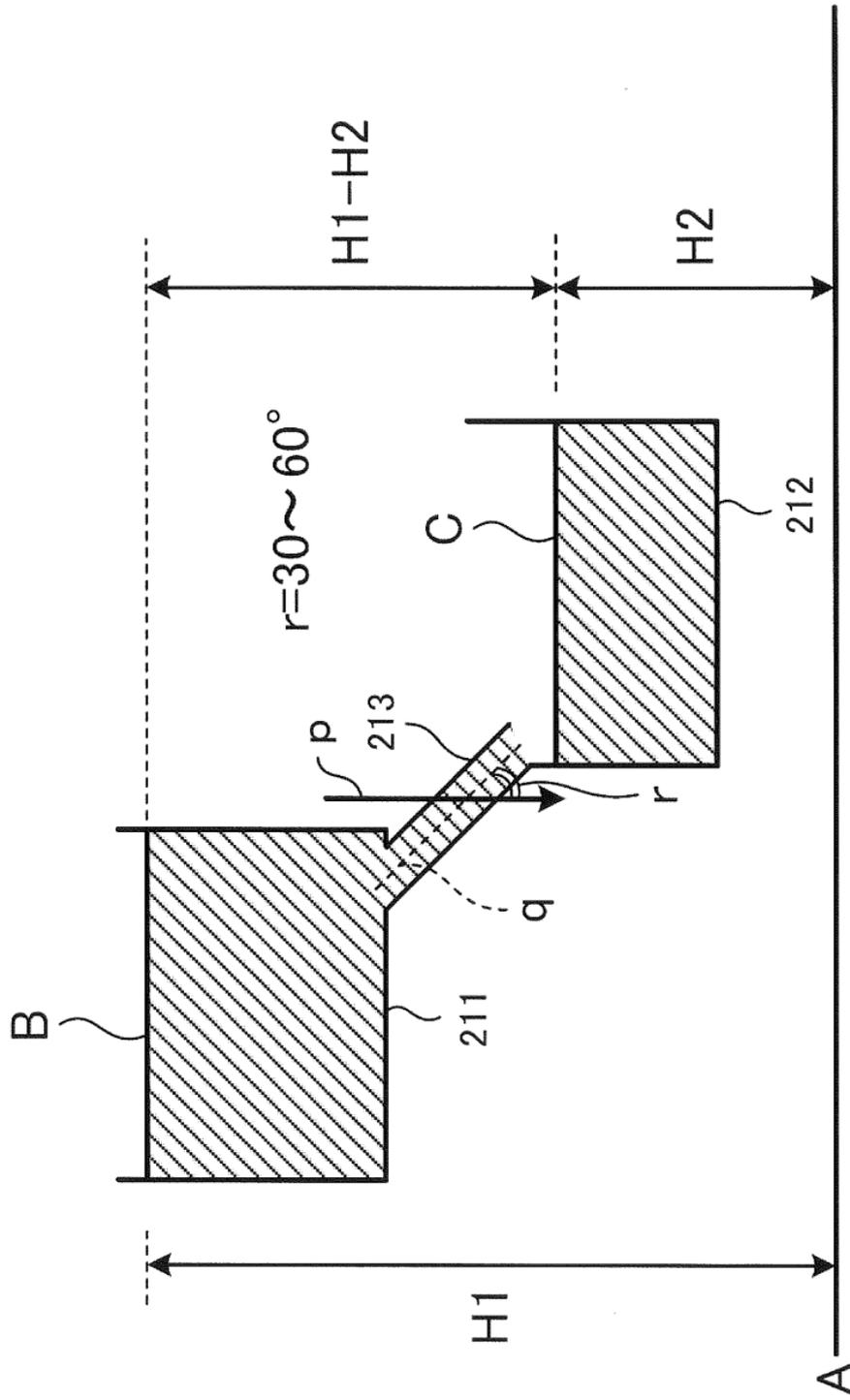


Fig. 16

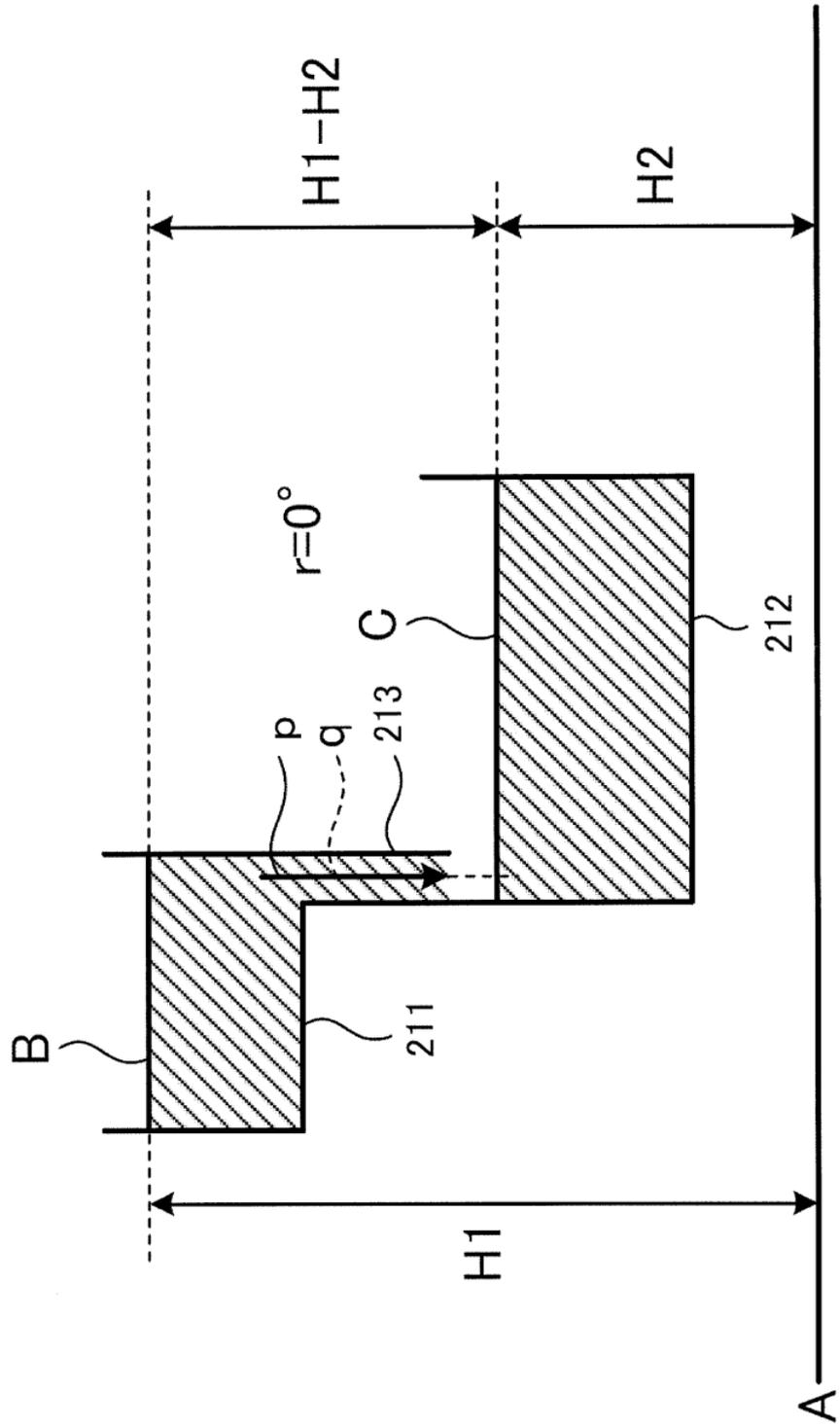


Fig. 17

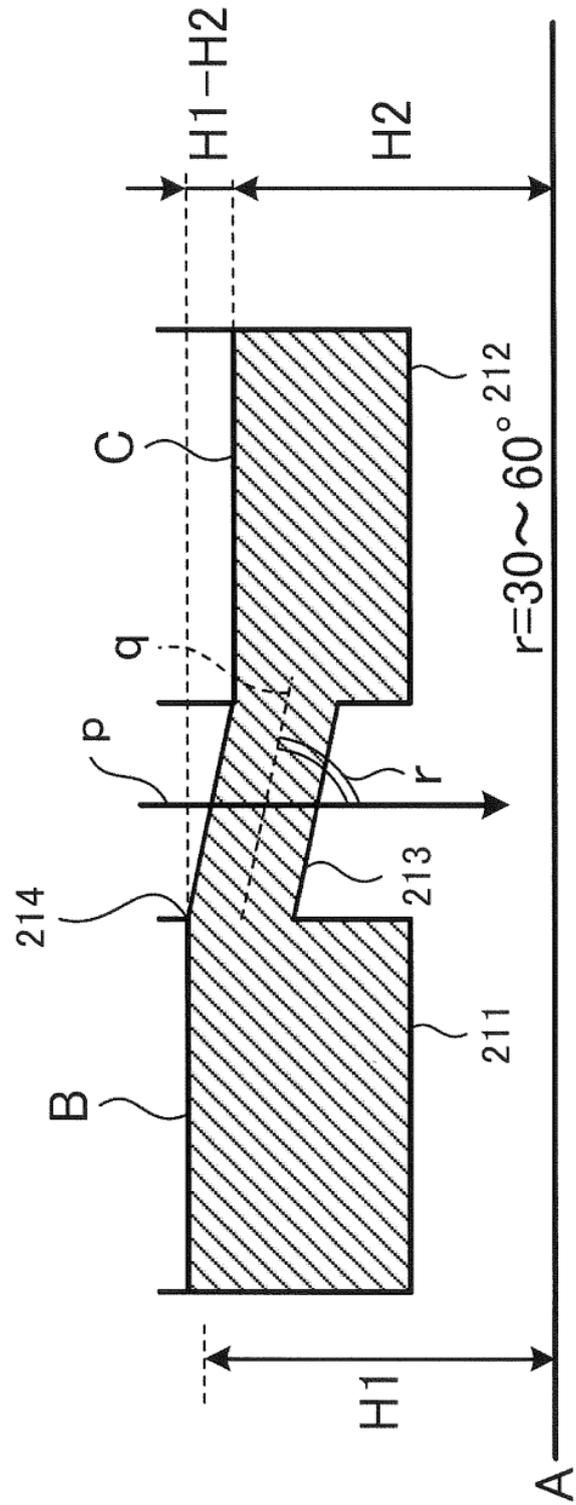
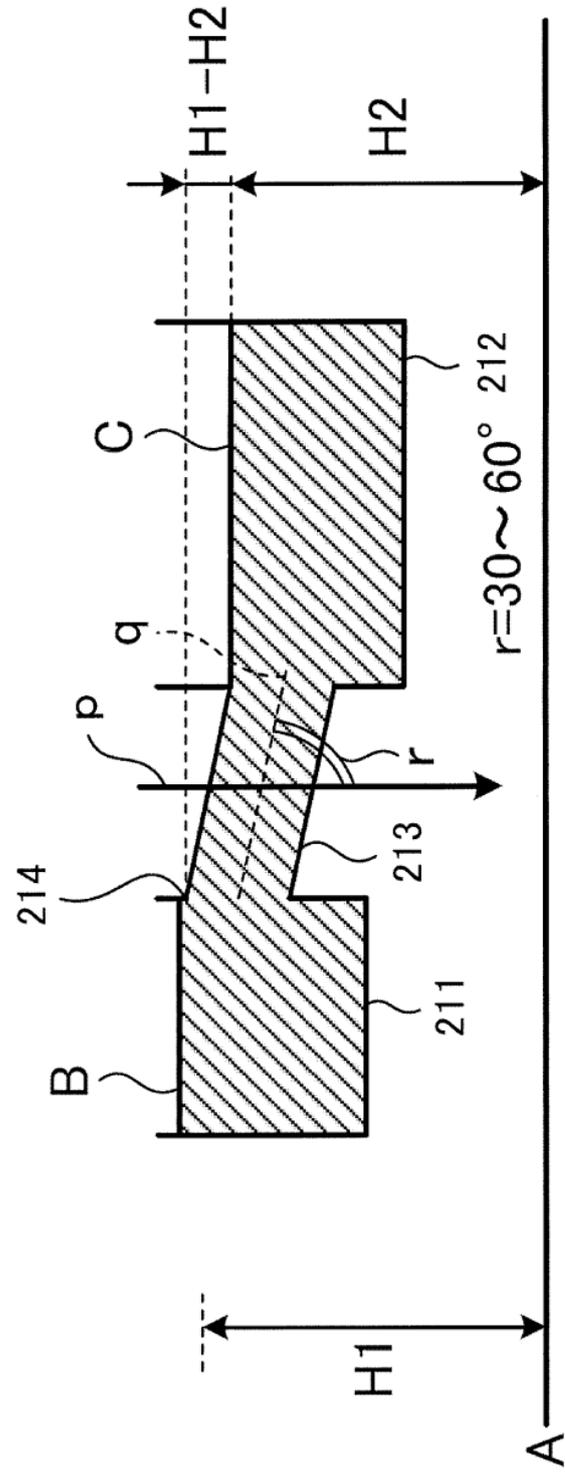


Fig. 18



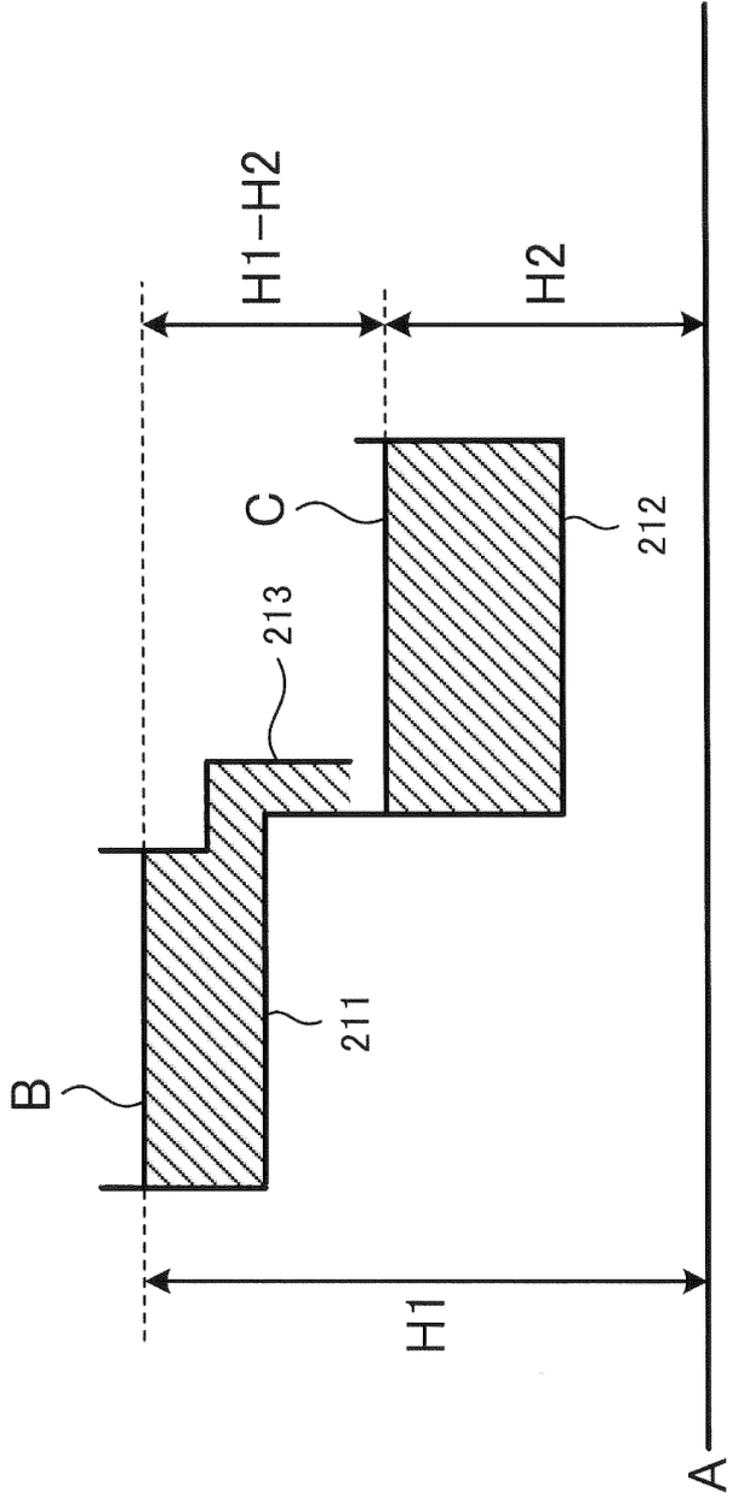


Fig. 19

Fig. 20

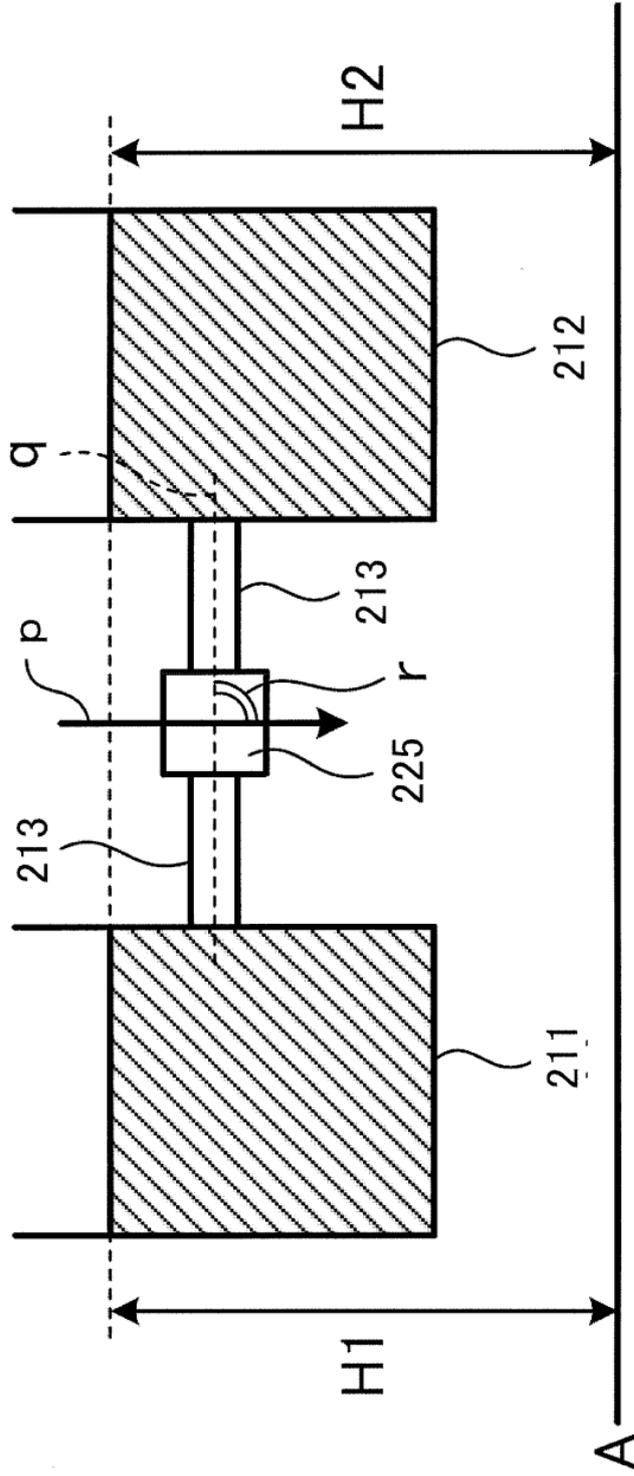


Fig. 21

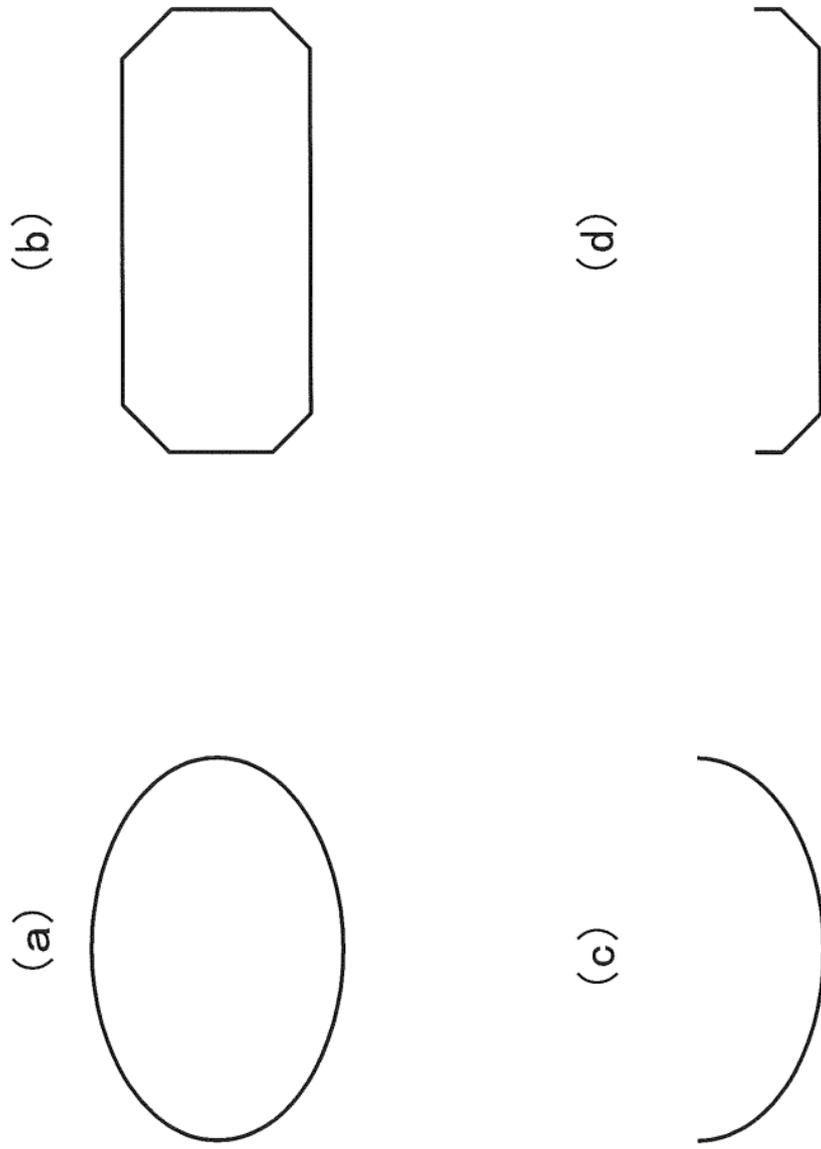


Fig. 22

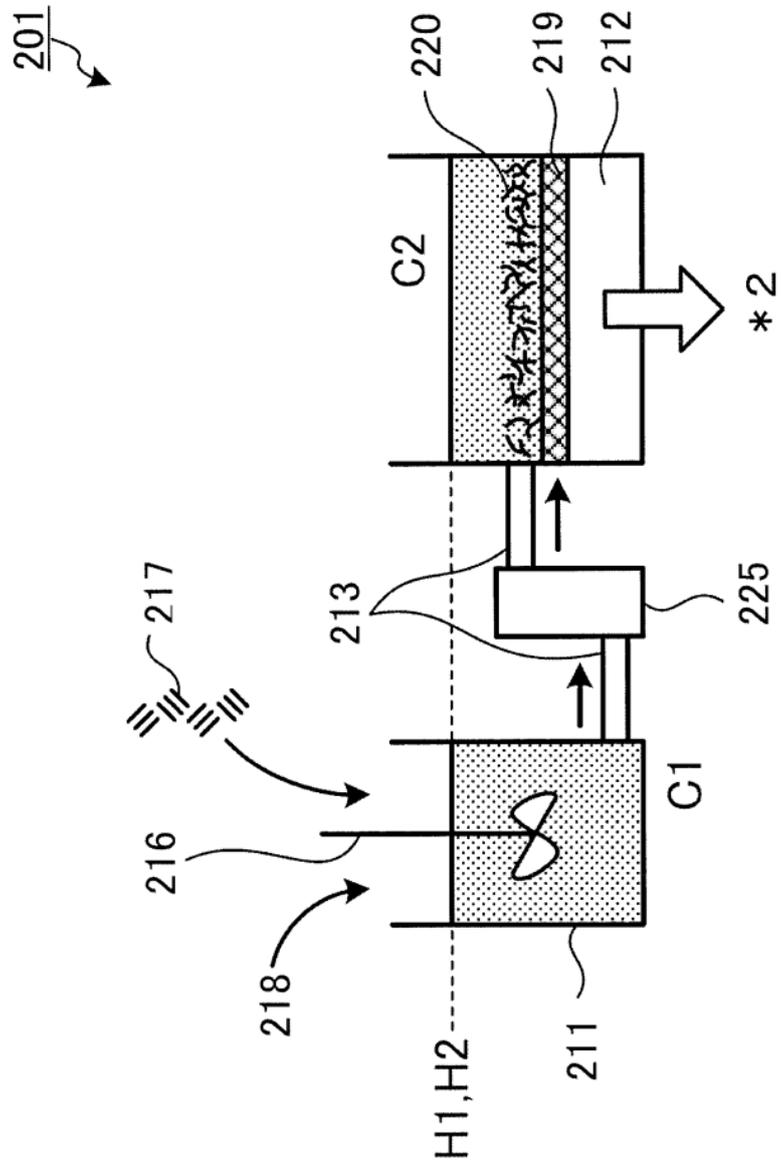


Fig. 23

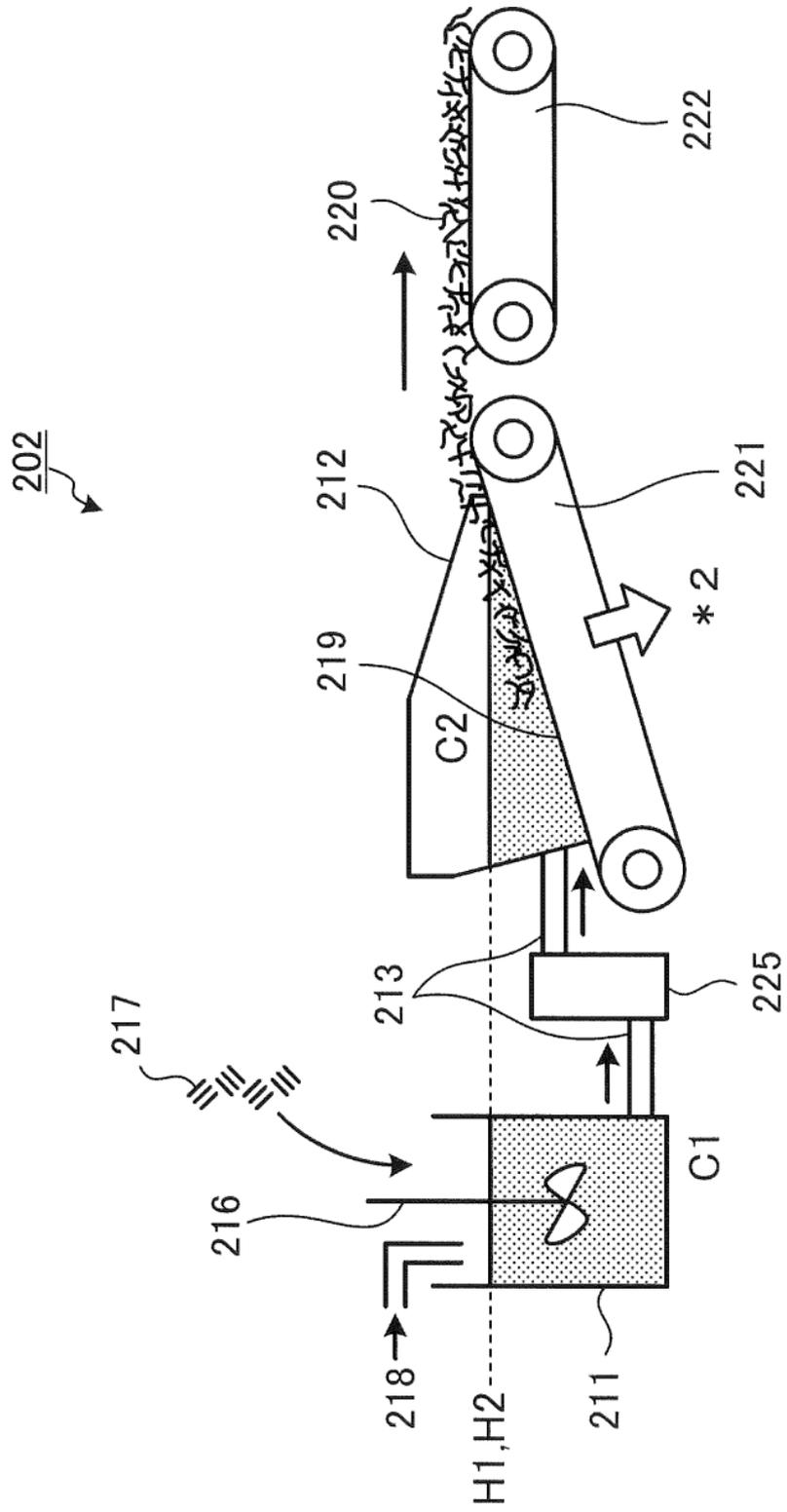


Fig. 24

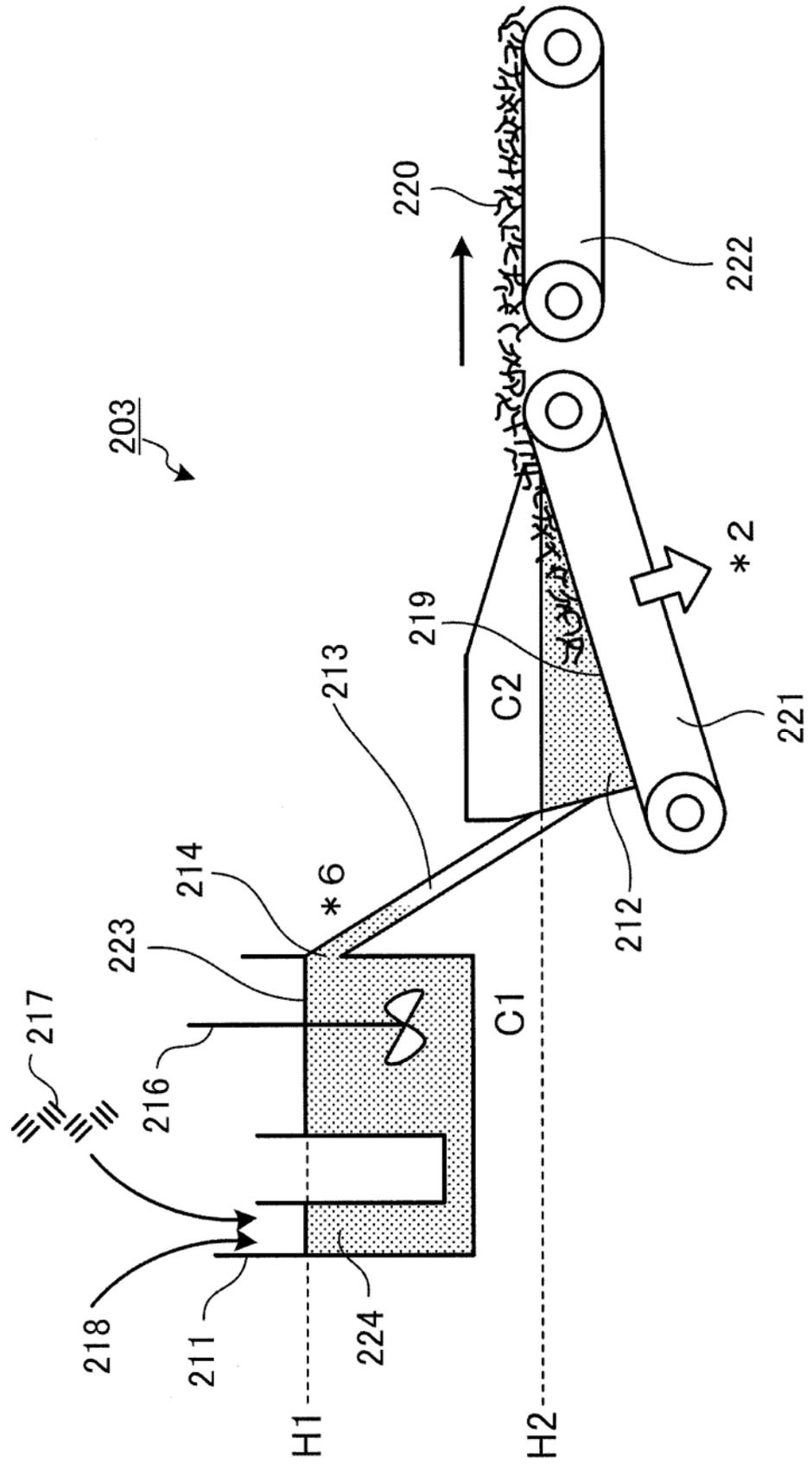


Fig. 25

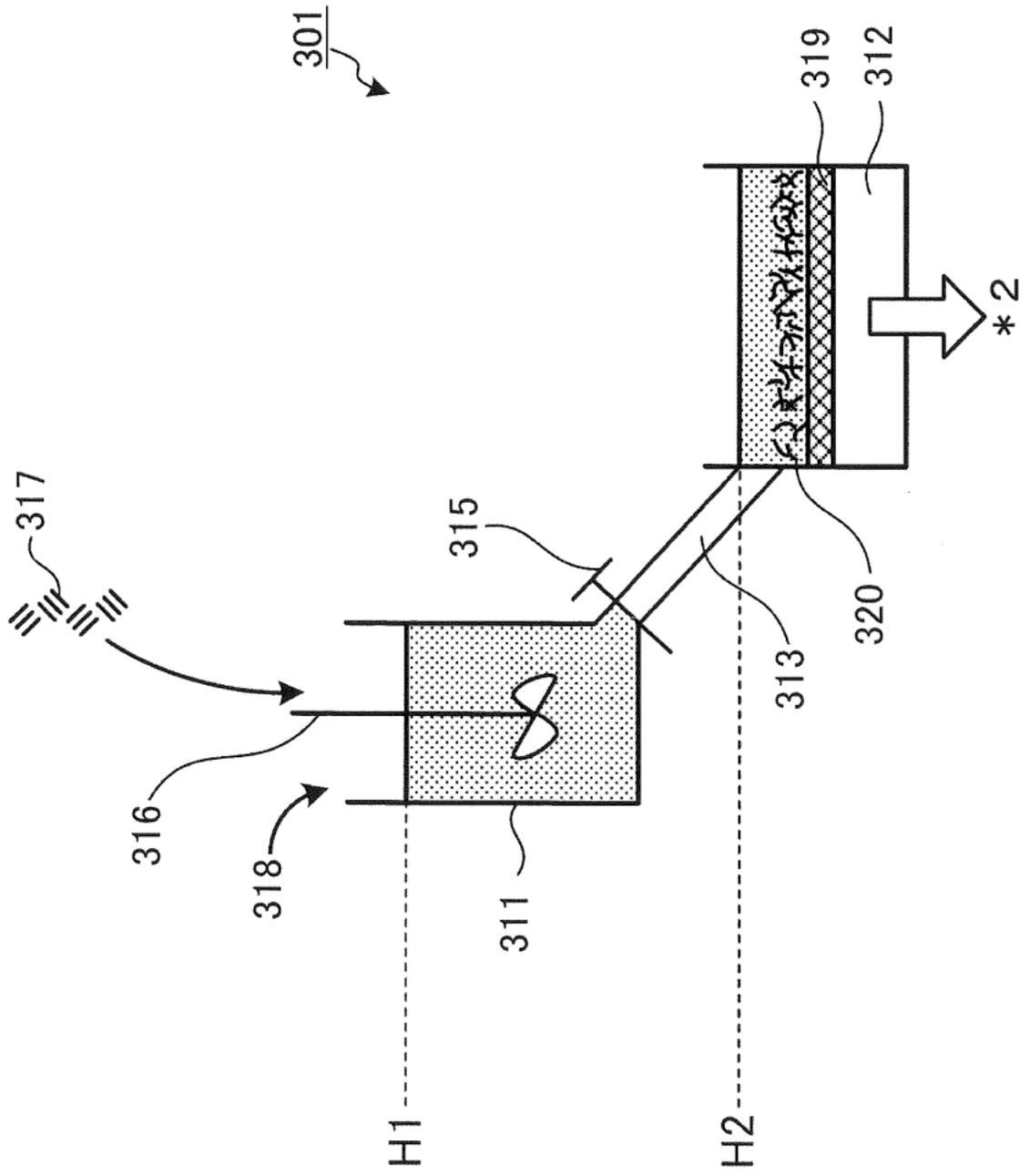


Fig. 26

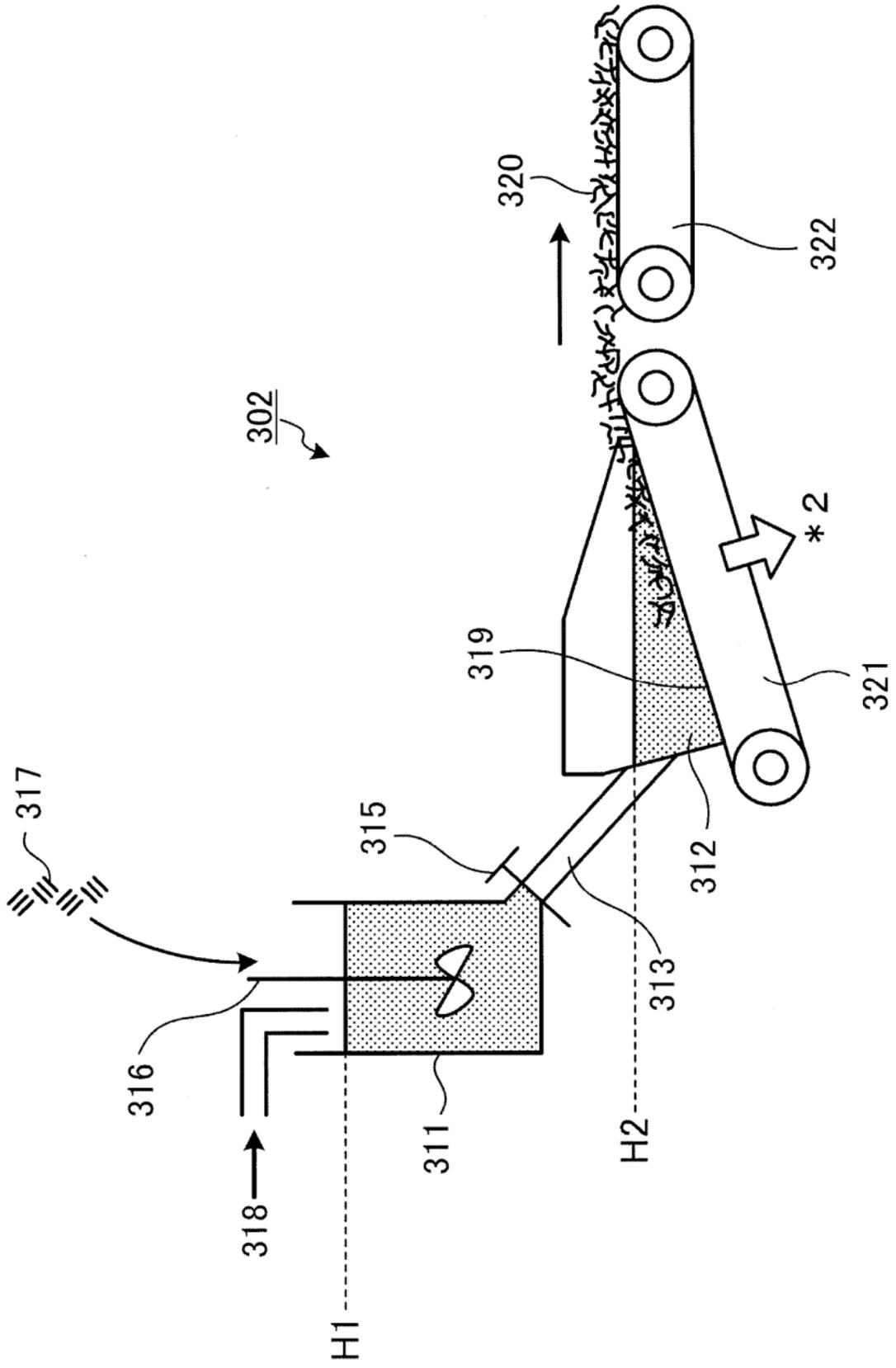




Fig. 28

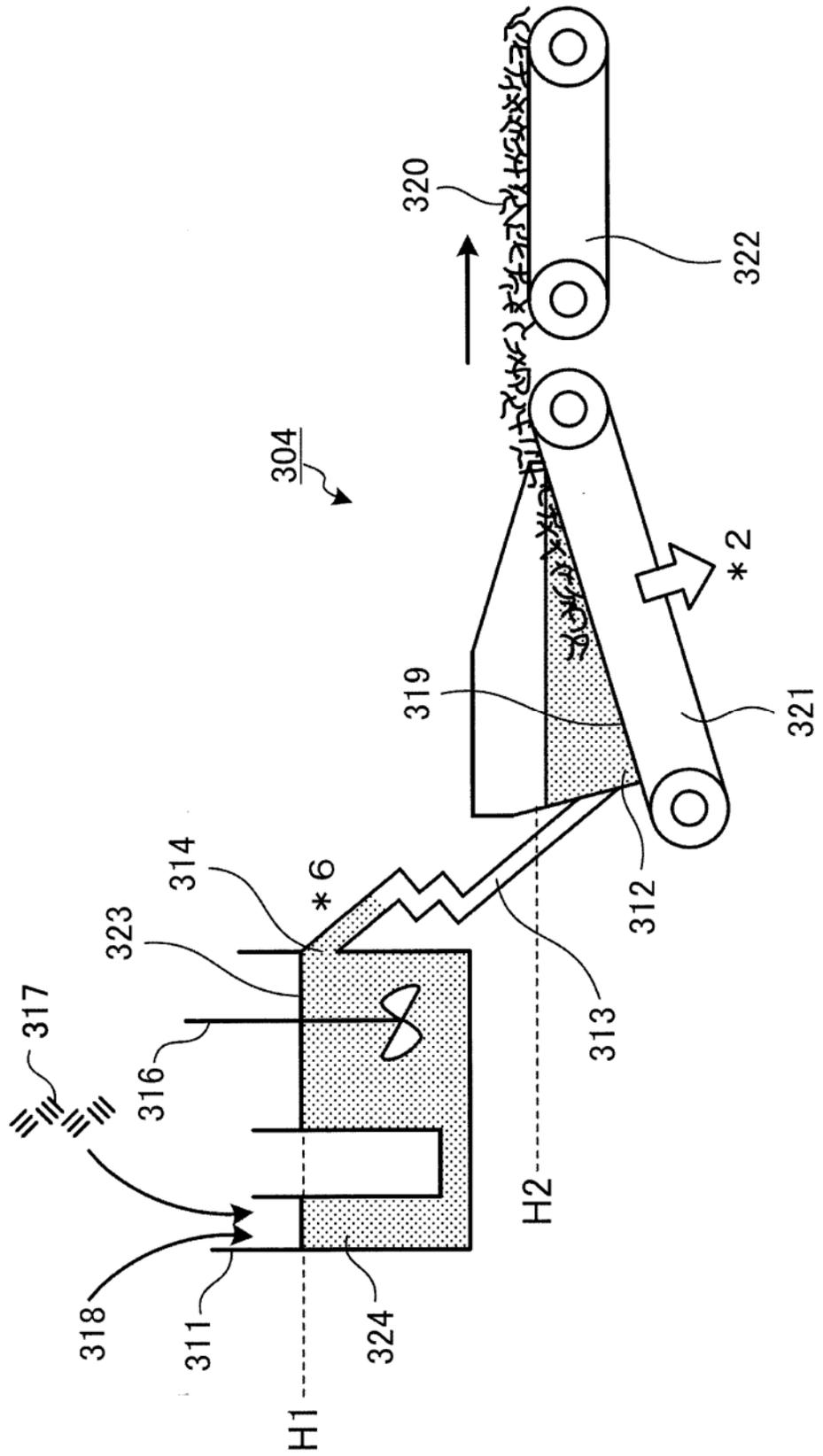
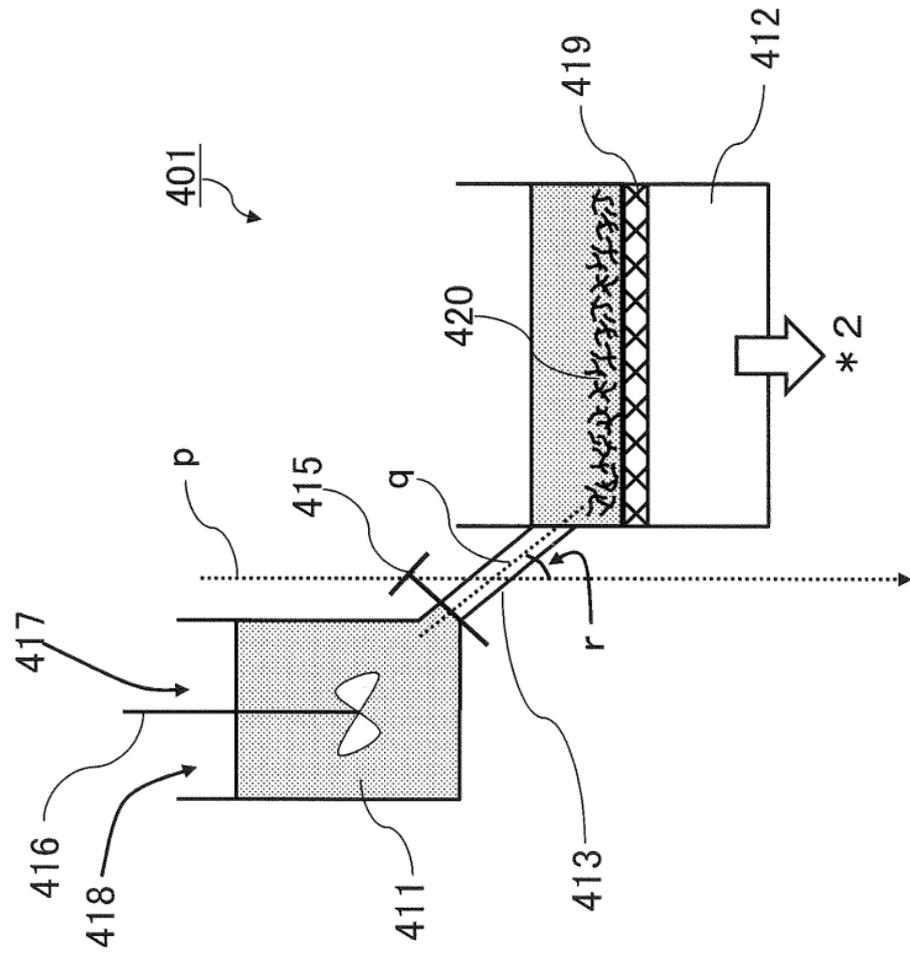


Fig. 29



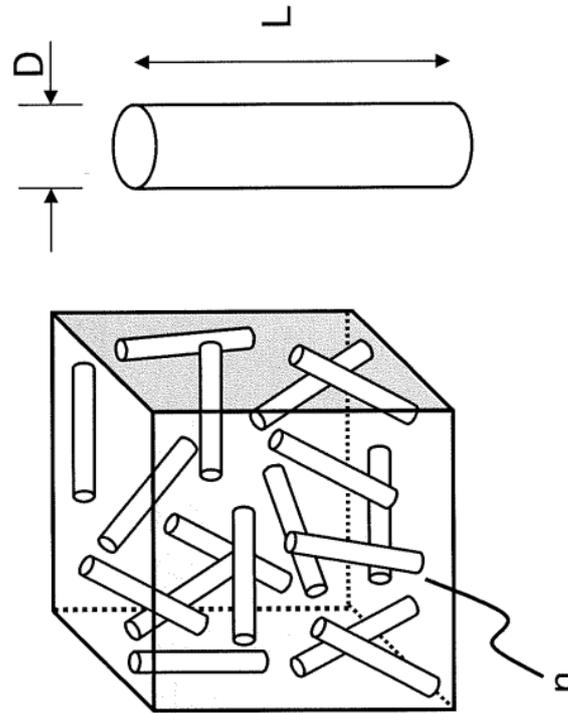


Fig. 30