

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 996 936**

51 Int. Cl.:

C08J 5/04	(2006.01)
B32B 5/02	(2006.01)
B32B 5/28	(2006.01)
B32B 7/022	(2009.01)
B32B 7/06	(2009.01)
B32B 27/12	(2006.01)
B32B 27/32	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2019 PCT/JP2019/037367**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2020 WO20067058**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2019 E 19864293 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2024 EP 3858894**

54 Título: **Material de moldeo de resina reforzada con fibras y artículo moldeado**

30 Prioridad:

28.09.2018 JP 2018184573

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2025

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.00%)
1-1, Nihonbashi-muromachi, 2-chome Chuo-ku
Tokyo 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**ONO YASUKAZU;
HASHIMOTO TAKAFUMI;
SHIMOYAMA AKIRA y
MOTOHASHI TETSUYA**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 996 936 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Material de moldeo de resina reforzada con fibras y artículo moldeado

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere a un material de moldeo de resina reforzada con fibras producido impregnando un depósito similar a una lámina de haces de fibras cortadas que se cortan de fibra de refuerzo continua con resina de matriz y a un artículo moldeado fabricado a partir de un material de moldeo de resina reforzada con fibras.

Antecedentes de la invención

Los plásticos reforzados con fibras que tienen una forma complicada, tal como una forma tridimensional, pueden conformarse mediante calentamiento/presurización de un material de moldeo de resina reforzada con fibras fabricado a partir de resina de matriz y una estera de haces de fibras cortadas en la que se dispersan aleatoriamente haces de fibras cortadas de fibras de refuerzo discontinuas producidas cortando fibra de refuerzo continua. Tal material de moldeo incluye el compuesto de moldeo de lámina (que puede denominarse "SMC").

El artículo moldeado fabricado a partir de material de moldeo de resina reforzada con fibras tal como el SMC puede producirse mediante calentamiento/presurización con una máquina de prensado del tipo de calentamiento de una lámina de SMC producida impregnando una estera de haces de fibras cortadas que comprende haces de fibras cortadas que tienen una longitud de aproximadamente 12,5 mm con resina de matriz. En muchos casos, debido a que las láminas de SMC cortadas en trozos más pequeños que el artículo moldeado se colocan en un troquel y se presurizan para que fluyan para moldear un producto más grande, puede realizarse una forma complicada tal como una forma tridimensional. Sin embargo, la lámina de SMC puede solidificarse para provocar una orientación irregular en un procedimiento de conformación de lámina mientras que se estiran insuficientemente los haces de fibras cortadas que tienen una mala fluidez. Por tanto, los artículos moldeados pueden tener marcas de alabeo y rechupado, así como varianza y propiedades mecánicas deterioradas.

El documento de patente 1 da a conocer láminas de SMC que tienen suprimida la generación y el desarrollo de grietas conseguidas dispersando haces de fibras cortadas producidas cortando fibras de carbono de menos de 1.000 fibras.

El documento de patente 2 da a conocer un método de producción de lámina de SMC que muestra propiedades mecánicas excelentes conseguidas cortando haces de fibras de refuerzo ensanchados para hacer planos los haces de fibras cortadas.

El documento de patente 3 da a conocer un artículo moldeado de resina reforzada con fibras de un haz de fibras cortadas impregnado con una resina de matriz, que tiene una estructura estratificada que incluye tres o más capas en una dirección de grosor que satisface $Lao > Lam$ y $Wao > Wam$.

Documentos de la técnica anterior

45 **Documentos de patente**

Documento de patente 1: documento JP-H01-163218-A

Documento de patente 2: documento JP2009-62648-A

Documento de patente 3: documento WO-A-2018/143068

Sumario de la invención

55 **Problemas que van a resolverse mediante la invención**

Para producir la lámina de SMC dada a conocer en el documento de patente 1 a partir de haces de fibras cortadas compuestos por fibras de carbono de menos de 1.000 fibras, es necesario emplear material poco económico de o bien una fibra de carbono cara de menor número de filamentos o bien una fibra de carbono económica separada por fibras de mayor número de filamentos. Además, un número reducido de haces de fibras cortadas puede hacer voluminoso un depósito similar a una lámina de haces de fibras cortadas de modo que la impregnación con resina de matriz se bloquee mientras se fabrica el SMC.

Además, el haz de fibras cortadas de forma plana dado a conocer en el documento de patente 2 puede deteriorar la fluidez en el momento del moldeo debido a la mayor anchura de haz de fibras cortadas.

Existe otro problema de que no pueden presentarse propiedades mecánicas suficientes cuando el material de moldeo de resina reforzada con fibras, tal como la lámina de SMC, se calienta/presuriza con una máquina de prensado del tipo de calentamiento porque tiende a fluir la parte de capa más exterior que entra en contacto con la cara de molde de alta temperatura debido a la viscosidad de resina reducida, mientras que la parte de capa central menos conductora térmicamente apenas fluye debido a la viscosidad de resina ligeramente reducida.

Por consiguiente, puede ser útil proporcionar un material de moldeo de resina reforzada con fibras que presente una excelente fluidez del material de moldeo de resina reforzada con fibras y un artículo moldeado que presente propiedades mecánicas excelentes de los plásticos reforzados con fibras.

Medios para resolver los problemas

Para resolver los problemas descritos anteriormente, la presente invención tiene la siguiente configuración.

[1] Un material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] de un haz de fibras cortadas [A] impregnado con una resina de matriz [B], que tiene una estructura estratificada que incluye tres o más capas en una dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] y que satisface la fórmula 1 y la fórmula 3, en las que Lao y Tao son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y un grosor de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Ao] en una capa más exterior, Lam y Tam son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y un grosor de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Am] en una capa central,

(Fórmula 1) $Lao > Lam$,

(Fórmula 3) $Tao > Tam$.

[2] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según [1] que satisface además la fórmula 2, en el que Wao es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y Wam es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,

(Fórmula 2) $Wao > Wam$.

[3] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [2], que satisface además la fórmula 4, en el que la Lao es la longitud de fibra promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y la Lam es la longitud de fibra promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,

(Fórmula 4) $1,05 < Lao/Lam < 1,30$.

[4] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [3], que satisface además la fórmula 5, en el que Wao es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y Wam es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,

(Fórmula 5) $1,05 < Wao/Wam < 1,50$.

[5] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [4], que satisface además la fórmula 6, en el que Tao es un grosor de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y Tam es un grosor de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,

(Fórmula 6) $1,01 < Tao/Tam < 2,00$.

[6] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [5], en el que la longitud de fibra promedio en número La del haz de fibras cortadas [A] es de 3 mm o más y de 100 mm o menos.

[7] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [6], en el que la anchura de haz de fibras promedio en número Wa del haz de fibras cortadas [A] es de 0,1 mm o más y de 60 mm o menos.

[8] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [7], en el que el grosor de haz de fibras promedio en número Ta del haz de fibras cortadas [A] es de 0,01 mm o más y de 0,50 mm o menos.

[9] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [8], en el que el ángulo de corte θ del haz de fibras cortadas [A] está dentro de un intervalo de $0^\circ < \theta < 90^\circ$.

5 [10] El material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [9], en el que la resina de matriz [B] es una resina termoendurecible seleccionada de resina de éster vinílico, resina epoxídica y resina de poliéster insaturado.

10 [11] Un artículo moldeado producido mediante una conformación por compresión del material de moldeo de resina reforzada con fibras según uno cualquiera de [1] a [10].

Efecto según la invención

El presente material de moldeo de resina reforzada con fibras puede presentar excelente fluidez mientras que el presente artículo moldeado puede presentar propiedades mecánicas excelentes.

Breve explicación de los dibujos

[Fig. 1] La figura 1 es una vista en proyección sobre un plano bidimensional de un ejemplo del presente haz de fibras cortadas, que muestra la longitud de fibra, la anchura de haz de fibras y los ángulos agudos θ_1 y θ_2 de ángulo de punta del haz de fibras cortadas.

[Fig. 2] La figura 2 es una vista esquemática que muestra un procedimiento que comprende un mecanismo transversal de unidad de restricción de hilo como ejemplo del método de producción del presente material de moldeo de resina reforzada con fibras.

[Fig. 3] La figura 3 es una vista esquemática que muestra un procedimiento que comprende un mecanismo transversal de cilindro de corte como otro ejemplo de método de producción del presente material de moldeo de resina reforzada con fibras.

[Fig. 4] La figura 4 es una vista esquemática que muestra un procedimiento de dispersión gradual como otro ejemplo de método de producción del presente material de moldeo de resina reforzada con fibras.

[Fig. 5] La figura 5 muestra una estructura del distribuidor 5.

Realizaciones para llevar a cabo la invención

El presente material de moldeo de resina reforzada con fibras tiene un primer aspecto como un material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] de un haz de fibras cortadas [A] impregnado con una resina de matriz [B], que tiene una estructura estratificada que incluye tres o más capas en una dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] y que satisface la fórmula 1 y la fórmula 2, en las que Lao y Wao son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y una anchura de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Ao] en una capa más exterior, Lam y Wam son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y una anchura de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Am] en una capa central,

(Fórmula 1) $Lao > Lam$,

(Fórmula 3) $Tao > Tam$.

El presente material de moldeo de resina reforzada con fibras tiene una primera realización como un material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] de un haz de fibras cortadas [A] impregnado con una resina de matriz [B], que tiene una estructura estratificada que incluye tres o más capas en una dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] y que satisface la fórmula 1 y la fórmula 3, en las que Lao y Tao son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y un grosor de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Ao] en una capa más exterior, Lam y Tam son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y un grosor de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Am] en una capa central,

(Fórmula 1) $Lao > Lam$,

(Fórmula 3) $Tao > Tam$.

El presente haz de fibras cortadas se fabrica cortando un número de haces de fibras de refuerzo continuas orientados de manera unidireccional a intervalos a lo largo de la dirección longitudinal de fibra. La fibra de refuerzo incluye fibras orgánicas tales como fibra de aramida, fibra de polietileno y fibra de poli-p-fenilbenzoxazol (PBO), fibras inorgánicas tales como fibra de vidrio, fibra de carbono, fibra de carburo de silicio, fibra

de alúmina, fibra Tyranno, fibra de basalto y fibra cerámica, fibras metálicas tales como fibra de acero inoxidable y fibra de acero, y fibras de refuerzo compuestas por fibra de boro, fibra natural o fibra natural modificada. Sobre todo, las fibras de carbono (fibra de carbono a base de PAN, de manera específica) que son ligeras y excelentes en cuanto a resistencia específica y módulo elástico específico, así como resistencia al calor y resistencia química se usan de manera adecuada para fabricar elementos de panel de automóvil o similares para ahorrar peso.

La presente resina de matriz incluye resina termoendurecible tal como resina epoxídica, resina de poliéster insaturado, resina de éster vinílico, resina fenólica, resina de epoxi-acrilato, resina fenoxídica, resina alquídica, resina de uretano, resina de maleimida y resina de cianato. De manera específica, la resina epoxídica, la resina de poliéster insaturado o la resina de éster vinílico pueden usarse de manera adecuada para fabricar láminas de SMC debido a la excelente adhesión interfacial presentada a las fibras de refuerzo. La resina termoendurecible puede contener aditivos, cargas, agentes colorantes, o similares.

El presente material de moldeo de resina reforzada con fibras puede fabricarse impregnando haces de fibras cortadas con resina de matriz. De manera específica, puede usarse SMC (compuesto de moldeo de lámina) fabricado a partir de resina de matriz termoestable como producto intermedio de artículos moldeados. Se prefiere que el SMC contenga la resina de matriz del 20 % en masa al 75 % en masa, basándose en el peso total del haz de fibras cortadas.

Un primer aspecto del material de moldeo de resina reforzada con fibras de la presente invención se centra en el número de capas en las que los haces de fibras cortadas que tienen la misma longitud de fibra y la misma anchura de haz de fibras se orientan aleatoriamente en la dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras. Cuando se calienta/presuriza el material de moldeo de resina reforzada con fibras con una máquina de prensado del tipo de calentamiento, la parte de capa más exterior que entra en contacto con la cara del molde a una alta temperatura tiende a fluir por una viscosidad de resina reducida. Por consiguiente, se prefiere que la capa más exterior comprenda haces de fibras cortadas que tengan una longitud de fibra larga y una anchura de haz de fibras ancha excelentes en cuanto a refuerzo. Por otro lado, no puede fluir fácilmente la parte de capa central menos conductora térmicamente que tiene una viscosidad de resina ligeramente reducida. Por consiguiente, se prefiere que la capa central comprenda haces de fibras cortadas que tengan una longitud de fibra corta y un haz de fibras estrecho excelente en cuanto a fluidez. Para moldear un producto excelente en cuanto a propiedades mecánicas, se prefiere que el material de moldeo de resina reforzada con fibras tenga una estructura de laminación que comprende tres o más capas de las cuales las capas superior e inferior más exteriores y una capa central. Para moldear un producto sin alabeo, se prefiere que la estructura de laminación tenga simetría en el plano.

Dichas capas más exteriores son capas proporcionadas en la parte superior e inferior en la dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras, mientras que dicha capa central está diseñada como una capa distinta de las caras que aparecen en los lados superior e inferior.

La primera realización del presente material de moldeo de resina reforzada con fibras se centra en el número de capas en las que los haces de fibras cortadas que tienen la misma longitud de fibra y el mismo grosor de haz de fibras se orientan aleatoriamente en la dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras. Cuando se calienta/presuriza el material de moldeo de resina reforzada con fibras con una máquina de prensado del tipo de calentamiento, la parte de capa más exterior que entra en contacto con la cara del molde a una alta temperatura tiende a fluir por una viscosidad de resina reducida. Por consiguiente, se prefiere que la capa más exterior comprenda haces de fibras cortadas que tengan una longitud de fibra larga y una anchura de haz de fibras gruesa excelentes en cuanto a refuerzo. Por otro lado, no puede fluir fácilmente la parte de capa central menos conductora térmicamente que tiene una viscosidad de resina ligeramente reducida. Por consiguiente, se prefiere que la capa central comprenda haces de fibras cortadas que tengan una longitud de fibra corta y un haz de fibras delgado excelentes en cuanto a fluidez. Para moldear un producto excelente en cuanto a propiedades mecánicas, se prefiere que el material de moldeo de resina reforzada con fibras tenga una estructura de laminación que comprende tres o más capas de las cuales las capas superior e inferior más exteriores y una capa central. Para moldear un producto sin alabeo, se prefiere que la estructura de laminación tenga simetría en el plano.

Dichas capas más exteriores son capas proporcionadas en la parte superior e inferior en la dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras, mientras que dicha capa central está diseñada como una capa distinta de las caras que aparecen en los lados superior e inferior.

Es posible que una pluralidad de las presentes láminas de material de moldeo de resina reforzada con fibras se apilen para moldear un producto. Puede producirse un artículo moldeado que tiene una sección transversal uniforme para hacer que las propiedades mecánicas sean excelentes, apilando primeras capas de haces de fibras cortadas y segundas capas de haces de fibras cortadas alternativamente o apilando terceras capas de haces de fibras cortadas y cuartas capas de haces de fibras cortadas alternativamente, teniendo las primeras capas de haces de fibras cortadas excelentes en cuanto a refuerzo una gran longitud de fibra y una gran anchura

de haz de fibras, teniendo las segundas capas de haces de fibras cortadas excelentes en cuanto a fluidez una pequeña longitud de fibra y una pequeña anchura de haz de fibras, teniendo las terceras capas de haces de fibras cortadas excelentes en cuanto a refuerzo una gran longitud de fibra y un gran grosor de haz de fibras y teniendo las cuartas capas de haces de fibras cortadas excelentes en cuanto a fluidez una pequeña longitud de fibra y un pequeño grosor de haz de fibras. Por ejemplo, el artículo moldeado que tiene una sección transversal uniforme tiene menos perturbación de fibras alrededor de la capa más exterior en la dirección de grosor del artículo moldeado.

Los haces de fibras cortadas se orientan sustancialmente al azar de modo que cada una de las cuatro secciones ($-90^\circ \leq \theta < -45^\circ$, $-45^\circ \leq \theta < 0^\circ$, $0^\circ \leq \theta < 45^\circ$, $45^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$) de la dirección de orientación de los haces de fibras cortadas dispersos tenga una distribución relativamente uniforme dentro del $25 \pm 2,5$ % de la proporción con respecto al total de haces de fibras orientados en el intervalo de dirección de $-90^\circ \leq \theta < 90^\circ$ desde una determinada dirección. Cuando los haces de fibras cortadas se orientan sustancialmente al azar, el material de moldeo de resina reforzada con fibras de haz de fibras cortadas impregnado con resina de matriz puede manipularse como el material isotrópico usado para diseñar fácilmente artículos moldeados.

La orientación de fibra de los haces de fibras cortadas puede determinarse de la siguiente manera. En primer lugar, se toman imágenes de haces de fibras cortadas rebanadas en la dirección de grosor de la estera de modo que todos los haces de fibras cortadas se vean por la dirección de grosor de la estera desde la estera de haces de fibras cortadas. Para tomar las imágenes rebanadas, el método no está particularmente limitado, la transcripción de medios del haz de fibras cortadas se realiza repetidamente por la dirección de grosor de la estera mientras se mantiene la orientación del haz de fibras cortadas para tomar imágenes transcritas. Dicha "totalidad" de haces de fibras cortadas significa una proporción del 90 % o más de haces de fibras cortadas que existen en el intervalo de medición. A continuación, se mide el ángulo de la dirección longitudinal de fibra del haz de fibras cortadas en las imágenes tomadas. Tal medición del ángulo de la dirección longitudinal de fibra puede realizarse con un ordenador mediante un software de procesamiento de imágenes, o puede realizarse alternativamente a mano con un transportador aunque lleva mucho tiempo. Los ángulos de dirección longitudinal de fibra medidos se clasifican en una distribución de cuatro direcciones por histograma. La estera que tiene un área de 10.000 mm² o más se somete a la medición.

El haz de fibras cortadas [Ao] que constituye la capa más exterior del material de moldeo de resina reforzada con fibras tiene una longitud de fibra promedio en número Lao (mm), una anchura de haz de fibras promedio en número Wao (mm) y un grosor de haz de fibras promedio en número Tao (mm). El haz de fibras cortadas [Am] que constituye la capa central del material de moldeo de resina reforzada con fibras tiene una longitud de fibra promedio en número Lam (mm), una anchura de haz de fibras promedio en número Wam (mm) y un grosor de haz de fibras promedio en número Tam (mm).

La longitud de fibra promedio en número de haces de fibras cortadas puede determinarse de la siguiente manera. Se someten 100 haces de fibras cortadas seleccionados aleatoriamente en una estera de haces de fibras cortadas a una medición de dos puntos de las longitudes L₁ y L₂ representadas en la figura 1 de cada haz de fibras cortadas para calcular un valor promedio. La longitud promedio de 100 haces de fibras cortadas se define como la longitud de fibra promedio en número. Puede realizarse la medición con un ordenador mediante un software de procesamiento de imágenes, o puede realizarse alternativamente a mano con un calibre Vernier.

La anchura promedio en número de haces de fibras cortadas puede determinarse de la siguiente manera. Se someten 100 haces de fibras cortadas seleccionados aleatoriamente en una estera de haces de fibras cortadas, a la medición de la anchura máxima W₁ representada en la figura 1 de cada haz de fibras cortadas para calcular un valor promedio definido como la anchura promedio en número Wa. Puede realizarse la medición con un ordenador mediante un software de procesamiento de imágenes, o puede realizarse alternativamente a mano con un calibre Vernier. Los 100 haces de fibras cortadas medidos pueden ser los mismos que las muestras de la medición de la longitud de fibra promedio en número.

El grosor promedio en número de los haces de fibras cortadas puede determinarse de la siguiente manera. Se someten 100 haces de fibras cortadas seleccionados aleatoriamente en una estera de haces de fibras cortadas, a la medición del grosor de haz de fibras cortadas sobre el que se aplica una carga de 30 g con un indentador que tiene una cara plana y un diámetro de 11,28 mm, en una condición en la que se coloca cada haz de fibras cortadas entre la cara plana y un plano proporcionado en paralelo con la misma de modo que el plano esté en paralelo a otro plano que incluye la longitud de fibra L₁ y la anchura de haz de fibras W₁ del haz de fibras cortadas. El grosor promedio de 100 haces de fibras cortadas se define como el grosor promedio en número Ta. Los 100 haces de fibras cortadas medidos pueden ser los mismos que las muestras de la medición de la longitud de fibra promedio en número.

En el primer aspecto del material de moldeo de resina reforzada con fibras, es importante que la longitud de fibra promedio en número Lao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior sea mayor que la longitud de fibra promedio en número Lam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central, satisfaciendo Lao > Lam. Además, es importante que la anchura de haz de fibras promedio en número Wao (mm) del haz de

fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior sea mayor que la anchura de haz de fibras promedio en número Wam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central, satisfaciendo $Wao > Wam$. Cuando se satisface $Lao \leq Lam$ o $Wao \leq Wam$, no pueden mostrarse propiedades mecánicas suficientes del haz de fibras cortadas porque la parte de capa más exterior tiene una fluidez peor que la de la capa central.

5 En el primer aspecto del material de moldeo de resina reforzada con fibras, se prefiere que el grosor de haz de fibras promedio en número Tao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior sea mayor que el grosor de haz de fibras promedio en número Tam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central, satisfaciendo $Tao > Tam$. Dentro del intervalo preferible, puede calentarse/presurizarse el material de moldeo de resina reforzada con fibras con una máquina de prensado del tipo de calentamiento mientras se logra una fluidez mejorada y propiedades mecánicas excelentes del material de moldeo de resina reforzada con fibras.

10 En la primera realización del material de moldeo de resina reforzada con fibras, es importante que la longitud de fibra promedio en número Lao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior sea mayor que la longitud de fibra promedio en número Lam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central, satisfaciendo $Lao > Lam$. Además, es importante que el grosor de haz de fibras promedio en número Tao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior sea mayor que el grosor de haz de fibras promedio en número Tam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central, satisfaciendo $Tao > Tam$. Cuando se satisface $Lao \leq Lam$ o $Tao \leq Tam$, no pueden mostrarse propiedades mecánicas suficientes del haz de fibras cortadas porque la parte de capa más exterior tiene una fluidez peor que la de la capa central.

15 En la primera realización del material de moldeo de resina reforzada con fibras, se prefiere que la anchura de haz de fibras promedio en número Wao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior sea mayor que la anchura de haz de fibras promedio en número Wam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central, satisfaciendo $Wao > Wam$. Dentro del intervalo preferible, puede calentarse/presurizarse el material de moldeo de resina reforzada con fibras con una máquina de prensado del tipo de calentamiento mientras se logra una fluidez mejorada y propiedades mecánicas excelentes del material de moldeo de resina reforzada con fibras.

20 Debido a que el presente material de moldeo de resina reforzada con fibras tiene un solapamiento de capas intermedias deseable difícil de exfoliar en la dirección de grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras, se prefiere que la longitud de fibra promedio en número Lao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y la longitud de fibra promedio en número Lam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central satisfagan la fórmula de $1,05 < Lao/Lam < 1,30$, y preferiblemente $1,10 < Lao/Lam < 1,20$.

25 Además, se prefiere que la anchura de haz de fibras promedio en número Wao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y la anchura de haz de fibras promedio en número Wam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central satisfagan la fórmula de $1,05 < Wao/Wam < 1,50$, preferiblemente $1,15 < Wao/Wam < 1,45$.

30 Además, se prefiere que el grosor de haz de fibras promedio en número Tao (mm) del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y el grosor de haz de fibras promedio en número Tam (mm) del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central satisfagan la fórmula de $1,01 < Tao/Tam < 2,00$. Es más preferiblemente $1,05 < Tao/Tam < 1,80$, y es además preferiblemente $1,10 < Tao/Tam < 1,75$, de manera específica preferiblemente $1,15 < Tao/Tam < 1,70$.

35 En el material de moldeo de resina reforzada con fibras, se prefiere que los haces de fibras cortadas tengan una longitud de fibra promedio La (mm) de 3 mm a 100 mm. Cuando los haces de fibras cortadas tienen una longitud de fibra promedio en número La de 100 mm o menor, puede moldearse un producto excelente en cuanto a la capacidad de seguimiento de conformación de una forma complicada. Debido a que las fibras no fluyen a lo largo de la dirección longitudinal de fibra en un caso de una tela o estera de fibra continua tal como una tela tejida, no puede moldearse una forma complicada sin dar forma a lo largo de una forma predeterminada. La longitud de fibra promedio de menos de 3 mm puede no lograr altas propiedades mecánicas incluso cuando se satisfacen otros requisitos, aunque puede moldearse un producto excelente en cuanto a la capacidad de seguimiento de conformación de una forma complicada. Desde el punto de vista de la relación entre la capacidad de seguimiento a formas complicadas de artículos moldeados y propiedades mecánicas, la longitud es de 5 mm a 50 mm, preferiblemente de 8 mm a 30 mm.

40 En el material de moldeo de resina reforzada con fibras, se prefiere que la anchura promedio en número Wa (mm) del haz de fibras cortadas sea de 0,1 mm a 60 mm. Cuando la anchura promedio en número Wa (mm) de haces de fibras cortadas es menor de 0,1 mm, los haces de fibras cortadas que tienen la longitud de fibra promedio en número de 3 mm a 100 mm pueden doblarse desde la dirección longitudinal de fibra para perder la rectitud de fibra en un procedimiento de moldeo de un producto antes de acabar los artículos moldeados. Por tanto, pueden no presentarse suficientemente propiedades mecánicas tales como el refuerzo de fibras de refuerzo en artículos moldeados. Por otro lado, la anchura promedio en número Wa (mm) de más de 60 mm puede tener una impregnación con resina insuficiente en el material de moldeo de resina reforzada con fibras, o puede disminuir la fluidez para deteriorar las propiedades mecánicas del artículo moldeado. Se prefiere más que

la anchura promedio en número W_a (mm) sea de 0,5 mm a 50 mm, preferiblemente de 1 mm a 30 mm. En la memoria descriptiva, el lado largo y el lado corto de la sección transversal de la fibra cortada se denominan "anchura" y "grosor", respectivamente.

5 En el material de moldeo de resina reforzada con fibras, se prefiere que los haces de fibras cortadas tengan un grosor promedio en número T_a (mm) de 0,01 mm a 0,50 mm. Cuando el grosor promedio en número T_a (mm) de haces de fibras cortadas es menor de 0,01 mm, los haces de fibras cortadas que tienen la longitud de fibra promedio en número de 3 mm a 100 mm pueden doblarse desde la dirección longitudinal de fibra para perder la rectitud de fibra en un procedimiento de moldeo de un producto. Por tanto, pueden no presentarse
10 suficientemente propiedades mecánicas tales como el refuerzo de fibras de refuerzo en artículos moldeados. Por otro lado, el grosor promedio en número T_a (mm) de más de 0,50 mm puede tener una impregnación con resina insuficiente en el material de moldeo de resina reforzada con fibras, o puede disminuir la fluidez para deteriorar las propiedades mecánicas del artículo moldeado. Se prefiere más que el grosor promedio en número T_a (mm) sea de 0,02 mm a 0,30 mm, preferiblemente de 0,03 mm a 0,20 mm.

15 Se prefiere que el haz de fibras cortadas tenga una cara de extremo a lo largo de una dirección del ángulo promedio en número θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) con respecto a la dirección longitudinal de fibra. Concretamente, se prefiere que el haz de fibras cortadas se haya fabricado cortando de manera oblicua un haz de fibras. El ángulo más pequeño formado por las dos líneas se define como el ángulo de corte. Se prefiere que el ángulo promedio en
20 número θ satisfaga " $0^\circ < \theta < 45^\circ$ " preferiblemente " $5^\circ < \theta < 30^\circ$ ". El límite superior o el límite inferior de los intervalos preferibles pueden intercambiarse entre los intervalos preferibles descritos anteriormente. El haz de fibras cortadas de manera oblicua puede ser excelente en cuanto a la impregnación con resina del material de moldeo de resina reforzada con fibras y puede mejorar en cuanto a las propiedades mecánicas porque se impide que se someta a esfuerzos la parte de extremo del haz de fibras cortadas en el artículo moldeado. Por consiguiente, es
25 posible lograr altas propiedades mecánicas y baja varianza, así como alta procesabilidad, lo que hace posible cortar en un ángulo deseable mientras se suprime el fallo del corte al mismo tiempo.

El ángulo promedio en número con respecto a la dirección longitudinal de fibra de los haces de fibras cortadas se determina de la siguiente manera. Se someten cien haces de fibras cortadas seleccionados aleatoriamente en
30 una estera de haces de fibras cortadas, a una medición de los ángulos θ_1 y θ_2 formados en ambos lados de la parte de extremo de cada haz de fibras cortadas, tal como se representa en la figura 1. Los resultados de medición de un total de 200 puntos de 100 haces de fibras cortadas se promedian para determinar el ángulo promedio en número. Tal medición puede realizarse con un ordenador mediante un software de procesamiento de imágenes, o puede realizarse alternativamente a mano con un transportador.

35 Se prefiere que los haces de fibras cortadas tengan un número de filamentos promedio en número de 500 o más y de menos de 12.000. Cuando el número de filamentos promedio en número es menor de 500, los haces de fibras cortadas que tienen la longitud de fibra promedio en número de 3 mm a 100 mm pueden doblarse desde la dirección longitudinal de fibra para perder la rectitud de fibra en un procedimiento de moldeo de un producto. Por tanto, pueden no presentarse suficientemente propiedades mecánicas tales como el refuerzo de fibras de refuerzo en artículos moldeados. Por otro lado, el número de filamentos promedio en número de 12.000 o más puede tener una concentración de esfuerzos en la parte de extremo del haz de fibras cortadas en un artículo moldeado para aumentar la varianza de las propiedades mecánicas.

45 Para preparar una estera de haces de fibras cortadas que tenga el intervalo descrito anteriormente de número de filamentos promedio en número, pueden cortarse haces de fibras continuas que tengan un número de filamentos de 500 o más y de menos de 12.000 en la longitud de fibra promedio en número de 3 mm a 100 mm para orientar los haces de fibras cortadas sustancialmente al azar. También es posible que una pluralidad de haces separados a lo largo de la dirección longitudinal de fibra de un haz de fibras continuas que tiene un número de
50 filamentos de 1.000 o más se corten en la longitud de fibra promedio en número de 3 mm a 100 mm para orientar los haces de fibras cortadas sustancialmente al azar. También es posible que una pluralidad de haces de fibras cortadas producidos cortando un haz de fibras continuas que tiene un número de filamentos de 1.000 o más en la longitud de fibra promedio en número de 3 mm a 100 mm se dividan en una pluralidad de haces de fibras cortadas a lo largo de la dirección longitudinal de fibra para orientar los haces de fibras cortadas sustancialmente al azar. Pueden combinarse los dos métodos descritos anteriormente. Para preparar una estera de haces de
55 fibras cortadas que tenga 1.500 filamentos, es posible que 16 haces, que contienen cada uno 3.000 filamentos a lo largo de la dirección longitudinal de fibra, separados de haces de fibras continuas que tienen un número de filamentos de 48.000, se corten para tener una longitud de fibra promedio en número de 12,5 mm y se dividan adicionalmente en mitades impactando con los haces de fibras cortadas.

60 El número de filamentos promedio en número de haces de fibras cortadas puede determinarse de la siguiente manera. Se someten los 100 haces de fibras cortadas a una medición de peso después de medir la longitud de fibra promedio en número. Se calcula el número de filamentos de un haz de fibras cortadas a partir de la longitud de fibra, la masa, el peso específico nominal y el diámetro de fibra nominal. El promedio de los números de
65 filamentos de 100 haces de fibras cortadas se define como el número de filamentos promedio en número. Se prefiere que la estera de haces de fibras cortadas tenga una masa de fibra por área unitaria F_m (peso base de

fibra) de 50 g/m² a 5.000 g/m². Cuando el peso base de fibra es mayor de 5.000 g/m², puede deteriorarse la productividad de artículos moldeados que tienen un grosor de varios milímetros a varios centímetros debido a la configuración limitada de la estera de haces de fibras cortadas y el material de moldeo de resina reforzada con fibras. Además, cuando se impregna una estera de haces de fibras cortadas con resina de matriz para preparar un material de moldeo de resina reforzada con fibras, puede aumentar necesariamente el grosor de estera para provocar una impregnación insuficiente de la resina de matriz, de modo que no pueden producirse con calidad estable el material de moldeo de resina reforzada con fibras y el artículo moldeado de material de moldeo de resina reforzada con fibras. Cuando el peso base de fibra es menor de 50 g/m², puede deteriorarse la productividad de artículos moldeados que tienen un grosor de varios milímetros a varios centímetros porque tienen que moldearse muchas capas de estera de haces de fibras cortadas y material de moldeo de resina reforzada con fibras.

Se prefiere que la presente estera de haces de fibras cortadas tenga un 20 % o menos de coeficiente de varianza de la masa de fibra por área unitaria F_m (peso base de fibra). Desde los puntos de vista de la buena productividad del material de moldeo de resina reforzada con fibras y propiedades mecánicas excelentes del artículo moldeado, se prefiere que el coeficiente de varianza del peso base de fibra sea menor. Se prefiere más que el coeficiente de varianza del peso base de fibra sea del 10 % o menor, preferiblemente menor que eso.

El coeficiente de varianza (%) se calcula dividiendo una desviación estándar entre un valor promedio. Se realiza una evaluación según los resultados de medición obtenidos en 10 puntos seleccionados aleatoriamente en una estera de haces de fibras cortadas.

Las figuras 2 a 4 representan un procedimiento deseable para producir el presente material de moldeo de resina reforzada con fibras a través de la etapa de corte (A) y la etapa de conformación de lámina (B), seguida por la etapa de moldeo (C) para moldear un producto.

(A) Etapa de corte

Se corta un haz de fibras continuas fabricado a partir de fibras de refuerzo para preparar haces de fibras cortadas. Para mejorar la productividad, se prefiere cortar simultáneamente una pluralidad de haces de fibras continuas separados de manera preliminar en haces de fibras en la dirección longitudinal de fibra. El haz de fibras cortadas puede producirse cortando los haces de fibras continuas insertados en un cortador de guillotina o un cilindro de corte. De manera específica, para producir un haz de fibras cortadas que tenga un ángulo de corte oblicuo, es posible insertar de manera oblicua el haz de fibras continuas en el cilindro de corte, o alternativamente proporcionar un cilindro de corte con una hoja en espiral. Para cortar el haz de fibras continuas de modo que los haces de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior tengan una longitud de fibra promedio en número Lao (mm) mientras que los haces de fibras cortadas [Am] en la capa central tengan una longitud de fibra promedio en número Lam (mm), es posible emplear: un método para ajustar el intervalo de corte del cilindro de corte; un método para ajustar la velocidad de alimentación del haz de fibras continuas alimentado al cilindro de corte; un método para cambiar el paso de la hoja del cilindro de corte; un método para hacer rotar el cilindro 4 de corte que se mueve alternativamente a lo largo del eje de rotación tal como se representa en la figura 2; o un método para cortar el haz de fibras [A] mientras se hace que la unidad 3 de restricción de hilo atraviese a lo largo del eje de rotación del cilindro 4 de corte tal como se representa en la figura 3.

Pueden ajustarse los haces de fibras cortadas para orientarse sustancialmente al azar mediante un distribuidor. También es posible que el haz de fibras cortadas se divida en una pluralidad de haces de fibras cortadas cuando el haz de fibras cortadas se ponga en contacto con el distribuidor.

Tal como se representa en la figura 2 ó 3, pueden laminarse los haces de fibras cortadas dispersando selectivamente los haces de fibras cortadas que tienen Lao (mm) mediante un distribuidor hacia atrás y hacia delante del distribuidor, mientras que hay dos clases de haces de fibras cortadas que tienen Lao (mm) o Lam (mm) de longitud de fibra promedio en número. Alternativamente, tal como se representa en la figura 4, pueden laminarse los haces de fibras cortadas mediante un método de dispersión gradual, que en primer lugar dispersa los haces de fibras cortadas que tienen una longitud de fibra promedio en número Lao (mm), en segundo lugar dispersa los haces de fibras cortadas que tienen una longitud de fibra promedio en número Lam (mm) y en tercer lugar dispersa de nuevo los haces de fibras cortadas que tienen una longitud de fibra promedio en número Lao (mm).

Aunque la estructura del distribuidor no está particularmente limitada, se prefiere que el distribuidor que tiene cualquier estructura tal como un distribuidor cilíndrico esté dotado de algunos alambres 11 en la cara lateral, tal como se representa en la figura 5. También se prefiere que se coloque el distribuidor justo por debajo del cilindro 4 de corte en una condición en la que el eje 12 de rotación del distribuidor sea perpendicular tanto a la dirección de grosor de la estera de haces de fibras cortadas como al sentido de transporte de esteras de haces de fibras cortadas. Se prefiere que el distribuidor tenga una anchura Lc que sea mucho mayor que la anchura del cilindro de corte.

5 Cuando el distribuidor rota en sentido horario tal como se representa con flechas en la figura 2 ó 3, una parte de los haces de fibras cortadas [A] entra en contacto con los alambres 11 por encima del distribuidor y se desvía en el sentido de transporte de esteras de haces de fibras cortadas por el impacto, mientras que la otra parte de los haces de fibras cortadas [A] cae a través de los huecos de los alambres 11, entra en contacto con los alambres 11 por debajo del distribuidor y se desvía en un sentido opuesto al sentido de transporte de esteras de haces de fibras cortadas por el impacto. Aunque el número de alambres no está particularmente limitado, se prefiere que se proporcionen de 4 a 8 alambres 11, preferiblemente de 4 a 6 alambres. Cuando el número de alambres 11 es menor que el límite inferior del intervalo preferible, los haces de fibras cortadas se dispersan principalmente por debajo del distribuidor de modo que no puedan desviarse fácilmente los haces de fibras cortadas ni en el sentido de transporte de esteras de haces de fibras cortadas ni en el sentido opuesto al mismo. Cuando el número de alambres 11 es mayor que el límite superior del intervalo preferible, los haces de fibras cortadas se dispersan principalmente en el sentido de transporte de esteras de haces de fibras cortadas y por debajo del distribuidor, de modo que no puedan desviarse fácilmente en el sentido opuesto al sentido de transporte. Cuando los haces de fibras cortadas se desvían en el sentido de transporte por el impacto de entrar en contacto con el distribuidor, los haces de fibras cortadas pesadas, tales como los haces de fibras cortadas [A] que tienen una longitud de fibra más grande, una anchura de haz de fibras más grande o un grosor de haz de fibras más grande, pueden desviarse fácilmente en el sentido de transporte de esteras de haces de fibras cortadas y el sentido opuesto al mismo por el impacto de entrar en contacto con el distribuidor, de modo que tienden a localizarse en las caras superior e inferior de la estera de haces de fibras cortadas. Tal efecto tiende a influir en gran medida a una mayor velocidad de rotación del distribuidor. Esta influencia puede suprimirse proporcionando una placa deflectora aguas abajo del distribuidor en el sentido de transporte según sea necesario. La estructura estratificada del material de resina reforzada con fibras puede controlarse mediante la combinación de estas condiciones.

25 (B) Etapa de conformación de lámina

La estera de haces de fibras cortadas se intercala desde ambos lados por resina de matriz similar a una lámina para unificar la estera de fibras cortadas y la resina de matriz. La estera de haces de fibras cortadas se impregna con resina de matriz mediante medios tales como presurización para preparar un material de moldeo de resina reforzada con fibras similar a una lámina. El material de moldeo de resina reforzada con fibras preparado que usa resina termoendurecible se denomina generalmente una lámina de SMC.

(C) Etapa de moldeo

35 El presente artículo moldeado puede producirse mediante un método de conformación por prensado general a partir del material de moldeo de resina reforzada con fibras descrito anteriormente. Concretamente, se alimenta el material de moldeo de resina que tiene un área más pequeña que el área de proyección de la cavidad y un grosor mayor que el grosor de la cavidad, a una cavidad de molde de la que pueden separarse los moldes superior e inferior que tienen una forma de producto que va a moldearse. A continuación, se calienta/presuriza el material y se extrae un artículo moldeado del molde abierto. La temperatura de moldeo, la presión de moldeo y el tiempo de moldeo pueden seleccionarse de manera apropiada según la forma del producto que va a moldearse.

Ejemplos

45 A continuación en el presente documento, se explica la presente invención con más detalle con ayuda de las figuras. Se somete una lámina de SMC como material de moldeo de resina reforzada con fibras preparada impregnando una estera de haces de fibras cortadas preparada con resina de matriz, a una conformación por prensado para evaluar las propiedades de tracción de la siguiente manera.

50 Materias primas

Haz de fibras de refuerzo continuas:

Se empleó un haz de fibras de carbono ("ZOLTEK (marca registrada)" PX35-50K, número de fibras: 50.000) que tiene un diámetro de fibra de 7,2 μm , un módulo elástico de tracción de 240 GPa y un número de filamentos de 55 50.000.

Resina de matriz [VE]:

60 La resina de matriz es un compuesto de resina preparado mezclando/agitando suficientemente la mezcla de resina de éster vinílico fabricada por DIC Corporation con agente de curado, espesante y agente de desmoldeo interno.

<Método de evaluación del haz de fibras cortadas>

65 Se disuelve el material de moldeo de resina reforzada con fibras calentando con un horno eléctrico. Se someten a evaluación 100 haces de fibras cortadas seleccionados aleatoriamente, en las partes de capa más exteriores

en los lados superior e inferior del haz de fibras cortadas residual y la parte de capa central en la dirección de grosor del haz de fibras cortadas residual.

5 Se miden la longitud de fibra y la anchura de haz de fibras del haz de fibras cortadas con una precisión de 0,1 mm usando un calibre Vernier mientras que se mide el ángulo con una precisión de 1° usando un transportador. Se realiza la medición en una condición en la que se colocan las muestras sobre una superficie plana sin tensión.

10 Se mide el grosor de haz de fibras cortadas mediante el siguiente método. Usando un medidor de grosor (FS-60DS fabricado por DAIEI KAGAKU SEIKI MFG. Co., Ltd.), se colocan los haces de fibras cortadas entre un indentador que tiene una superficie plana de un diámetro de 11,28 mm y una superficie plana proporcionada en paralelo de modo que las superficies planas estén en paralelo al plano formado por la longitud de fibra L_1 y la anchura de haz de fibras W_1 del haz de fibras cortadas para medir el grosor de haz de fibras con una precisión de 0,01 mm, con la condición de que el indentador aplique 30 g de carga. Se calcula el grosor de haz de fibras promedio en número de cada capa promediando los grosores de 100 haces de fibras cortadas de cada capa. Además, se calcula el grosor de haz de fibras promedio en número T_a del haz de fibras cortadas [A] promediando los grosores promedio en número de las capas.

20 Método de evaluación de la estera de haces de fibras cortadas

La estera de haces de fibras cortadas se corta en 10 trozos de 100 mm x 100 mm a los mismos intervalos en la dirección de anchura de la estera y luego se miden las masas de los trozos con una precisión de 0,01 g. Se calcula la masa de fibra F_m (peso base de fibra) por área unitaria de la estera de haces de fibras cortadas convirtiendo el valor medido en masa por 1 m².

25 A continuación, se mide el grosor de estera T_m en condiciones de 0,1 kN con un medidor de grosor (FS-60DS fabricado por DAIEI KAGAKU SEIKI MFG. Co., Ltd.). Se calcula la voluminosidad B_m a partir del peso base de fibra F_m y el grosor de estera T_m .

30 Método de evaluación de las propiedades de tracción

35 Se recortan probetas de ensayo de 250 mm de longitud x 25 mm de anchura para medir la resistencia a la tracción, a partir de artículos moldeados en placa preparados en los ejemplos y ejemplos comparativos. Según el método de ensayo de la norma ISO527-4(1997), se mide la resistencia a la tracción a una distancia entre marcas de 150 mm y una velocidad de cruceta de 1,0 mm/m. Se miden las resistencias a la tracción de 10 probetas de ensayo que van a promediarse para su evaluación.

Ejemplo 1

40 Se separó un hilo de fibra de carbono ensanchado para tener una anchura de 50 mm, mediante un medio de separación de fibras proporcionado en paralelo en un intervalo de 3 mm por igual en 16 hilos en la dirección de anchura para preparar el haz de fibras [A]. se alimentó de manera constante el haz de fibras [A] entre el cilindro de presión y el cilindro de corte para cortar de manera continua el haz de fibras haciendo rotar el cilindro 4 de corte que se mueve alternativamente a lo largo del eje de rotación, tal como se representa en la figura 2. A continuación, se dispersaron los haces de fibras cortadas con un distribuidor para preparar una estera de haces de fibras cortadas que tenía 1 m de anchura. La estera de haces de fibras cortadas tenía un peso base de fibra de 1.000 g/m².

50 A continuación, se aplicó uniformemente resina de matriz [VE] con una rasqueta a dos láminas de películas de desmoldeo compuestas por polipropileno para preparar dos láminas de resina. Se intercaló horizontalmente la estera de haces de fibras cortadas entre estas dos láminas de resina y se impregnó con resina mediante un rodillo para preparar una lámina de SMC. Se ajustó la cantidad de aplicación de la resina en la preparación de la lámina de resina de modo que la lámina de SMC tuviera un contenido en masa de fibra de refuerzo del 55 %.

55 Se colocó una probeta cortada de 250 x 250 mm de la lámina de SMC en el centro en el molde en forma de placa que tenía una cavidad de 300 x 300 mm (correspondiente al 70 % de la tasa de carga), y luego se curó con una máquina de conformación por prensado del tipo de calentamiento en una condición de presurización de 10 MPa a aproximadamente 140 °C durante 5 min para moldear un artículo moldeado en placa de 300 x 300 mm. El artículo moldeado tenía una resistencia a la tracción de 300 MPa. La tabla 1 muestra los resultados de evaluación.

Ejemplo 2

65 Se produjo un artículo moldeado mediante el mismo método que en el ejemplo 1, excepto que no se sometió el cilindro 4 de corte a movimiento alternativo mientras la unidad 3 de restricción de hilo atravesó en la dirección del

eje de rotación del cilindro 4 de corte para cortar el haz de fibras [A], tal como se representa en la figura 3. El artículo moldeado tenía una resistencia a la tracción de 300 MPa. La tabla 1 muestra los resultados de evaluación.

5 Ejemplo 3

Se produjo un artículo moldeado mediante el mismo método que en el ejemplo 1, excepto que se dispersó el haz de fibras [A] después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 13,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, y luego se dispersó después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 12,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la la dirección longitudinal del haz de fibras, y además se dispersó después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 13,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, tal como se representa en la figura 4. El artículo moldeado tenía una resistencia a la tracción de 290 MPa. La tabla 1 muestra los resultados de evaluación.

15 Ejemplo comparativo 1

Se produjo un artículo moldeado mediante el mismo método que en el ejemplo 1, excepto que se cortó el haz de fibras [A] con cilindros de corte que no se movían alternativamente en la dirección del eje de rotación, que tenían intervalos de 12,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras. El artículo moldeado tenía una resistencia a la tracción de 250 MPa. La tabla 1 muestra los resultados de evaluación.

25 Ejemplo comparativo 2

Se produjo un artículo moldeado mediante el mismo método que en el ejemplo 1, excepto que se dispersó el haz de fibras [A] después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 12,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, y luego se dispersó después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 13,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, y además se dispersó después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 12,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, tal como se representa en la figura 4. El artículo moldeado tenía una resistencia a la tracción de 290 MPa. La tabla 1 muestra los resultados de evaluación.

35 Ejemplo comparativo 3

Se produjo un artículo moldeado mediante el mismo método que en el ejemplo 1, excepto que se dispersó el haz de fibras [A] después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 13,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, y luego se separó un hilo de fibra de carbono ensanchado para tener una anchura de 36 mm, mediante un medio de separación de fibras proporcionado en paralelo en un intervalo de 4,5 mm por igual en 8 hilos en la dirección de anchura para preparar un haz de fibras, que se dispersó después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 12,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, y además se dispersó después de cortarse con cilindros de corte que tenían intervalos de 13,5 mm y hojas de corte inclinadas en un ángulo de 15° con respecto a la dirección longitudinal del haz de fibras, tal como se representa en la figura 4. El artículo moldeado tenía una resistencia a la tracción de 290 MPa. La tabla 1 muestra los resultados de evaluación.

50 Tabla 1

		Unidad	Ejemplos			Ejemplos comparativos		
			1	2	3	1	2	3
Materias primas	Fibra de refuerzo	-	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]
	Resina de matriz	-	[VE]	[VE]	[VE]	[VE]	[VE]	[VE]
Haz de fibras cortadas	Longitud de fibra promedio en número Lao1 (lado superior) de la capa más exterior	mm	13,7	13,4	13,5	12,5	12,4	13,6
	Longitud de fibra promedio en número Lam de la capa central	mm	11,6	11,9	12,5	12,5	13,5	12,4

ES 2 996 936 T3

	Longitud de fibra promedio en número Lao2 (lado inferior) de la capa más exterior	mm	12,7	13,3	13,5	12,5	12,5	13,5
	Lao1/Lam	-	1,18	1,13	1,08	1,00	0,92	1,10
	Lao2/Lam	-	1,10	1,12	1,08	1,00	0,93	1,09
	Anchura de fibra promedio en número Wao1 (lado superior) de la capa más exterior	mm	1,6	2,1	2,3	2,0	2,4	1,6
	Anchura de fibra promedio en número Wam de la capa central	mm	1,4	1,6	1,6	2,0	1,5	2,4
	Anchura de fibra promedio en número Wao2 (lado inferior) de la capa más exterior	mm	2,0	2,3	2,3	2,0	2,3	1,5
	Wao1/Wam	-	1,18	1,32	1,42	1,00	1,60	0,67
	Wao2/Wam	-	1,45	1,42	1,42	1,00	1,53	0,63
	Grosor de fibra promedio en número Tao1 (lado superior) de la capa más exterior	mm	0,06	0,07	0,08	0,07	0,09	0,07
	Grosor de fibra promedio en número Tam de la capa central	mm	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09
	Grosor de fibra promedio en número Tao2 (lado inferior) de la capa más exterior	mm	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07
	Tao1/Tam	-	1,20	1,17	1,14	1,00	1,31	0,81
	Tao2/Tam	-	1,60	1,33	1,14	1,00	1,26	0,76
	Ángulo	°	10	10	10	10	10	10
Estera de haz de fibras cortadas	Peso base de fibra Fm	g/m ²	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Grosor de estera Tm	mm	3,0	3,0	3,0	3,0	3	3
	Voluminosidad Bm	cm ³ /g	3,0	3,0	3,0	3,0	3	3
Material de moldeo de resina reforzada con fibras	Impregnación con resina	-	Buena	Buena	Buena	Buena	Aceptable	Aceptable
Artículo moldeado	Calidad de la placa moldeada	-	Buena	Buena	Buena	Aceptable	Aceptable	Aceptable
	Resistencia a tracción	MPa	300	300	290	250	240	235

Aplicaciones industriales de la invención

- 5 Los presentes material de moldeo de resina reforzada con fibras y artículo moldeado son aplicables a elementos que demandan propiedades ligeras y propiedades mecánicas excelentes, tales como elementos de automoción como puerta, material y lámina de refuerzo de parachoques (panel o bastidor), elementos de bicicleta como manivela y llanta de rueda, elementos de equipamiento deportivo como palo de golf y raqueta de tenis, vehículos de tráfico/elementos de avión como material interior, y elementos de maquinaria industrial como brazo robótico.

Sobre todo, la presente invención es aplicable de manera adecuada a elementos de automoción tales como puerta, material y lámina de refuerzo de parachoques (panel o bastidor) que exigen una capacidad de seguimiento de forma complicada, así como propiedades de peso ligero.

5 **Explicación de símbolos**

- 1: haz de fibras cortadas
- 2: fibra de carbono
- 10 3: unidad de restricción de hilo
- 4: cilindros de corte
- 15 5: distribuidor
- 6: resina termoendurecible
- 7: película
- 20 8: transportador
- 9: etapa de impregnación con resina
- 25 10: material de moldeo de resina reforzada con fibras
- 11: alambre
- 12: eje de rotación del distribuidor
- 30 A: etapa de corte
- B: etapa de conformación de lámina
- 35 Lc: anchura del distribuidor

REIVINDICACIONES

1. Material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] de un haz de fibras cortadas [A] impregnado con una resina de matriz [B], que tiene una estructura estratificada que incluye tres o más capas en una dirección de
 5 grosor del material de moldeo de resina reforzada con fibras [C] y que satisface la fórmula 1 y la fórmula 3, en las que Lao y Tao son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y un grosor de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Ao] en una capa más exterior, Lam y Tam son, respectivamente, una longitud de fibra promedio en número y un grosor de haz de fibras promedio en número de un haz de fibras cortadas [Am] en una capa central,
 10 (Fórmula 1) $Lao > Lam$,
 (Fórmula 3) $Tao > Tam$,
- 15 en el que la longitud de fibra promedio en número de haces de fibras cortadas, el grosor promedio en número de haces de fibras cortadas y la anchura promedio en número de haces de fibras cortadas se determinan tal como se especifica en la descripción.
2. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según la reivindicación 1, que satisface además la fórmula
 20 2, en el que Wao es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y Wam es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,
 25 (Fórmula 2) $Wao > Wam$.
3. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según la reivindicación 1 ó 2, que satisface además la
 fórmula 4, en el que la Lao es la longitud de fibra promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa
 30 más exterior y la Lam es la longitud de fibra promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,
 (Fórmula 4) $1,05 < Lao/Lam < 1,30$.
4. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que
 35 satisface además la fórmula 5, en el que Wao es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y Wam es una anchura de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,
 (Fórmula 5) $1,05 < Wao/Wam < 1,50$.
- 40 5. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que satisface además la fórmula 6, en el que Tao es un grosor de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Ao] en la capa más exterior y Tam es un grosor de haz de fibras promedio en número del haz de fibras cortadas [Am] en la capa central,
 45 (Fórmula 6) $1,01 < Tao/Tam < 2,00$.
6. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el
 que la longitud de fibra promedio en número La del haz de fibras cortadas [A] es de 3 mm o más y de 100 mm o
 50 menos.
7. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el
 que la anchura de haz de fibras promedio en número Wa del haz de fibras cortadas [A] es de 0,1 mm o más y de
 60 mm o menos.
- 55 8. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el grosor de haz de fibras promedio en número Ta del haz de fibras cortadas [A] es de 0,01 mm o más y de 0,50 mm o menos.
9. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el
 60 que el haz de fibras cortadas tiene una cara de extremo a lo largo de una dirección del ángulo promedio en número θ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) con respecto a la dirección longitudinal de fibra, en el que el ángulo promedio en número con respecto a la dirección longitudinal de fibra de los haces de fibras cortadas se determina tal como se especifica en la descripción.
- 65 10. Material de moldeo de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la resina de matriz [B] es una resina termoendurecible seleccionada de resina de éster vinílico, resina

epoxídica y resina de poliéster insaturado.

11. Artículo moldeado producido mediante una conformación por compresión del material de molde de resina reforzada con fibras según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

5

FIG. 1

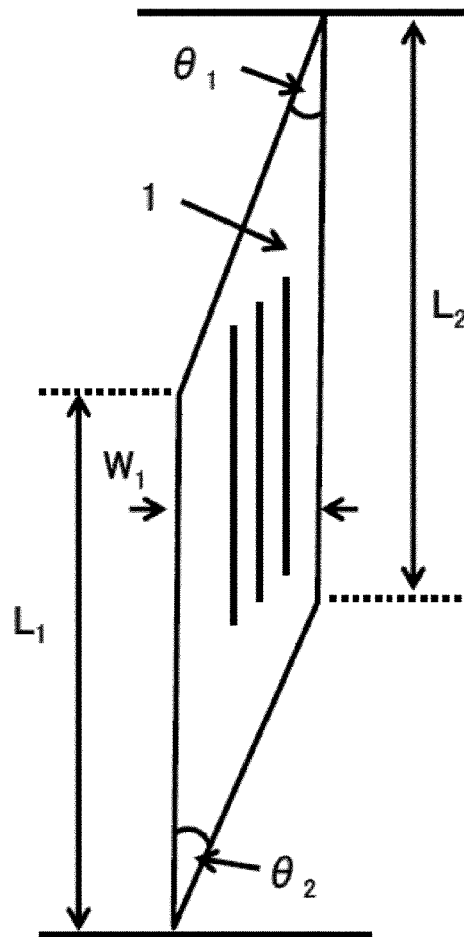


FIG. 2

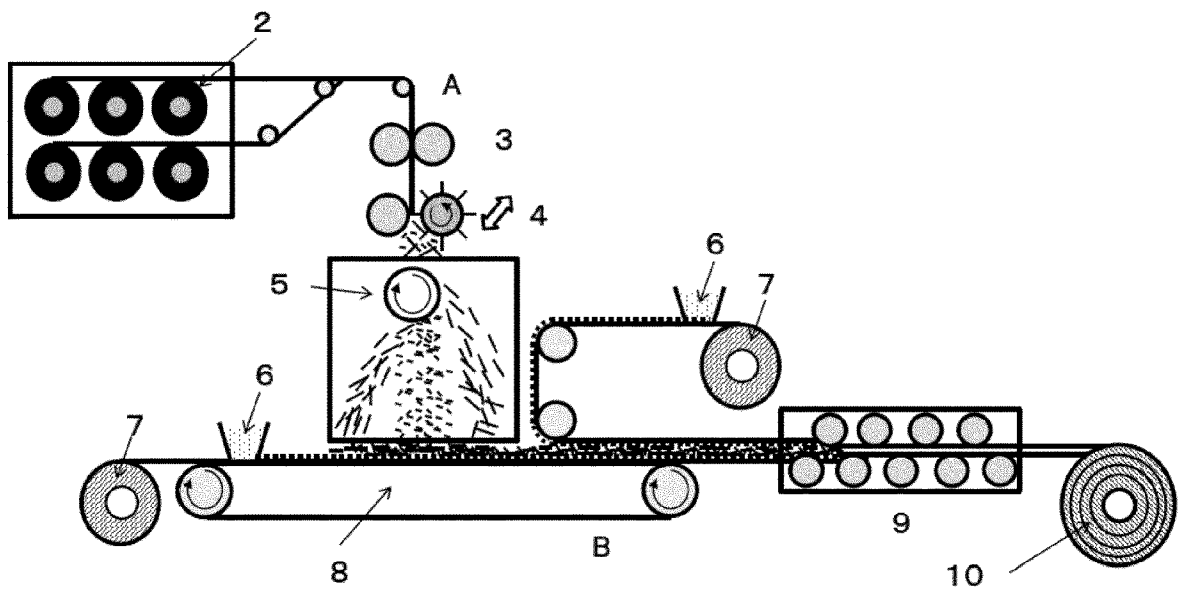


FIG. 3

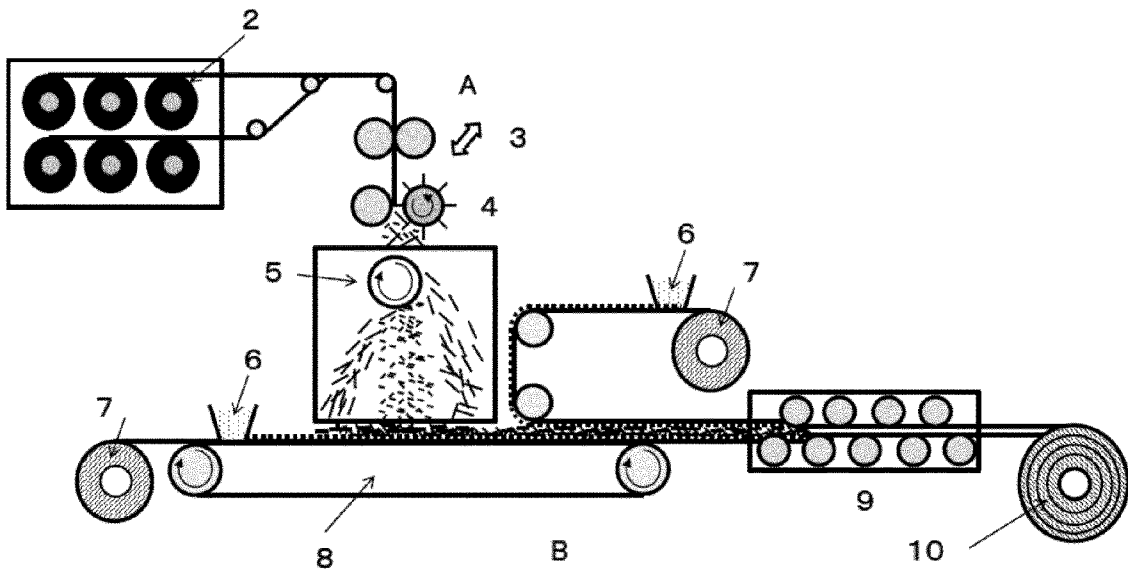


FIG. 4

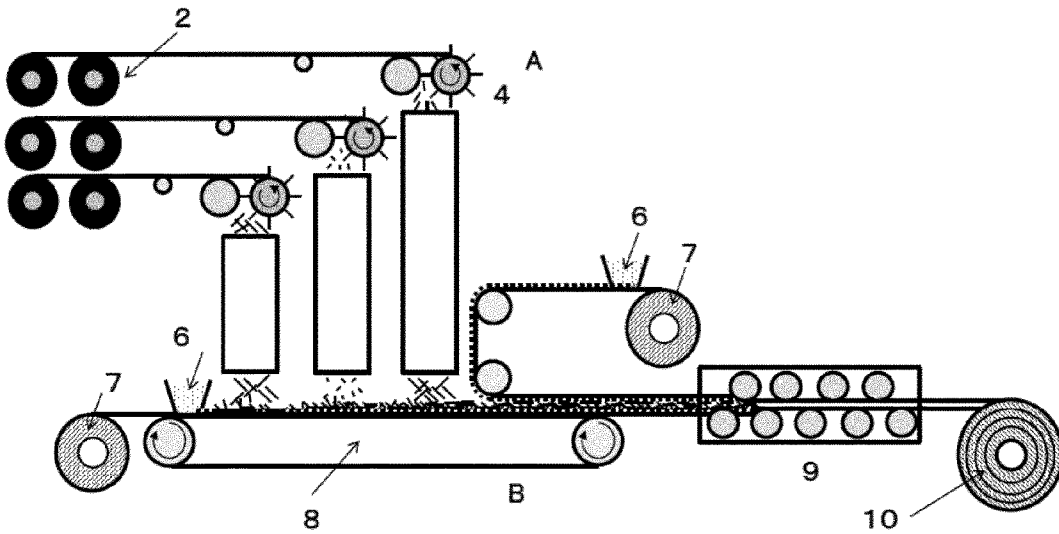


FIG. 5

