

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 448**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 43/18 (2006.01)

B29C 70/10 (2006.01)

B32B 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2007 PCT/JP2007/053157**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2007 WO07099825**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2007 E 07714657 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 1990169**

54 Título: **Proceso para la producción de laminados de material base de fibra de refuerzo**

30 Prioridad:

28.02.2006 JP 2006052460

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

25.03.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHINODA, TOMOYUKI;
NAGAOKA, SATORU y
ASAHARA, NOBUO**

74 Agente/Representante:

DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 705 448 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

Proceso para la producción de laminados de material base de fibra de refuerzo

5 CAMPO DE LA TÉCNICA

[0001] La presente invención se refiere a un proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo.

10 [0002] Sin formar parte de la presente invención, se describe adicionalmente lo siguiente: un laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido laminando y uniendo parcialmente una pluralidad de capas del material base de fibra de refuerzo; una preforma hecha del laminado de material base de fibra de refuerzo; y plástico reforzado con fibra obtenido inyectando y endureciendo una resina de matriz en la preforma.

15 [0003] Sin formar parte de la presente invención, se describe adicionalmente un material base de fibra de refuerzo adecuado para la producción de plástico reforzado con fibra (se puede abreviar de aquí en adelante como FRP (*Fiber Reinforced Plastic*) que tiene formas complejas y donde se requiere una alta resistencia y alta elasticidad, como para el material estructural y los componentes de los equipos de transporte, especialmente aviones. Sin formar parte de la presente invención, también se describe un laminado del material base de fibra de refuerzo, una preforma hecha a partir del laminado del material base de fibra de refuerzo, un FRP que usa la preforma.

20 ANTECEDENTES

25 [0004] Existe la demanda de que los materiales estructurales que constituyen un equipo de transporte tal como un avión satisfagan ampliamente ciertas características mecánicas, así como que sean más ligeros en peso y de menor coste. Entre estos, se está investigando el uso de los FRPs como el material estructural primario de componentes tales como las alas, el estabilizador de cola así como el fuselaje para lograr un peso reducido.

30 [0005] Además, recientemente se ha producido un movimiento hacia los FRP debido a que se busca un peso reducido en los materiales estructurales de los automóviles, y una demanda de reducciones de costes mayores que los de las aeronaves se está haciendo cada vez más fuerte.

[0006] El moldeo por autoclave se conoce como un proceso de producción típico para tales FRPs.

35 [0007] En el moldeo por autoclave, se usa un compuesto de fibras preimpregnado como material de FRP, siendo el preimpregnado fibras de refuerzo impregnadas de antemano con una resina de matriz. Al insertar el preimpregnado en un molde con la forma del componente y luego laminar, calentar y aplicar presión, se forma un FRP.

40 [0008] Una característica del impregnado utilizado en la presente memoria es que es posible controlar en gran medida la fracción de volumen V_f de fibra de refuerzo. Esto tiene la ventaja de permitir la obtención de un FRP con una excelente característica mecánica. Sin embargo, el preimpregnado en sí es un material costoso que requiere instalaciones de refrigeración para el almacenamiento, y la productividad del mismo es baja debido a que se usa un autoclave. Por lo tanto, el preimpregnado también es problemático porque las piezas moldeadas formadas a partir del mismo tienen un alto costo.

45 [0009] Además, en el caso en el que la forma de una pieza moldeada es la de una C o similar, solo se busca la deformación fuera de plano del preimpregnado o un laminado de preimpregnados estratificados, mientras que en el caso en el que la forma de la pieza moldeada es esférica, parcialmente esférica o en forma de bloque, se busca la deformación por cizallamiento en plano. Sin embargo, dado que las fibras de refuerzo del preimpregnado se mantienen en su lugar mediante resina de matriz, la deformación por cizallamiento en plano es esencialmente imposible, y por lo tanto, el drapeado de preimpregnados en formas complejas que tienen una curvatura bidimensional es extremadamente difícil.

50 [0010] Se conoce un método para mejorar la drapabilidad en el que, cuando la conformación por drapeado de un impregnado similar al anterior en una forma en la que se busca una deformación por cizallamiento en plano, la restricción de las fibras de refuerzo por la resina de matriz disminuye aplicando calor con el fin de reducir la viscosidad de la resina de la matriz. Sin embargo, dado que las fibras de refuerzo de un preimpregnado están dispuestas típicamente de una manera uniforme y densa, las fibras de refuerzo no se mueven fácilmente debido a la fricción entre las mismas, incluso cuando la viscosidad de la resina de matriz se reduce por calor. Por esta razón, a pesar de que la conformación por drapeado de una forma que requiere la deformación fuera de plano, como una forma de C, puede mejorarse aplicando calor, existe el problema de que la conformación por drapeado apenas mejora para aquellas formas en las que se busca la deformación por cizallamiento en plano, como una superficie esférica o forma de bloque. Por esta razón, cuando es necesario dar forma por drapeado a una forma que tenga una curvatura bidimensional, ha sido necesario procesar el preimpregnado, por ejemplo, añadiendo precortes. Sin embargo, si se

añaden precortes, se pierde la continuidad de la fibra de refuerzo, y existe un nuevo problema en el sentido de que la elasticidad y la resistencia disminuyen.

5 [0011] Mientras tanto, se sabe que los procesos de moldeo por inyección de resina tales como el moldeo por transferencia de resina (RTM) son procesos de moldeo que mejoran la productividad del FRP y reducen los costes de moldeo. En estos procesos de moldeo por inyección de resina, las fibras de refuerzo que no han sido impregnadas con resina de matriz se colocan primero dentro de un molde y luego se inyecta resina de matriz, impregnando así las fibras de refuerzo con resina de matriz y formando el FRP. La resina de matriz se endurece mediante el calor usando un horno o equipo similar.

10 [0012] Ya que el proceso de moldeo por transferencia de resina usa material base de fibra de refuerzo seco, se pueden reducir los gastos de materiales. Además, debido a que no se usa un autoclave, se pueden reducir los gastos de moldeado.

15 [0013] Normalmente, en el proceso de moldeado por transferencia de resina, primero se prepara una preforma que mantiene la forma del producto final, la preforma construida del material base de fibra de refuerzo seco que no se ha impregnado con la resina de la matriz. Después de colocar la preforma dentro del molde, se inyecta la resina de matriz, formando así un FRP.

20 [0014] La preforma se obtiene usando un mandril o molde en forma del producto final, donde el material base de fibra de refuerzo es laminado sobre la base de una configuración de laminación predeterminada, el laminado se conforma para encajar en el mandril o molde.

[0015] En el caso en el que la preforma es en forma de C, se busca esencialmente la deformación fuera de plano del material base de fibra de refuerzo o el laminado hecho de material base de fibra de refuerzo laminado, mientras que en el caso en el que la preforma es esférica, parcialmente esférica, o en forma de bloque, también se busca la deformación por cizallamiento en plano.

25 [0016] Las telas de tejido multiaxiales, como telas de tejido que tienen los filamentos de fibra dispuestos en dos sentidos axiales, se conocen como materiales base de fibra de refuerzo que permiten la deformación por cizallamiento en plano. Tales telas de tejido forman un material base de fibra de refuerzo mediante la intersección de filamentos de fibra de refuerzo entre sí. Mientras las fibras de refuerzo no están restringidas por fibras auxiliares o medios similares, es posible que cambien los ángulos mediante los cuales las fibras de refuerzo se cruzan, permitiendo así la deformación por cizallamiento en plano. Sin embargo, debido a que los filamentos de fibra de refuerzo se disponen multiaxialmente, el número de filamentos de fibra de refuerzo en cada sentido se reduce a la mitad, esencialmente, en el caso de tela de tejido de forma biaxial, por ejemplo. Así, mientras la drapabilidad es excelente comparado con el material base de fibra de refuerzo unidireccional, existe el problema de que las características mecánicas son pobres.

35 [0017] Además, se conoce un método mediante el cual, a fin de que la preforma hecha del material base de fibra de refuerzo mantenga la forma del producto final o una forma cercana al producto final, el material base de fibra de refuerzo es laminado y conformado por drapeado en un mandril o molde que tiene la forma final. Posteriormente, se utilizan las propiedades adhesivas de la resina termoendurecible o resina termoplástica para unificar el material base de fibra de refuerzo y conservar la forma de la preforma.

40 [0018] Por ejemplo, se ha propuesto un método en el cual un agente adhesivo que contiene resina termoendurecible se adhiere a un material base de fibra de refuerzo, y Después de laminar el material base de fibra de refuerzo sobre la base de una configuración de laminación predeterminada, se aplica presión amplia al laminado, obteniendo así un FRP utilizando una preforma que puede mantener la forma del producto incluso Después de liberar la presión (cf. Literatura Patente 1).

45 [0019] Sin embargo, según dicha propuesta, el laminado de material base de fibra de refuerzo se comprime con la presión suficiente para mantener la forma del producto incluso Después de liberar la presión, y por esta razón es muy difícil deformar el laminado Después de la aplicación de presión. Por esta razón, es necesario preparar la preforma aplicando presión Después de ajustar primero la forma del material base de fibra de refuerzo conformando por drapeado en un molde o medios similares en la forma del producto. Sin embargo, en tal método, es necesario laminar el material base de fibra de refuerzo capa por capa, en particular cuando el material base de fibra de refuerzo se conforma por drapeado en una forma compleja. Por esta razón, existe el problema de que el proceso de conforma-

50

ción por drapeado lleva tiempo. Además, al intentar dar forma por drapeado a un laminado no unificado de múltiples capas en un molde que tiene una forma compleja, pueden surgir problemas, tal como el desenredado del material base de fibra de refuerzo durante la conformación por drapeado, siendo así la manipulación problemática.

5 [0020] A fin de contrarrestar este problema de conformar por drapeado el material base de fibra de refuerzo en formas complejas, se han propuesto métodos en los cuales, por ejemplo, se conforma una preforma con forma arbitraria colgando las fibras de refuerzo en un gran número de clavijas paralelas (cf. Literatura Patente 2). En este método, las fibras de refuerzo se disponen en una estructura de laminado predeterminada ajustando las posiciones de las clavijas sobre las cuales se cuelgan las fibras de refuerzo. Además, se puede obtener una preforma de anchura arbitraria ajustando la distancia entre dichas clavijas.

10 [0021] Sin embargo, cuando se usa este método para elementos que tienen tanto un grosor considerable como amplia área de superficie, como el material estructural para aeronaves, es necesario disponer de un gran número de clavijas y además colgar las fibras de refuerzo muchas veces en las clavijas. Por esta razón, existe el problema de que el método requiere una cantidad excesiva de trabajo y tiempo.

15 [0022] Además, se ha propuesto un método en el cual se forma un FRP usando una preforma unida en dirección del grosor del material base de fibra de refuerzo disponiendo fibras en dirección del grosor de un laminado formado laminando el material base de fibra de refuerzo de tela de tejido de manera biaxial (cf. Literatura Patente 3). En este método, disponiendo las fibras en dirección del grosor en las partes donde no se requiere deformación sin disponer las fibras en dirección del grosor en las partes donde se requiere deformación, se asegura la drapabilidad a la vez que se mejora la manipulación. Sin embargo, en este método, se usa tela tejida biaxial. En una tela tejida biaxial, las
20 fibras de refuerzo se tejen en dos direcciones, y como tal el número de fibras de refuerzo en cada dirección se reduce a la mitad, esencialmente. Además, debido a que las fibras verticales y las fibras horizontales tienen casi la misma fineza, hay una gran cantidad de ondulaciones en las fibras de refuerzo en los puntos de cruce de fibras verticales y horizontales debido a la flexión de la fibra. Como consecuencia, existe el problema de que las características mecánicas obtenidas son aproximadamente sólo la mitad de un preimpregnado en el cual las fibras de refuerzo se
25 disponen de una manera unidireccional.

[0023] Debido a que se exigen características mecánicas muy elevadas del material estructural primario para aeronaves en particular, la tela de tejido biaxial, aunque excelente con respecto a su drapabilidad y manejo, es problemática dado que las características mecánicas de la misma son insuficientes.

30 [0024] Siendo este el caso, no se ha obtenido un material base de fibra de refuerzo unidireccional que combine la drapabilidad, las características mecánicas, y la manipulación, así como un laminado hecho laminando y unificando una pluralidad de capas de dicho material base de fibra de refuerzo, y una preforma y un FRP hecho del mismo, y hay una necesidad de tecnología que satisfaga estas demandas.

Literatura Patente 1: publicación de la solicitud de patente japonesa (Traducción de Solicitud de PCT.) núm. H9-508082

35 Literatura Patente 2: publicación de la solicitud de patente japonesa núm. 2004-218133 de Kokai

Literatura Patente 3: publicación de la solicitud de patente japonesa núm. 2004-36055 de Kokai

[0025] Además, el documento EP 1 408 152 A1 describe una fracción del volumen Vf de la fibra de refuerzo de un material compuesto. Tal compuesto es un FRP que es un producto moldeado que comprende la preforma impregnada de una resina de matriz y la resina endurecida.

40 DESCRIPCIÓN DE INVENCION

[0026] Un objeto de la presente invención, ideada a la luz de los problemas de la técnica relacionada, es proveer: un proceso altamente productivo y económico para producir un laminado de material base de fibra de refuerzo.

[0027] La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Sin formar parte de la invención, se describe además un material base de fibra de refuerzo unidireccional que tiene la siguiente configuración (1).

45 (1) Un material base de fibra de refuerzo unidireccional, teniendo un tejido de filamentos de fibra de refuerzo dispuestos en paralelo en una única dirección y fibras auxiliares dispuestas en al menos otra dirección,

5 donde la longitud L por la cual una fibra auxiliar dispuesta en al menos una otra dirección cruza un filamento de fibra de refuerzo, la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo y la deformación por cizallamiento en plano θ existen en la relación expresada por ecuaciones (I) y (II). Además, una resina adhesiva que tiene una temperatura de transición vítrea Tg entre 0 °C y 95 °C se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo unidireccional en al menos un lado del mismo, la cantidad de resina adhesiva está entre 2 g/m² y 40 g/m² y se adhiere en puntos, líneas o líneas discontinuas.

$$L = H / \cos \theta \text{ (I)}$$

$$3^\circ \leq \theta \leq 30^\circ \text{ (II)}$$

Además, un laminado de material base de fibra de refuerzo que no forma parte de la presente invención tiene la siguiente configuración (2).

10 (2) Un laminado de material base de fibra de refuerzo plano, formado laminando una pluralidad de capas de material base de fibra de refuerzo unidireccional según (1), en el cual la resina adhesiva adherida a cada capa de material base de fibra de refuerzo unidireccional se une parcialmente a una capa opuesta de material base de fibra de refuerzo sobre toda su superficie. Además, la longitud máxima de cada junta de unión no es menor de 1 mm y no más de la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo. Además, un laminado de material base de fibra de refuerzo que no forma parte de la presente invención tiene la siguiente configuración (3).

15 (3) El laminado de material base de fibra de refuerzo según (2), en el cual el espaciado entre juntas de unión respectivas no es menor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo y no mayor que 100 mm. Además, una preforma que no forma parte de la presente invención tiene la siguiente configuración (4).

20 (4) Una preforma formada drapeando el laminado de material base de fibra de refuerzo según (2) o (3), teniendo la preforma una fracción de volumen de fibra de refuerzo V_{pf} en el intervalo del 45% al 62%. Además, una preforma que no forma parte de la presente invención tiene la siguiente configuración (5).

25 (5) La preforma según (4), en la cual las capas de material base de fibra de refuerzo son unidas entre sí por la resina adhesiva sobre sus superficies enteras. Además, un plástico reforzado con fibra que no forma parte de la presente invención tiene la siguiente configuración (6).

(6) Un producto de plástico moldeado reforzado con fibra, obtenido inyectando, impregnando y endureciendo una resina de matriz en la preforma según (4) o (5), y en la cual la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_{pf} del producto plástico moldeado está en un intervalo del 45% al 72%.

30 [0028] Un proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo de la presente invención que soluciona los problemas anteriores se define en las reivindicaciones anexas.

[0029] Sin formar parte de la presente invención, se describe Además un proceso para la producción de una preforma que tiene la siguiente configuración (17).

35 (17) Un proceso para la producción de una preforma que produce una preforma vía al menos los siguientes pasos (a) hasta (d):

(a) colocación del laminado de material base de fibra de refuerzo según (2) o (3) en un mandril;

(b) drapeado a presión del laminado de material base de fibra de refuerzo aplicándole presión superficial y drapeando;

40 (c) realización de una unión a presión por calor calentando el laminado de material base de fibra de refuerzo mientras éste se somete a la presión superficial, y luego uniendo entre sí las capas laminadas del laminado de material base de fibra de refuerzo; y

(d) enfriar el laminado de material base de fibra de refuerzo cuyas capas se han unido entre sí.

Sin formar parte de la invención, se describe Además un proceso para la producción de una preforma que tiene la siguiente configuración (18).

5 (18) El proceso para la producción de una preforma según (17), en el cual, en el paso (b) de drapeado a presión, se usa material de embolsado durante el drapeado, insertándose en el interior el laminado de material base de fibra de refuerzo, en el cual se vacía el interior del material de embolsado para aplicar una presión no inferior a 0,03 MPa y no superior a la presión atmosférica al laminado de material base de fibra de fuerzo. Además, un proceso para la producción de plástico reforzado con fibra que no se encuentra dentro del alcance de la presente invención tiene la siguiente configuración (19).

10 (19) Un proceso para la producción de plástico reforzado con fibra, en el cual la preforma según (4) o (5) se coloca en un molde que tiene un puerto de inyección de resina así como una boca de succión de vacío y se inyecta resina de matriz en la misma mientras el molde está en vacío. Después de que la resina de matriz se haya descargado del puerto de evacuado, se termina la inyección de resina de matriz desde el puerto de inyección de resina. La cantidad descargada de resina de matriz desde el puerto de succión de vacío se
15 ajusta entonces de modo que un plástico reforzado con fibra se forma teniendo una fracción de volumen de fibra de refuerzo V_f entre el 45% y el 72%. Además, un proceso para la producción de plástico reforzado con fibra que no se encuentra dentro del alcance de la presente invención tiene la siguiente configuración (20).

20 (20) El proceso para la producción de plástico reforzado con fibra según (19), en el cual, Después de que se ha terminado la inyección de resina de matriz desde el puerto de inyección de resina, también se aplica succión de vacío desde el puerto de inyección de resina y se ajusta la cantidad de resina de matriz descargada tanto del puerto de inyección como del puerto de succión de vacío.

25 [0030] El laminado de material base de fibra de refuerzo formado laminando una pluralidad de capas de material base de fibra de refuerzo y obtenido según la presente invención tiene una drapabilidad excelente. Por esta razón, una preforma hecha a partir del laminado de material base de fibra de refuerzo puede proporcionar un FRP que tiene altas características mecánicas, mientras se proporciona Además un proceso altamente productivo y económico para la producción de dicho FRP.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0031]

30 La Fig. 1 es una vista en planta resumida mostrando un ejemplo de un material base de fibra de refuerzo unidireccional (no se muestra la resina adhesiva).

La Fig. 2 es una vista en planta resumida ampliada mostrando un ejemplo de un material base de fibra de refuerzo unidireccional (no se muestra la resina adhesiva).

35 La Fig. 3 es una vista en planta resumida mostrando el estado en el cual el material base de fibra de refuerzo unidireccional en La Fig. 1 se ha sometido a la deformación por cizallamiento en plano θ (no se muestra la resina adhesiva).

La Fig. 4 es una vista en planta resumida que muestra como los filamentos de la fibra de refuerzo se desplazan cuando el material base de fibra de refuerzo unidireccional en la Fig. 1 se ha sometido a una deformación por cizallamiento en plano (no se muestra la resina adhesiva).

40 La Fig. 5 es una vista en planta esquemática resumida mostrando un ejemplo de equipo que produce un laminado de material base de fibra de refuerzo unidireccional obtenido de acuerdo con la presente invención.

45 La Fig. 6 es una vista esquemática resumida mostrando un ejemplo del paso de la unión a presión en un proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 7 es un diagrama explicativo resumido que explica las condiciones del proceso durante la producción de una preforma usando el método de embolsado al vacío.

La Fig. 8 es una vista esquemática resumida que muestra las condiciones de unión entre las capas del material base de fibra de refuerzo unidireccional en un laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido de acuerdo con la presente invención.

5

NÚMEROS DE REFERENCIA

[0032]

1 MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL

2 FILAMENTO DE LA FIBRA DE REFUERZO

10 3 FIBRA AUXILIAR VERTICAL

4 FIBRA AUXILIAR HORIZONTAL

L LONGITUD DE FIBRA AUXILIAR HORIZONTAL 4

S HUECO ENTRE FILAMENTOS CONTIGUOS DE LA FIBRA DE REFUERZO 2

H ANCHURA DEL FILAMENTO DE FIBRA DE REFUERZO 2

15 θ DEFORMACIÓN POR CIZALLAMIENTO EN PLANO

5 CORTADOR AUTOMÁTICO

6 MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL

7 BRAZO DEL ROBOT

8 TRANSPORTADOR

20 9 APARATO DE MANO

10 ROLLO

11 CORTADOR AUTOMÁTICO PARA CORTAR EL MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL DE -45°

12 MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL DE -45°

25 13 CORTADOR AUTOMÁTICO PARA CORTAR EL MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL DE 90°

14 MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL DE 90°

15 CORTADOR AUTOMÁTICO PARA CORTAR EL MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL DE -45°

30 16 MATERIAL DE BASE DE LA FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL DE -45°

17 ROLLO

18 DESLIZADOR

19 LAMINADO DE MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO

20 HORNO

- 21 PLANTILLA DE UNIÓN A PRESIÓN
 - 22 PLANTILLA SUPERIOR DE UNIÓN A PRESIÓN
 - 23 PLANTILLA INFERIOR DE UNIÓN A PRESIÓN
 - 24 PUNTO DE PRESIÓN
 - 5 25 ROLLO DE RECOGIDA
 - 26 ESPACIO DE ENFRIAMIENTO
 - 27 MANDRIL
 - 28 LAMINADO DE MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO
 - 29 LAMINA
 - 10 30 SELLADOR
 - 31 ESPACIO
 - 32 MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL
 - 33 RESINA ADHESIVA ADHERIDA AL MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL
 - 15 34 RESINA ADHESIVA ADHERIDA AL MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL OPUESTO
 - 35 MATERIAL BASE DE FIBRA DE REFUERZO UNIDIRECCIONAL OPUESTO
- MEJOR MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

20 [0033] La presente invención es el resultado de la investigación exhaustiva con respecto al problema anterior; a saber, la necesidad de un material base de fibra de refuerzo unidireccional que tiene una excelente maleabilidad, características mecánicas, y características de manipulación. Se encontró que el problema era completamente resuelto por la presente invención usando un material base de fibra de refuerzo unidireccional que tiene un tejido compuesto por filamentos de fibra de refuerzo y fibras auxiliares que unen los filamentos de fibra de refuerzo, en el cual la longitud de las fibras auxiliares se controla para que se mantengan en un intervalo particular.

25 [0034] Se describirá ahora el material base de fibra de refuerzo usado según la presente invención. Como se ha descrito anteriormente, el material base de fibra de refuerzo es un material base de fibra de refuerzo unidireccional que tiene un tejido que incluye filamentos de fibra de refuerzo dispuestos de una manera unidireccional y fibras auxiliares dispuestas en al menos otra dirección. La longitud L por la cual las fibras auxiliares dispuestas en la al menos otra dirección cruzan un único filamento de fibra de refuerzo (de aquí en adelante denominado simplemente 'longitud de fibra auxiliar L '), la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo y la deformación por cizallamiento en plano θ

30 existen en la relación $L = H/\cos \theta$, con $3^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$. Además, una resina adhesiva que tiene una temperatura de transición vítrea T_g entre 0°C y 95°C se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo unidireccional en al menos un lado del mismo.

[0035] En primer lugar, se describirá uno de los objetos de la invención, es decir, la mejora de la maleabilidad del material base de fibra de refuerzo.

35 [0036] El material base de fibra de refuerzo usado según la presente invención es un material base que puede ser sometido a la deformación por cizallamiento en plano para permitir el drapeado satisfactorio en formas que tengan una curvatura bidimensional, tales como superficies esféricas o formas de bloque.

[0037] La presente invención se describirá ahora detalladamente con el uso adicional de los dibujos.

[0038] La Fig. 1 es una vista en planta resumida que explica un material base de fibra de refuerzo unidireccional usado según la presente invención. En este ejemplo, se muestra un material base de fibra de refuerzo unidireccional en el cual las fibras de refuerzo 2, dibujadas y dispuestas de manera unidireccional, están unidas por fibras auxiliares verticales 3 y fibras auxiliares horizontales 4.

5 [0039] La configuración del material base de fibra de refuerzo unidireccional usado según la presente invención no se limita a la configuración mostrada en La Fig. 1, y por ejemplo, también puede ser un material base de fibra de refuerzo unidireccional unido sólo por las fibras auxiliares horizontales 4, sin usar las fibras auxiliares verticales 3. Sin embargo, como se muestra en la Fig. 1, al usar las fibras auxiliares verticales 3, se puede minimizar la ondulación de las fibras auxiliares horizontales 4, y el material base de fibra de refuerzo se puede someter más fácilmente a la deformación fuera de plano y es más flexible a la hora de drapear. Por estos motivos, se prefiere el uso de las
10 fibras auxiliares verticales 3.

[0040] Debido a que los filamentos de fibra de refuerzo 2 del material base de fibra de refuerzo unidireccional 1 tienen un alto grado de flexión, se pueden obtener unas excelentes características compuestas.

15 [0041] Las fibras auxiliares horizontales usadas en la presente invención preferentemente tienen, como un componente primario, al menos uno seleccionado de los siguientes: fibra de nilón 6, fibra de nilón 66, fibra de nilón 11,12, fibra de poliéster, fibra poliaramida, fibra de sulfito polifenileno, fibra polieterimida, fibra polietersulfona, fibra policetona, fibra polietercetona, fibra de éter de poliéter cetona y fibra de vidrio. En particular, la fibra de nilón 66 es preferible debido a que se adhiere bien a la resina y se pueden obtener fibras muy finas de la misma mediante el estirado.

20 [0042] Además, es preferible que las fibras auxiliares horizontales del material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención sean fibras multifilamento. Si se usan fibras multifilamento, es posible reducir la finura (es decir, el diámetro) de las fibras a la de un único filamento. Si tales fibras se usan sin retorcerlas, entonces las fibras auxiliares horizontales en la tela se alinean paralelas la una a la otra sin superponerse en la dirección del grosor. De este modo, se reduce el grosor de las fibras auxiliares horizontales, se reducen las ondulaciones debidas a enredos o intersecciones entre los filamentos de fibra de refuerzo y las fibras auxiliares horizontales, y se aumenta la linealidad de los filamentos de fibra de refuerzo en el plástico reforzado con fibra, resultando en características
25 mecánicas elevadas.

[0043] Desde la misma perspectiva, la anchura de las fibras auxiliares horizontales debería ser la más fina posible, siendo la finura de las fibras auxiliares horizontales preferentemente más de 6 dtex y menos de 70 dtex, y más preferentemente, más de 15 dtex y menos de 50 dtex. Además, también es preferible que la densidad del tejido de las fibras auxiliares horizontales sea más de 0,3 filamentos por centímetro y menos de 6,0 filamentos por centímetro, y más preferentemente, más de 2,0 filamentos por centímetro y menos de 4,0 filamentos por centímetro. Si la densidad del tejido de las fibras auxiliares verticales es pequeña, entonces la tela puede entrar en contactar con el rollo o la barra guía durante el tejido o el paso de la dispersión de polvo. Esto causa desorden en la disposición de las
30 fibras auxiliares horizontales y no es por lo tanto preferible. Además, si la densidad del tejido de las fibras auxiliares horizontales es grande, entonces las ondulaciones entre las fibras auxiliares verticales y las fibras de refuerzo se hacen grandes. Además, la cantidad de fibra para las fibras auxiliares horizontales se hace mayor, y la resistencia al calor del plástico reforzado con fibra se reduce debido a la absorción de humedad o factores similares, y por lo tanto no es preferible.

40 [0044] Además, también es preferible que las fibras auxiliares verticales usadas en la presente invención sean fibras de vidrio, que no se encogen debido al calor al adherir la resina adhesiva al material base de fibra de refuerzo o al endurecer la resina. Además, debido a que las fibras auxiliares verticales no tienen esencialmente efectos de refuerzo con respecto a plástico reforzado con fibras, gruesas fibras auxiliares verticales no son necesarias, y así es preferible una finura mayor que 100 dtex y menor que 470 dtex. Sin embargo, a fin de asegurar un paso del flujo de la resina, las fibras auxiliares verticales están cubiertas, y así, es preferible que se asegure un paso del flujo de la resina mediante la torsión de las fibras de recubrimiento. Las fibras usadas como fibras de recubrimiento pueden incluir: fibra de nilón 6, fibra de nilón 66, fibra de nilón 11,12, fibra de poliéster, fibra poliaramida, fibra de sulfito polifenileno, fibra polieterimida, fibra polietersulfona, fibra policetona, fibra polietercetona y fibra éter de poliétercetona. En particular, la fibra de nilón 66 es preferible debido a que se adhiere bien a la resina. Es preferible una finura superior a 15
45 dtex e inferior a 50 dtex.
50

[0045] Preferentemente fibra de alta resistencia, altamente elástica, tal como fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra de aramida o fibra PBO (poliparafenilenobenzobisoxazol) se usa para los filamentos de fibra de refuerzo 2 que constituyen el material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención. En particular, la fibra de carbono es una de las más fuertes y más elásticas de las anteriores, y así, es más preferible, debido a que se puede obtener un FRP con excelentes características mecánicas de la misma. Una fibra de carbono que tiene una resistencia a la tracción de 4500 MPa o mayor así como un módulo elástico de 250 GPa o mayor es aún más preferible, debido a que se pueden obtener características compuestas aún mejores de la misma.

[0046] Un ejemplo de un material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención, siendo un material base de fibra de refuerzo unidireccional 1 con un mecanismo para la deformación por cizallamiento en plano, se describirá ahora en detalle con el uso de las Figs. 2, 3, y 4.

[0047] La Fig. 2 es una vista en planta esquemática ampliada mostrando el espacio entre filamentos 2 contiguos de fibra de refuerzo contiguos del material base de fibra de refuerzo unidireccional 1 mostrado en la Fig. 1. Entre los filamentos 2 contiguos de fibra de refuerzo, se proporciona un espacio S como resultado de la longitud L de una fibra auxiliar horizontal 4. H es la anchura del filamento de fibra de refuerzo 2. Es posible mover el filamento 2 de fibra de refuerzo paralelo a los filamentos 2 de fibra de refuerzo en una cantidad igual al espacio S. Esta distancia variable está controlada por la longitud L de la fibra auxiliar horizontal 4 que cruza el filamento 2 de fibra de refuerzo. Aquí, la longitud L de la fibra auxiliar horizontal 4 es una longitud $L = H + S$, siendo la suma de la anchura H del filamento de fibra de refuerzo 2 y el espacio S formado entre los filamentos 2 contiguos de fibra de refuerzo.

[0048] En sentido estricto, la longitud L de una fibra auxiliar horizontal 4 depende de la forma transversal de los filamentos 2 de fibra de refuerzo. Por ejemplo, cuando se unen los filamentos 2 de fibra de refuerzo que tienen una forma transversal circular, la longitud mínima de una fibra auxiliar horizontal 4 que cruza un único filamento de fibra de refuerzo 2 se convierte en $L = \pi r$, donde r es el radio del círculo. Sin embargo, debido a que el factor importante en la presente invención es el espacio S entre los filamentos 2 de fibra de refuerzo formados por la longitud de las fibras auxiliares horizontales 4, el L indicado en la presente invención es la longitud de las fibras auxiliares horizontales 4 medida mirando desde una dirección perpendicular con respecto a la superficie formada por las direcciones de longitud y anchura de los filamentos 2 de la fibra de refuerzo. En otras palabras, se entiende que la longitud L de las fibras auxiliares horizontales 4 es la longitud encontrada evaluando $L = H + S$.

[0049] Además, la longitud L de las fibras auxiliares horizontales 4 es la longitud medida cuando los filamentos 2 de fibra de refuerzo son unificados únicamente por las fibras auxiliares horizontales 4. El material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención incluye una resina adhesiva que tiene una temperatura de transición vítrea T_g entre 0 °C y 95 °C adherida a la superficie del mismo en al menos un lado, la cantidad de resina adhesiva es 2 g/m² a 40 g/m². Por esta razón, los filamentos de fibra de refuerzo 2 están unificados no sólo por las fibras auxiliares horizontales 4, sino también por la resina adhesiva. Debido a que la resina adhesiva se aplica sobre la superficie entera del material base de fibra de refuerzo unidireccional, puede resultar difícil medir el espacio S entre filamentos 2 contiguos de fibra de refuerzo así como la longitud de la fibra auxiliar L. En este caso, se pueden medir estas cantidades en el material base de fibra de refuerzo unidireccional antes de aplicar la resina adhesiva.

[0050] En este caso, como se muestra en la Fig. 2, la tela se estira por ambos lados en el sentido transversal de los filamentos de la fibra de refuerzo, de modo que no se produce holgura en las fibras horizontales 4, y Además, se maximiza el espacio S entre los filamentos 2 contiguos de la fibra de refuerzo. En este estado, se utiliza un microscopio de medición capaz de una medición de precisión de hasta 0,01 mm para medir la longitud de la fibra auxiliar L en 50 posiciones. Se entiende entonces que el valor medio de estas medidas es la longitud de la fibra auxiliar L.

[0051] Si la medición no es posible con un microscopio de medición, la medición se puede hacer con un microscopio estereoscópico.

[0052] Si no se puede realizar la medición en el material base de fibra de refuerzo unidireccional antes de aplicar la resina adhesiva, se puede realizar una medición similar a la anterior en un estado donde los filamentos contiguos de la fibra de refuerzo 2 del material base de fibra de refuerzo unidireccional han sido liberados de la adherencia por resina adhesiva.

[0053] De manera similar a lo anterior, la anchura H de los filamentos de fibra de refuerzo 2 se encuentra usando un microscopio de medición capaz de una precisión de medición de hasta 0,01 mm para medir la anchura H de las

fibras de refuerzo en 50 posiciones. Se entiende entonces que el valor medio de estas medidas es la anchura H de las fibras de refuerzo.

[0054] La Fig. 3 muestra un estado donde los filamentos de fibra de refuerzo 2 han sido desplazados por el intervalo del espacio S en una dirección paralela a la dirección de la fibra.

5 [0055] La Fig. 4 es una vista en planta esquemática que muestra cómo los filamentos 2 de fibra de refuerzo se desplazan.

[0056] Más expresamente, la Fig. 4 (a) muestra que un filamento de fibra de refuerzo 2 es capaz de moverse paralelo a un filamento de fibra de refuerzo contiguo porque se proporciona un espacio S entre los filamentos 2 contiguos de fibra de refuerzo, ajustándose el espacio S por la longitud L de las fibras auxiliares horizontales 4.

10 [0057] Además, la Fig. 4 (b) muestra que debido a que un filamento de fibra de refuerzo 2 se desplaza, el espacio S entre filamentos contiguos de fibra de refuerzo 2 se hace más estrecho.

[0058] Además, la Fig. 4 (c) muestra que un filamento de fibra de refuerzo 2 puede moverse hasta entrar en contacto con un filamento de fibra de refuerzo contiguo.

15 [0059] De esta manera, el material base de fibra de refuerzo unidireccional 1 es un material base que puede someterse a deformación por cizallamiento en plano como consecuencia de que los filamentos de fibra de refuerzo 2 que constituyen el material base de fibra de refuerzo unidireccional 1 pueden moverse el uno con respecto al otro. En este caso, es preferible proporcionar fibras auxiliares verticales 3 entre los filamentos de fibra de refuerzo 2, como se muestra en el presente ejemplo. Como consecuencia, aunque los filamentos de fibra de refuerzo 2 se desplacen y el intervalo entre filamentos contiguos de la fibra de refuerzo 2 se haga más estrecho, los filamentos de fibra de refuerzo 2 no entran en contacto estrecho el uno con el otro, permitiendo así asegurar un paso del flujo de inyección de resina entre los filamentos de fibra de refuerzo.

20 [0060] Se puede expresar la cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ en el material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención como un ángulo θ , como se ilustra en La Fig. 4 (c). Es importante destacar que la deformación por cizallamiento en plano θ existe en la relación $L = H / \theta$ (aquí, θ está entre 3° y 30°) con respecto a la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo y la longitud L cuando un hilo auxiliar cruza un filamento único de fibra de refuerzo. La cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ es una cantidad que expresa la distancia paralela que los filamentos de fibra de refuerzo 2 se mueven dentro de la zona del espacio S. Más expresamente, cuando las posiciones esencialmente idénticas A y A' en los filamentos contiguos de fibra de refuerzo 2 en el estado de pre desplazamiento (Fig. 4 (a)) se convierten en A y B en el estado de post desplazamiento (Fig. 4 (c)), se entiende que la cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ es el ángulo formado entre la línea que une A y A' y la línea que une A y B.

25 [0061] En sentido estricto, en caso de un material base de fibra de refuerzo que tiene fibras auxiliares verticales 3 entre los filamentos de fibra de refuerzo 2 como se muestra en La Fig. 4, la distancia movable de los filamentos de fibra de refuerzo 2 se hace más corta en una cantidad igual a la anchura de las fibras auxiliares verticales 3. Así, la ecuación anterior se convierte en $L = (H + D) / \cos \theta$. Cuando θ en este documento es menor de 3° , la cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ del material base de fibra de refuerzo es pequeña, y la drapabilidad se vuelve pobre. Por esta razón, no son preferibles tales ángulos. Por otro lado, cuando θ es mayor que 30° , el espacio S entre los filamentos de fibra de refuerzo se vuelve demasiado grande, no sólo llevando a dificultades en la manipulación, sino que también se pierde la flexión de los filamentos de fibra de refuerzo durante la formación del FRP. Dado que esto puede llevar a reducciones en las propiedades físicas como FRP, no son preferibles tales ángulos.

30 [0062] La deformación por cizallamiento en plano θ también se puede medir en el material base de fibra de refuerzo unidireccional antes de aplicar la resina adhesiva. En este caso, como se muestra en las Figs. 2 y 4 (a), la tela se estira por ambos lados en sentido transversal de los filamentos de fibra de refuerzo, de tal modo que no se produce holgura en las fibras horizontales 4, y Además, de tal modo que se maximiza el hueco S entre los filamentos contiguos de fibra de refuerzo 2. En este estado, los bordes longitudinales respectivos A y A' de los filamentos de la fibra de refuerzo 2 se alinean. Posteriormente, como se muestra en la Fig. 4 (b), los filamentos de fibra de refuerzo 2 en un lado de la tela se desplazan hacia arriba, y como se muestra en la Fig. 4 (c), los filamentos de fibra de refuerzo 2 se disponen de tal modo que se elimina el espacio S. Se usa un microscopio de medición capaz de una precisión de medición de hasta 0,01 mm para medir el ángulo θ en este estado, el ángulo θ es el ángulo formado por la línea que

5 une los bordes longitudinales A y B de los filamentos de fibra de refuerzo y la línea que une los bordes longitudinales A y A' de los filamentos de fibra de refuerzo. La deformación por cizallamiento en plano θ se mide en 50 posiciones, y se entiende que el valor medio de estas medidas es la cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ . Además, como se muestra en la Fig. 4 (c), también es posible medir el ángulo de inclinación de las fibras horizontales para encontrar que la cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ en el caso en el que las fibras horizontales también se desplazan de acuerdo con el desplazamiento de los filamentos de fibra de refuerzo.

10 [0063] Además, una resina adhesiva que tiene una temperatura de transición vítrea T_g entre 0 °C y 95 °C se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención en al menos un lado del mismo, la cantidad aplicada de resina adhesiva está entre 2 g/m² y 40 g/m² y se adhiere en puntos, líneas o líneas discontinuas.

15 [0064] Como consecuencia de dicha resina adhesiva adherida, el material base de fibra de refuerzo se lamina sobre la base de una configuración de laminación predeterminada. Además, como consecuencia de que las capas del material base de fibra de refuerzo están unidas la una a la otra, se puede suprimir el pelado de las capas del material base de fibra de refuerzo a la hora de formar una preforma conformando el material de base de fibra de refuerzo en un molde que tiene una forma predeterminada, lo que mejora en gran medida la manipulación de la preforma.

20 [0065] En el presente documento, «adherido» se refiere a la aplicación de la resina adhesiva al material base de fibra de refuerzo unidireccional que no tiene la resina adhesiva, antes de la laminación. "Unión» se refiere a la unificación de las capas de material base de fibra de refuerzo en un laminado vía la resina adhesiva, Después de laminar las capas del material base de fibra de refuerzo unidireccional al cual se ha aplicado la resina adhesiva. Si el T_g de la resina adhesiva es menos de 0 °C, la resina adhesiva es pegajosa a temperatura ambiente, y así, el material base de fibra de refuerzo unidireccional se vuelve difícil de manejar. Mientras tanto, si la temperatura de transición vítrea T_g de la resina adhesiva excede los 95 °C, la resina adhesiva, aunque no sea pegajoso a temperatura ambiente, se debe calentar para hacer que las capas del material base de fibra de refuerzo se unan, y la unión se vuelve difícil. La temperatura de transición vítrea T_g a la cual se hace referencia en el presente documento es un valor medido por DSC (*differential scanning calorimetry* - calorimetría diferencial de barrido).

25 [0066] Además, para los materiales que constituyen los materiales estructurales primarios de las aeronaves en particular, existe la demanda de que la resistencia a la compresión tras impacto (de aquí en adelante CAI) sea elevada, de tal modo que el material se vea poco afectado por la colisión con objetos voladores o daños debido a la caída de herramientas durante reparaciones.

30 [0067] Debido a que la resina adhesiva se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo, la laminación es fácil comparada con el caso en el cual no se usa la resina adhesiva, incluida la laminación de material base de fibra de refuerzo que constituye un FRP, incluso Después del moldeado del FRP. Debido a que esta laminación incluye la resina adhesiva Además de la resina de matriz, es posible endurecer selectivamente las capas a la hora de usar una resina termoplástica con dureza elevada para la resina adhesiva. Endureciendo tales capas, aquellas capas se deformarán o se romperán cuando el FRP se vea afectado, absorbiendo así la energía de impacto y mejorando la resistencia a la CAI. Por esta razón, optimizando la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo, no sólo se puede mejorar la adhesividad sino también la absorción del choque de impacto.

35 [0068] Si la cantidad adherida de resina adhesiva es inferior a 2 g/m², la cantidad adherida es demasiado pequeña, y no se obtiene suficiente adhesividad. Mientras tanto, si la cantidad adherida es superior a 40 g/m², la cantidad adherida es demasiado grande y el peso del FRP aumenta, perjudicando así la reducción del peso.

40 [0069] Para la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo, se puede usar una resina termoendurecible, una resina termoplástica o una mezcla de éstas. En el caso donde sólo se requiere adhesividad para una preforma, se puede usar individualmente una resina termoendurecible o una resina termoplástica como resina adhesiva. Sin embargo, cuando se requiere una resistencia de impacto tal como la resistencia a la CAI, el uso de una mezcla de una resina termoplástica altamente resistente y una resina termoendurecible que se endurece fácilmente y se une fácilmente al material base de fibra de refuerzo, permite una resina adhesiva que incluye un grado adecuado de resistencia al mismo tiempo que se adhiere al material base de fibra de refuerzo.

45 [0070] Las resinas termoendurecibles que se pueden usar incluyen: resinas de epoxi, resinas de poliéster no saturadas, resinas de éster de vinilo y resinas de fenol. Las resinas termoplásticas que se pueden usar incluyen: acetato de polivinilo, policarbonato, poliacetal, óxido polifenileno, sulfito polifenileno, poliarilato, poliéster, poliamida,

poliamid-imida, polimida, polieterimida, polisulfona, polietersulfona, polieteretercetona, poliaramida, polibezimidazol, polietileno, polipropileno y acetato de celulosa.

5 [0071] Es importante que la resina adhesiva se adhiera al material base de fibra de refuerzo en una configuración de puntos, líneas o líneas discontinuas. Para adherir la resina adhesiva en puntos, la resina adhesiva en forma de polvo puede dispersarse por toda la superficie del material base de fibra de refuerzo y luego sellarse térmicamente. Además, para adherir la resina adhesiva en líneas o líneas discontinuas, la tela hecha de fibras continuas como una tela de tejido o no tejida se puede pegar a la superficie del material base de fibra de refuerzo y luego sellarse térmicamente.

10 [0072] Debido a que el material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención se provee de huecos entre los filamentos de fibra de refuerzo, los filamentos de fibra de refuerzo se hacen movibles, y se mejora así la drapabilidad del material base de fibra de refuerzo unidireccional. Por esta razón, es preferible adherir la resina adhesiva a toda la superficie del material base de fibra de refuerzo en puntos, líneas o líneas discontinuas. Al hacerlo, cuando se drapea el material base de fibra de refuerzo en una forma que requiere deformación por cizallamiento en plano θ , la unión entre los filamentos de fibra de refuerzo debido a la resina adhesiva se suelta fácilmente, permitiendo así a los filamentos de fibra de refuerzo desplazar los huecos establecidos entre ellos, y permitir una suficiente drapabilidad del material base de fibra de refuerzo. Por esta razón, es preferible que la cantidad adherida máxima de resina adhesiva sea igual o inferior a 40 g/m^2 . Desde la misma perspectiva, es más preferible que la cantidad adherida máxima de resina adhesiva sea igual o inferior a 30 g/m^2 .

20 [0073] Por otro lado, no es preferible sellar térmicamente la resina adhesiva a toda la superficie del material base de fibra de refuerzo como una película o configuración similar. Al hacerlo, los filamentos de fibra de refuerzo no se desplazan fácilmente, incluso cuando se proporcionan espacios entre los filamentos de fibra de refuerzo, y no se puede realizar una drapabilidad suficiente.

25 [0074] Además, es preferible adherir la resina adhesiva en las configuraciones y cantidades descritas arriba, ya que al hacerlo, se logra una adhesividad ideal durante la fabricación de la preforma. Además, al hacerlo así no inhibe la impregnación de resina en el material base de fibra de refuerzo en la dirección del grosor durante el moldeado del FRP.

30 [0075] Además, la presente invención se utiliza para producir un laminado del material base de fibra de refuerzo plano, obtenido laminando una pluralidad de capas del material base de fibra de refuerzo unidireccional descrito arriba sobre la base de una configuración de laminación predeterminada. El laminado del material base de fibra de refuerzo obtenido según la presente invención es un material usado para fabricar una preforma, distinta a la preforma que tiene la forma del producto moldeado final. El laminado del material base de fibra de refuerzo obtenido según la presente invención también puede enrollarse sobre un núcleo de papel o medios similares con el fin de mejorar la manipulación como material y usarse sin problemas. El laminado plano al cual se hace referencia en el presente documento es un laminado que, incluso cuando se enrolla sobre un núcleo de papel o medios similares, vuelve a una forma plana cuando se desenrolla (es decir, cuando se libera del estado de estar enrollado sobre el núcleo de papel o medios similares). Cuando el laminado del material base de fibra de refuerzo se enrolla sobre un núcleo de papel o medios similares y luego se desenrolla de esta manera, puede quedar cierta cantidad de pandeo del rollo, y se puede suponer que el laminado no será estrictamente plano. Sin embargo, en tal caso, si la forma del laminado del material base de fibra de refuerzo es la de una curvatura unidimensional, y Además, si el radio de la curvatura del 50% o más del laminado es igual a o mayor que el del núcleo de papel sobre el cual se ha enrollado el laminado, entonces se asume que el laminado es plano.

45 [0076] Normalmente, el material base de fibra de refuerzo unidireccional usado en la presente invención no se usa como una única lámina, sino que se moldea en una preforma mediante laminado y drapeado de una pluralidad de capas del mismo sobre la base de una configuración de laminación predeterminada. Al moldear una preforma, es preferible desde el punto de vista de la maleabilidad hacer primero un laminado plano laminando una pluralidad de capas del material base de fibra de refuerzo sobre la base de una configuración de laminación predeterminada, y luego conformar por drapeado el laminado usando un mandril. Sin embargo, debido a que el material de base de fibra de refuerzo unidireccional de la técnica relacionada tiene una pobre drapabilidad, es difícil conformar el laminado plano usando un mandril que tiene una forma compleja. Por esta razón, se moldea una preforma alineando una capa a la vez con el mandril y laminando sobre la base de la configuración de laminación predeterminada. Debido a que el material de base de fibra de refuerzo usado en la presente invención tiene una drapabilidad excelente como se describe arriba, es posible la conformación por drapeado de un laminado hecho de una pluralidad de capas

usando un mandril, incluso para formas complejas. Así, es preferible la utilización del laminado del material base de fibra de refuerzo obtenido según la presente invención, ya que al hacerlo, se puede mejorar enormemente la maleabilidad cuando se moldea una preforma, y se puede acortar el tiempo de trabajo.

5 [0077] Más expresamente, se lamina una pluralidad de capas del material base de fibra de refuerzo unidireccional para formar un laminado de material base de fibra de refuerzo plano. En otras palabras, el laminado de material base de fibra de refuerzo plano al cual se hace referencia en la presente invención no es una preforma obtenida mediante el drapeado del material base de fibra de refuerzo en una forma deseada y la laminación, sino un laminado de material base de fibra de refuerzo plano obtenido laminando el material base de fibra de refuerzo unidireccional ordinario, y por lo tanto, se puede denominar precursor de una preforma.

10 [0078] Además, la resina adhesiva adherida al material base de fibra de refuerzo se une parcialmente a la superficie opuesta de una lámina de material base de fibra de refuerzo por toda la superficie del mismo. Además, se forman las juntas de unión de modo que la longitud máxima de cada junta de unión no es menor de 1 mm y no mayor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo.

15 [0079] En otras palabras, el laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido según la presente invención se configura de tal modo que una parte de la resina adhesiva adherida a toda la superficie de una capa del material base de fibra de refuerzo unidireccional en puntos, líneas o líneas discontinuas se unifica con (es decir, se une a) la superficie de una capa opuesta de material base de fibra de refuerzo, donde la longitud máxima de una junta de unión no es menor de 1 mm y no mayor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo. La resina adhesiva parcialmente unida a una capa opuesta de material base de fibra de refuerzo sobre toda la superficie de la misma puede determinarse inspeccionando la sección transversal del laminado de material base de fibra de refuerzo, siendo esta resina adhesiva unida el resultado de la resina adhesiva adherida de antemano a una capa de material base de fibra de refuerzo en puntos, líneas, o líneas discontinuas, así como un paso de unión subsiguiente.

20 [0080] La determinación de tales condiciones de unión se describirá ahora con el uso de la Fig. 8. La Fig. 8 (a) muestra el estado en el que un laminado de material de base de fibra de refuerzo 19 está dispuesto entre una plantilla de unión a presión superior 22 que tiene una pluralidad de puntos de presión independientes 24 y una plantilla de unión a presión inferior 23. El laminado de material base de fibra de refuerzo 19 es un laminado de cuatro capas de material base de fibra de refuerzo usado en la presente invención, donde la resina adhesiva 33 se adhiere a una capa de material de base de fibra de refuerzo unidireccional 32 en puntos, líneas, o las líneas discontinuas sobre toda la superficie de la misma. La resina adhesiva 33 se adhiere a la parte superior del material base de fibra de refuerzo unidireccional 32. Debido a que no se ha producido la unión entre el material base de fibra de refuerzo unidireccional 32 en el estado mostrado en la Fig. 8 (a), se puede confirmar si la resina adhesiva 33 se adhiere a toda la superficie inferior del material base de fibra de refuerzo unidireccional 32 levantando el material base de fibra de refuerzo unidireccional 32. La plantilla de unión a presión superior 22, la plantilla de unión a presión inferior 23, así como el laminado de material base de fibra de refuerzo de preunión 19 se calientan a una temperatura igual a o mayor que la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva utilizada. Posteriormente, el laminado de material base de fibra de refuerzo 19 se presiona mediante la plantilla de unión a presión superior 22 y la plantilla de unión a presión inferior 23, unificando así el laminado. La temperatura de calentamiento es más preferentemente +5 °C o mayor que la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva usada. La Fig. 8 (b) muestra el laminado de material base de fibra de refuerzo Después de la unificación. Como consecuencia del calentamiento y el prensado, debido a que sólo los puntos de presión 24 de la plantilla de unión a presión superior 22 aplicaron presión sobre el laminado de material base de fibra de refuerzo 19, la resina adhesiva 33 colocada en dichos puntos fue presionada contra y unificada con (es decir, unida a) la superficie opuesta del material base de fibra de refuerzo unidireccional 35. Por esta razón, existen dos tipos de resina adhesiva utilizada dentro del laminado de material de fibra de refuerzo 28: la resina adhesiva 33 que se adhirió de antemano al material base de fibra de refuerzo antes de la unión y la resina adhesiva 34 que también se une a la superficie opuesta del material base de fibra de refuerzo 35. La resina adhesiva se adhiere al material base de fibra de refuerzo unidireccional 32 en puntos, líneas o líneas discontinuas, y así, mientras toda la resina adhesiva se adhiere al material base de fibra de refuerzo unidireccional 32, la unión de la resina adhesiva con la superficie opuesta del material base de fibra de refuerzo sólo se logra parcialmente sobre toda la superficie de la misma, y, por lo tanto, sólo la resina adhesiva 34 se une al material base de fibra de refuerzo unidireccional 35.

[0081] Como se ha descrito anteriormente, es preferible que las capas del material base de fibra de refuerzo usadas en la presente invención se unan parcialmente sobre toda la superficie del material base de fibra de refuerzo. Por otro lado, no es preferible que toda la superficie esté unida, debido a que los filamentos de fibra de refuerzo no pue-

den moverse durante la conformación por drapeado, y así, la drapabilidad del material base de fibra de refuerzo utilizado en la presente invención no se puede realizar suficientemente. Desde esta perspectiva, la resina adhesiva que se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo se une parcialmente a otra capa, y Además, cada junta de unión tiene una longitud máxima no inferior a 1 mm y no superior a la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo. Si la longitud máxima es inferior a 1 mm, entonces la longitud de las juntas de unión es demasiado corta, y la unión es insuficiente. Por otro lado, si la longitud de las juntas de unión es superior a la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo, entonces un gran número de juntas de unión se extenderá por el espacio entre los filamentos de fibra de refuerzo. Debido a que tales juntas de unión impiden el movimiento de los filamentos de fibra de refuerzo durante la conformación por drapeado, no se puede realizar una drapabilidad suficiente, y por lo tanto, tales longitudes de juntas de unión no son preferibles.

[0082] Además, desde la misma perspectiva, es preferible que el espaciado de las juntas de unión no sea menor que la anchura de un filamento de fibra de refuerzo y no mayor de 100 mm. Si el espaciado de la junta de unión es menor que la anchura de un filamento de fibra de refuerzo, entonces un gran número de juntas de unión se extenderá por el espacio entre los filamentos de fibra de refuerzo, incluso si la longitud máxima de las juntas de unión es H o menor. Así, existe la preocupación de que la drapabilidad del material base de fibra de refuerzo, y así, la drapabilidad del laminado de material base de fibra de refuerzo, se realizarán insuficientemente. Por otro lado, si el espaciado de la junta de unión es mayor de 100 mm, entonces las ventajas de la unión parcial se logran insuficientemente porque el intervalo de unión es demasiado amplio, y por lo tanto, no es preferible dicho espaciado de la junta de unión.

[0083] Es preferible que el laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido en la presente invención tenga una configuración de laminación que constituya un FRP. Sin embargo, si hay un número muy grande de capas laminadas en la configuración de laminación que constituye un FRP, el laminado de material base de fibra de refuerzo puede tener una configuración de laminación que constituye una parte de la configuración de laminación que constituye un FRP. Por ejemplo, en el caso donde la configuración de laminación que constituye un FRP es $[(45/0/-45/90)_X]_S$ (X siendo un entero arbitrario y S aquí significa simetría de espejo), varios laminados de material base de fibra de refuerzo que tienen la configuración de laminación (45/0/-45/90) de una unidad de laminado repetitiva pueden laminarse según sea necesario.

[0084] De esta manera, debido a que el laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido según la presente invención tiene una excelente drapabilidad y manipulación, se puede adquirir una preforma de alta calidad a partir del mismo. En la presente invención, una preforma no se refiere a un laminado plano, sino un intermedio que se ha conformado en forma del producto moldeado final o una forma similar a la del producto final con el uso de un mandril o molde similar.

[0085] En el método en el que un FRP se moldea inyectando la resina de matriz en una preforma, no es ninguna exageración decir que la calidad, buena o mala, del FRP es determinada por la preforma. Por esta razón, un material base de fibra de refuerzo y el laminado de material base de fibra de refuerzo como los usados y obtenidos según la presente invención, a partir de los cuales se puede obtener una preforma de alta calidad, son cruciales.

[0086] La preforma se obtiene conformando por drapeado un laminado de material de base de fibra de refuerzo hecho del material base de fibra de refuerzo unidireccional descrito arriba. Además, es preferible que la fracción de volumen de la fibra de refuerzo V_{pf} de la preforma esté en el intervalo del 45% al 62%.

[0087] Si la fracción de volumen de fibra de refuerzo es menor del 45%, entonces la preforma se vuelve voluminosa, y la fracción de volumen de fibra de refuerzo del FRP del producto moldeado se reduce, y por esta razón no es preferible. Además, si la preforma se comprime, por ejemplo, para reducir el volumen de la misma antes de inyectar la resina de matriz, se producen zonas donde los filamentos se vuelven parcialmente sinuosos, en particular en zonas que tienen curvatura. Debido a que esto reduce las propiedades físicas del producto moldeado de FRP, no son preferibles tales fracciones de volumen. Por otro lado, si la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_{pf} es mayor que el 62%, se hace difícil impregnar la resina de matriz, y se producen vacíos no impregnados u otros defectos con mayor frecuencia, y por lo tanto, no son preferibles tales fracciones de volumen. La fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma puede mejorarse primero conformando el laminado de material base de fibra de refuerzo usando un mandril o medios similares, y posteriormente aplicando presión como presión al vacío o presión directa en la preforma durante un periodo de tiempo fijo mientras la preforma está en un estado calentado o por encima de la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva. En este caso, la fracción de volumen de fibra de refuerzo se puede mejorar en la medida en que las cantidades de temperatura de calentamiento y de presión son altas y los

tiempos de calentamiento y de prensado son largos. De este modo, es posible controlar la fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma controlando apropiadamente la temperatura de calentamiento, la presión, y el tiempo de prensado con calor.

5 [0088] Además, la preforma se caracteriza de tal modo que las capas de material base de fibra de refuerzo se unen esencialmente sobre sus superficies enteras. Dicha preforma se puede fabricar, por ejemplo, primero colocando el laminado de material base de fibra de refuerzo en un mandril o medios similares, cubriendo todo el laminado con una película de embolsado, vaciando el espacio entre la película de embolsado y el laminado, y luego aplicando presión atmosférica en todo el laminado, así presionando firmemente el laminado en el mandril. O bien, también es posible fabricar una preforma usando un mandril y una máquina de prensado para aplicar presión al laminado. De esta manera, dado que la preforma se drapea en la forma del producto final o una forma similar, es necesario mantener la forma Después de la primera conformación por drapeado hasta que sea inyectada la resina de matriz y se forme el FRP. Por esta razón, es preferible primero conformar por drapeado el material base de fibra de refuerzo o el laminado de material base de fibra de refuerzo en la forma de la preforma usando un mandril o medio similar, y posteriormente unir las capas de material base de fibra de refuerzo esencialmente sobre las superficies enteras de las mismas. Haciendo esto, la forma de la preforma se mantiene más fácilmente. Como se ha descrito arriba, si las capas de material de base de fibra de refuerzo de la preforma a la cual se hace referencia en el presente documento (es decir, el intermedio que tiene la forma del producto final o una forma aproximada del producto final) se unen antes de conformar la forma, el movimiento de los filamentos de fibra de refuerzo se restringe, y no se consigue una capacidad de drapeado suficiente, y no se obtiene una preforma favorable.

20 [0089] De esta manera, cuando dicho laminado de material base de fibra de refuerzo plano se drapea en la forma de la preforma que no se encuentra dentro del alcance de la presente invención (es decir, el intermedio que tiene la forma del producto final o una forma aproximada del producto final), se realiza lo siguiente. Con el fin de conseguir una capacidad de drapeado suficiente (es decir, deformación por cizallamiento en plano), la resina adhesiva no se adhiere a las capas de material base de fibra de refuerzo en toda su superficie, sino que se une parcialmente en las juntas de unión que tienen una longitud máxima no menor de 1 mm y no mayor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo. Además, Después de la conformación por drapeado de la preforma, la forma de la preforma se mantiene uniendo las capas del material base de fibra de refuerzo en toda su superficie.

30 [0090] Un proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo produce un laminado de material base de fibra de refuerzo vía al menos los pasos (A) a (F) se define en la reivindicación 1. La forma predeterminada del material base de fibra de refuerzo unidireccional a la cual se refiere en (A) es una forma de anchura fija y longitud continua, donde el material base de fibra de refuerzo unidireccional tiene una orientación de fibra en el ángulo de laminación para cada capa. Al obtener un laminado de material base de fibra de refuerzo que tiene una anchura fija y longitud continua, el laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido puede enrollarse sobre un núcleo de papel o medio similar y almacenarse eficazmente. Cuando la anchura de un miembro a ser formado posteriormente usando el laminado es igual a o menor que la anchura del laminado de material base de fibra de refuerzo, el laminado puede cortarse en la forma del miembro. De esa manera, el laminado puede aplicarse a la creación de todo tipo de miembros.

40 [0091] La configuración de laminación predeterminada a la cual se hace referencia en (B) es una configuración de laminación compartida por todos los miembros a los cuales se aplica el laminado de material base de fibra de refuerzo. Al producir un laminado de material base de fibra de refuerzo en una configuración de laminación compartida, se puede usar el laminado de material base de fibra de refuerzo para la producción de un mayor número de miembros.

[0092] A continuación, se describirá un modo de realización del equipo de producción usado en la presente invención con referencia a la Fig. 5, y se describirá un proceso de producción para el mismo.

45 [0093] Más expresamente, la Fig. 5 muestra, por vía del ejemplo, un equipo que produce un laminado de material base de fibra de refuerzo que tiene la configuración de laminación [45/0/-45/90] S (en el presente documento, S significa la simetría de espejo).

50 [0094] Es posible utilizar un cortador automático 5 comercialmente disponible para el corte de material base de fibra de refuerzo unidireccional en el paso de corte (A). En el paso de laminación (B), es preferible utilizar un brazo robot 7 para transportar y colocar el material base cortado de fibra de refuerzo unidireccional 6 en una posición predeterminada sobre un transportador 8. Un aparato de mano 9 capaz de sostener el material base de fibra de refuerzo unidireccional 6 está unido a la punta del brazo robot 7. El aparato de mano 9 no está particularmente limitado,

siempre que el aparato de mano sea funcional para transportar y colocar el material base de fibra de refuerzo unidireccional 6 sin perjudicar la calidad del mismo. Por ejemplo, un aparato de succión de vacío o un soplador puede conectarse al aparato de mano, y se puede emplear una técnica en la cual el material base de fibra de refuerzo unidireccional 6 es sostenido mediante la succión. O bien, se puede usar un método en el cual el material base de fibra de refuerzo unidireccional 6 se agarra y se sostiene mediante clavijas. También se puede aplicar un método que combine los dos métodos anteriores.

[0095] En particular, es preferible un aparato de mano que usa un aparato de succión de vacío o un aparato soplador, debido a que el material base de fibra de refuerzo no se engancha en clavijas o medios similares y así no existe la preocupación por reducir la calidad del material base de fibra de refuerzo.

[0096] Después de colocar el material base de fibra de refuerzo unidireccional 6 que tiene un ángulo de laminación de 45° en una posición predeterminada sobre el transportador 8, se maneja el transportador para que funcione en la dirección de avance. Al colocar de manera similar el material base de fibra de refuerzo que tiene un ángulo de laminación de 45° en el espacio contiguo al material base de fibra de refuerzo unidireccional 6 que tiene un ángulo de laminación de 45° y que se colocó primero, se prepara material base de fibra que tiene la longitud continua y un ángulo de laminación de 45°. El material base de fibra de refuerzo que tiene un ángulo de laminación de 0° se coloca entonces encima del material base de fibra de refuerzo que tiene un ángulo de laminación de 45° sobre la base de la configuración de laminación. Es preferible colocar directamente el material base de fibra de refuerzo de 0° de un rollo de material base 10 y laminar sin cortar. Después de laminar el material base de fibra de refuerzo de 0°, se hace funcionar el transportador de manera similar, y el material base de fibra de refuerzo unidireccional de -45° 12, que ha sido cortado por un cortador automático 11, es transportado y laminado sobre el laminado de 45° / 0° de material base de fibra de refuerzo. A continuación, material base de fibra de refuerzo unidireccional de 90° 14 cortado por un cortador automático 13, material base de fibra de refuerzo unidireccional de -45° 16 cortado por un cortador automático 15, y material base de fibra de refuerzo de 0° de un rollo 17, son transportados y laminados sobre la base de la configuración de laminación.

[0097] La colocación del material base de fibra de refuerzo que constituye cada capa se realiza, de esta manera, mediante el movimiento del transportador, en el cual el material base laminado se mueve de manera intermitente. Además, debido a que otra capa de material base de fibra de refuerzo a laminar se coloca a continuación en el destino de movimiento, es preferible que el brazo robot 7 se instale sobre un deslizador 18 que puede moverse junto con el desplazamiento del transportador 8 en la misma dirección, de tal modo que el brazo robot 7 es capaz de transportar los respectivos materiales base de fibra de refuerzo a sus posiciones predeterminadas en el transportador.

[0098] Si bien todo el material base de fibra de refuerzo puede ser cortado por un único cortador automático, es preferible cortar materiales base de fibra de refuerzo que tienen sus ángulos de laminación respectivos usando una pluralidad de cortadores automáticos, como se muestra en la Fig. 5. De esa manera, se puede reducir el tiempo requerido en el paso de corte.

[0099] De esta manera, el material base de fibra de refuerzo es repetidamente cortado mediante cortadores automáticos, transportado por un brazo robot, laminado, y movido por un transportador sobre la base de una configuración de laminación predeterminada. Tal método es preferible, ya que permite laminar el material base de fibra de refuerzo continuamente de forma automática y precisa. Es preferible que la precisión sea tal que la desviación del ángulo de orientación de la fibra del material base de fibra de refuerzo unidireccional esté dentro de los 61°, y además, de manera que el espacio entre las láminas contiguas de material base de fibra de refuerzo en la misma capa este entre 0 mm y 3 mm. Si la desviación en el ángulo de orientación de la fibra de refuerzo del material base de fibra de refuerzo es mayor que 1° con respecto al ángulo de laminación especificado por la configuración de laminación predeterminada, entonces no se pueden conseguir las características mecánicas deseadas, y por lo tanto, no son preferibles tales desviaciones. Además, según la configuración de laminación, puede ser necesario colocar láminas de material base de fibra de refuerzo adyacentes entre sí en la misma capa. En este caso, si el espacio entre láminas de material base de fibra de refuerzo es menor de 0 mm (es decir, si las láminas se superponen), entonces el número de capas aumenta para aquellas porciones superpuestas. Debido a que esto aumenta el grosor, dicha superposición no es preferible. Por otro lado, si tales espacios son mayores de 3 mm, entonces las fibras de refuerzo no estarán presentes en aquellas zonas. Como consecuencia, las características mecánicas pueden disminuir, o pueden producirse defectos como la formación de porciones donde la proporción de componente de resina es considerablemente mayor comparado con las ubicaciones donde las fibras de refuerzo están presentes correctamente. Por esta razón, dichos espacios no son preferibles.

- 5 [0100] En el paso de transporte (C), el laminado obtenido en el paso de laminación (B) se transporta al paso de calentamiento (D). En la Fig. 5, un laminado de material base de fibra de refuerzo 19 que tiene una configuración de laminación predeterminada y que está colocado en un transportador 8 se transporta al interior de un horno 20 haciendo funcionar intermitentemente el transportador 8 en la dirección de avance. Debido a que el laminado que ha sido laminado en una configuración de laminación predeterminada todavía no se ha unificado, es difícil llevar el laminado que tiene la longitud continua sin cambiar los ángulos de laminación. Por consiguiente, Después de laminar el material base de fibra de refuerzo en el transportador, es preferible transportar el laminado al horno de manera continua. Al adoptar tal técnica, se puede transportar el laminado al paso de calentamiento y paso de unión a presión sin cambiar los ángulos de laminación.
- 10 [0101] Además, antes de la unificación de la unión en el paso de unión a presión (E), cuando existe la preocupación de que el ángulo de laminación u otros rasgos se pueden cambiar como consecuencia del movimiento en el transportador, un modo de realización preferible implica temporalmente coser los bordes, por ejemplo, del laminado usando una máquina de coser o equipo similar, manteniendo así el laminado en su lugar temporalmente. Cuando se cose temporalmente, los bordes cosidos se cortan y se quitan Después de unir zonas predeterminadas por toda la superficie del laminado en el paso de unión a presión, obteniendo así el laminado de material base de fibra de refuerzo.
- 15 [0102] En el paso de calentamiento (D), el laminado obtenido en el paso de laminación (B) se calienta a una temperatura predeterminada que se describirá más adelante. Es preferible usar un horno con tiro de aire caliente como aparato de calentamiento, debido a que hacerlo así permite que el material base de fibra de refuerzo se caliente sin contacto.
- 20 [0103] Usando un horno 20 como el mostrado en la Fig. 5, la zona de unión se calienta selectivamente en el paso de unión a presión subsiguiente (E). Es preferible usar dicho horno 20 para calentar selectivamente la zona de unión, ya que si se hace así no sólo mejora la eficiencia de calentamiento, sino que Además ofrece las ventajas de unos parámetros de calentamiento más fácilmente controlados, un equipo de calentamiento aún más pequeño, y una instalación fácil en conjunto con el transportador, por ejemplo.
- 25 [0104] Es preferible que las ubicaciones de unión a presión del laminado se calienten uniformemente en todas partes. En particular, es preferible calentar las ubicaciones de unión a presión a una temperatura uniforme en dirección del grosor. Si la temperatura no es uniforme en dirección del grosor, el calentamiento de la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo no será uniforme y se producirán irregularidades en el adhesivo en dirección del grosor, y por lo tanto, no son preferibles tales temperaturas no uniformes. 'Uniforme' en el presente documento significa dentro de 65° °C, y más preferentemente, dentro de 63 °C. No se limita particularmente el método de medición, y se puede realizar la medición colocando termopares en la capa superior y entre capas laminadas del laminado en uno o más puntos de calentamiento representativos del laminado, tratando el laminado con calor, y luego monitorizando las condiciones de calentamiento del laminado.
- 30 [0105] Además, durante el calentamiento, la temperatura predeterminada es preferentemente más alta que la temperatura de transición vítrea Tg de la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo en el caso en que la resina adhesiva se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo en sólo un lado del mismo. Es preferible que la temperatura de calentamiento sea más alta que la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva porque la resina adhesiva se ablanda así, y el laminado puede unirse de manera segura a presiones inferiores en el paso de la unión a presión (E). Más preferentemente, la temperatura de calentamiento es de 5°C a 20°C mayor que la temperatura de transición vítrea Tg.
- 35 [0106] Además, como la resina adhesiva se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo en sólo un lado del mismo, la resina adhesiva se adhiere a la superficie de los filamentos de fibra de refuerzo que constituyen el material base de fibra de refuerzo en el laminado de material base de fibra de refuerzo. A temperaturas iguales a o más bajas que la temperatura de transición vítrea Tg, la adhesividad de la resina adhesiva con respecto a los filamentos de fibra de refuerzo es insuficiente, y lograr la unión favorable en el paso de unión a presión (E) subsiguiente es difícil. Por esta razón, es preferible calentar el laminado a una temperatura más alta que la temperatura de transición vítrea Tg de la resina adhesiva en el caso en que la resina adhesiva se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo en sólo un lado del mismo.
- 40
- 45

[0107] Por otro lado, si la resina adhesiva se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo en ambos lados del mismo, es preferible que la temperatura de calentamiento del laminado de material base de fibra de refuerzo sea igual a o más baja que la temperatura de transición vítrea Tg de la resina adhesiva.

5 [0108] Si la resina adhesiva se adhiere a la superficie del material base de fibra de refuerzo en ambos lados del mismo, entonces la resina adhesiva se une a la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo en el laminado de material base de fibra de refuerzo. En este caso, debido a que la resina adhesiva se une a sí misma, se puede lograr suficiente adhesividad incluso cuando se calienta a temperaturas iguales o menores que la temperatura de transición vítrea Tg. Hacerlo así es preferible, debido a que permite la producción de laminado de material base de fibra de refuerzo a temperaturas más bajas.

10 [0109] Más preferentemente, la temperatura de calentamiento del laminado del material base de fibra de refuerzo no es inferior a 30 °C por debajo de la temperatura de transición vítrea Tg de la resina adhesiva, y no superior a la temperatura de transición vítrea Tg.

15 [0110] En el paso de unión a presión (E), es necesario unir parcialmente la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo que constituye el laminado de material base de fibra de refuerzo de la superficie opuesta en toda la superficie del mismo. Se muestra un ejemplo del paso de unión a presión de la presente invención en la Fig. 6.

[0111] Más expresamente, la Fig. 6 muestra una sección transversal de una plantilla de unión a presión 21 instalada dentro del horno 20 mostrado en la Fig. 5, así como el laminado de material base de fibra de refuerzo 19 y el transportador 8.

20 [0112] Al operar el transportador 8, el laminado de material base de fibra de refuerzo 19 en el transportador 8 se transporta a la plantilla de unión a presión 21 instalada dentro del horno.

25 [0113] Es preferible que la plantilla de unión a presión 21 incluya una plantilla de unión a presión superior 22 y una plantilla de unión a presión inferior 23, y que la plantilla de unión a presión superior 22 tenga una pluralidad de puntos de presión protuberantes e independientes 24 sobre toda la superficie de la misma. Al utilizar dicha plantilla de unión a presión 21 y controlar los parámetros de calentamiento en el paso de calentamiento (D) y los parámetros de presión de la plantilla de unión a presión 21, la resina adhesiva adherida a cada lamina de material base de fibra de refuerzo unidireccional que constituye el laminado de material base de fibra de refuerzo se puede unir parcialmente al material base de fibra de refuerzo unidireccional de la superficie opuesta respectiva. Además, al hacer el tamaño de la sección transversal de cada punto de presión independiente 24 de manera que la longitud máxima de la sección transversal no sea menor que 1 mm y no mayor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo, la longitud máxima de cada junta de unión del laminado de material base de fibra de refuerzo puede hacerse para que no sea menor que 1 mm y no mayor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo. El perfil transversal de los puntos de presión 24 en particular no se especifica, y es posible usar formas redondas, cuadradas, rectangulares, o una variedad de otras formas para los mismos.

30

35 [0114] Además, la disposición de los puntos de presión 24 en la plantilla de unión a presión superior 22 es tal que el espaciado de los puntos de presión 24 no es menor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo y no mayor que 30 mm. Si el espaciado de los puntos de presión 24 es menor que H, se forman demasiados puntos de unión en el laminado de material base de fibra de refuerzo, y por lo tanto, no es preferible tal espaciado. Por otro lado, no es preferible que el espaciado de los puntos de presión 24 sea mayor que 30 mm, ya que esto resulta en un número insuficiente de puntos de unión. Además, es preferible que la plantilla de unión a presión 21 sea de metal y tenga funciones de generación de calor. El método de generación de calor en particular no se limita y puede incluir el suministro conjunto de un calentador eléctrico, agua calentada o una línea de aceite caliente. Es preferible que la plantilla de unión a presión 21 esté hecha de metal, dado que de esa manera permite una eficiencia de calentamiento mejorada por dichos métodos generadores de calor o el horno 20 arriba mencionados. Además, desde la perspectiva de realizar ajustes para el mantenimiento o el cambio de los parámetros de presión, es preferible que los puntos de presión 24 sean extraíbles.

40

45

[0115] Además, la forma de la sección transversal de los puntos de presión 24 en la plantilla de unión a presión superior 22 es circular, con un diámetro que es igual a o menor que la anchura H de un filamento de fibra de refuerzo, y Además, con un espaciado entre puntos de presión vecinos más cercanos que está entre H y 30 mm.

[0116] Por ejemplo, si la forma de la sección transversal de los puntos de presión es cuadrangular o triangular, existe la preocupación de que los bordes de los vértices de la forma en sección transversal de los puntos de presión podrían dañar los filamentos de fibra de refuerzo en el paso de unión a presión, y por lo tanto, no son preferibles tales formas de la sección transversal.

5 [0117] Por otro lado, si la forma de la sección transversal de los puntos de presión es circular, no hay vértices, y así el paso de unión a presión puede realizarse sin que los bordes de vértices dañen los filamentos de fibra de refuerzo. Por esta razón, es preferible una forma de sección transversal circular.

10 [0118] Además, es preferible que los puntos de presión de la plantilla de unión a presión tengan funciones de calentamiento. El mecanismo de la función de calentamiento puede ser tal que se instala la tubería para un recorrido del flujo del medio de transferencia de calor en la plantilla de unión a presión, donde los puntos de presión de la plantilla de unión a presión se calientan mediante el flujo de un medio de transferencia de calor, el medio de transferencia de calor ha sido calentado por un controlador de temperatura de la herramienta.

15 [0119] De esta manera, como consecuencia del calentamiento de los puntos en el laminado de material base de fibra de refuerzo donde la presión debe ser aplicada mediante puntos de presión calentados, el tiempo de calentamiento puede ser acortado comparado con el caso de calentamiento por aire caliente como el de un horno, y Además, el control de la temperatura de calentamiento es fácil. Por esta razón, es preferible dicho método de calentamiento.

20 [0120] En el paso de enfriamiento (F), la unión se completa enfriando la resina adhesiva unida a cada lamina de material base de fibra de refuerzo que se calentó en el paso de calentamiento (D) y el paso de unión a presión (E). En la Fig. 5, se proporciona un espacio de enfriamiento 26 entre el horno 20 y el rollo de recogida 25, el espacio de enfriamiento 26 enfría el laminado de material base de fibra de refuerzo a temperatura ambiente. Después de enfriar a temperatura ambiente y completar la unión, hay un paso de recogida donde el laminado de material base de fibra de refuerzo se enrolla sobre el rollo de recogida 25. El rollo de recogida 25 no se limita particularmente, siempre que el laminado de material base de fibra de refuerzo pueda enrollarse sobre el mismo. Se puede usar un núcleo de papel o medios similares que tengan un diámetro adecuado, el diámetro está preferentemente entre 50 cm y 150 cm.

[0121] Es preferible usar un transportador para realizar continuamente estos pasos (A) a (F), debido a que hacerlo de esta manera permite la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo con una longitud continua.

30 [0122] Es posible enrollar el laminado de material base de fibra de refuerzo obtenido de esta manera en el rollo 25 si es necesario. Además, antes de enrollar el laminado de material base de fibra de refuerzo según sea necesario, los bordes del laminado de material base de la fibra de refuerzo pueden coserse usando una máquina de coser o medios similares, suprimiendo así el desenredado del laminado de material base de fibra de refuerzo debido a la tensión cuando se enrolla. En este caso, al quitar los bordes cosidos cuando sea necesario, se puede conseguir la capacidad de dar una forma predeterminada al laminado de material base de fibra de refuerzo. Sin embargo, también es posible mantener el laminado de material base de fibra de refuerzo en un estado plano sin enrollarlo para su almacenamiento o uso en un paso subsiguiente.

[0123] El proceso para producir una preforma que no se encuentra dentro del alcance de la invención presente produce una preforma vía al menos los pasos siguientes (a) hasta (d), expresamente:

- 40 (a) colocar el laminado de material base de fibra de refuerzo en un mandril;
- (b) drapeado a presión del laminado de material base de fibra de refuerzo aplicando presión en la superficie del mismo para ser conformado por el mandril;
- 45 (c) realizar la unión a presión en caliente calentando el laminado de material base de fibra de refuerzo mientras está sometido a presión superficial, y luego unir las capas laminadas del laminado de material base de fibra de refuerzo; y
- (d) enfriar la preforma hecha del laminado de material base de fibra de refuerzo obtenida en el paso de unión a presión caliente (c).

- 5 [0124] En el paso de colocación (a) del presente documento, se coloca un laminado de material base de fibra de refuerzo, obtenido laminando una pluralidad de capas de material base de fibra de refuerzo hecho del material base de fibra de refuerzo unidireccional, en un mandril Después de ser cortado en una forma predeterminada para la conformación por drapeado. Dependiendo de la configuración de laminado de la preforma a producir, también es posible colocar y laminar una pluralidad de laminados de material base de fibra de refuerzo. Además, también es posible colocar y laminar un laminado de material base de fibra de refuerzo y una única lámina de material base de fibra de refuerzo.
- 10 [0125] En el paso de drapeado a presión (b), Después de colocar el laminado de material base de fibra de refuerzo, se aplica presión superficial al laminado de material base de fibra de refuerzo a fin de que sea drapeado por el mandril sobre la base de una configuración de laminado predeterminada. El método mediante el cual se aplica presión superficial no se limita en particular, aunque el uso del método de embolsado al vacío es preferible, donde el laminado de material base de fibra de refuerzo y el mandril se sellan usando una película plástica o una lámina hecha de varios cauchos. Al evacuar posteriormente el interior del sellado, la película o la lámina presiona fuertemente contra el laminado de material base de fibra de refuerzo y el laminado de material base de fibra de refuerzo es drapeado por el mandril debido a la presión atmosférica. En particular, es preferible realizar la conformación por drapeado usando una lámina hecha de varios cauchos como caucho de silicio o caucho de nitrilo, debido a que las arrugas se forman con menos facilidad en comparación con el caso de usar una película, y se puede producir así una preforma que tiene una uniformidad excelente.
- 15 [0126] En lo sucesivo, el método de producción de una preforma por el método de embolsado al vacío se describirá detalladamente con el uso de La Fig. 7.
- 20 [0127] En primer lugar, se coloca un laminado de material base de fibra de refuerzo 28 en el mandril 27. La superficie del mandril 27 se puede tratar con un agente separador, si es necesario. Después de la colocación, el mandril y el laminado de material base de fibra de refuerzo 28 son cubiertos con una película plástica o una lámina 29 hecha de varios cauchos, con los bordes de la misma sellados al mandril usando sellador 30 o medios similares. El espacio 31 formado por la película o lámina y el mandril se despresuriza por succión de vacío usando una bomba de vacío o medios similares. Se aplica entonces presión atmosférica al laminado de material base de fibra de refuerzo mediante la lámina 29 para conformar por drapeado el laminado de material base de fibra de refuerzo.
- 25 [0128] En particular, es más preferible usar una lámina hecha de varios cauchos. Dado que dicha lámina es estirada fuertemente por la presión atmosférica, se suprime el desarrollo de arrugas en comparación con una película, permitiendo así que se forme una preforma con una excelente uniformidad superficial.
- 30 [0129] Además, es preferible hacer preparaciones de tal modo que varios submateriales necesarios durante el paso de drapeado a presión (b) y durante la inyección de resina para el moldeado pueden colocarse simultáneamente. Al hacerlo, la inyección de resina se puede realizar inmediatamente Después de la finalización de la serie de pasos de drapeado.
- 35 [0130] De esta manera, se utiliza una película plástica o lámina 29 hecha de varios cauchos para conformar por drapeado el laminado de material base de fibra de refuerzo 28 aplicando presión atmosférica al mismo. Este método es preferible, debido a que permite la aplicación de presión uniforme al laminado del material base de fibra de refuerzo 28, y así se pueden eliminar los fenómenos como el desorden de las fibras de refuerzo durante el drapeado a presión e irregularidades en el grosor de la preforma.
- 40 [0131] En el paso de unión a presión por calentamiento (c), se aplican calor y presión superficial al laminado del material base de fibra de refuerzo que se conformó en una forma de preforma en el paso de drapeado a presión (b). Al hacerlo así, las láminas de material base de fibra de refuerzo en las capas laminadas del laminado del material base de fibra de refuerzo se unen entre sí en la totalidad de sus superficies con el uso de resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo. Así, las láminas de material base de fibra de refuerzo se pueden unir entre sí Después de haber utilizado la capacidad de conformación del laminado de material base de fibra de refuerzo para crear una forma de preforma en el paso de drapeado a presión (b). Por esta razón, es posible la conformación de formas complejas, y Además, es posible producir una preforma con una excelente capacidad para mantener su forma.
- 45 [0132] Un método preferible de aplicar calor y presión al laminado de material base de fibra de refuerzo implica lo siguiente. En primer lugar, se utiliza una película plástica o lámina hecha de varios cauchos para conformar por
- 50

drapeado el laminado del material base de fibra de refuerzo. Posteriormente, mientras siga en dicho estado, se introduce todo el laminado de material base de fibra de refuerzo en un horno o medios similares y se calienta. Este método es preferible, debido a que permite que se forme la preforma calentándola tal cual en un horno o medios similares Después del paso de drapeado a presión (b).

5 [0133] Además, es preferible que la temperatura de calentamiento sea igual o mayor que la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo. Es preferible hacerlo así, ya que al hacer que la temperatura de calentamiento sea más alta que la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva, la resina adhesiva se ablanda, y así la preforma puede unirse adecuadamente a presiones más bajas. Más preferentemente, la temperatura de calentamiento es de 5 °C a 20 °C mayor que la temperatura de transición vítrea Tg. Más preferentemente, la temperatura es igual o mayor que la temperatura de calentamiento en el paso de calentamiento en el cual el laminado de material base de fibra de refuerzo se calienta. Después del paso de unión a presión por calentamiento (c), la preforma se enfría en el paso de enfriamiento (d). La temperatura de enfriamiento es preferentemente menor o igual a la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo. En particular, si el laminado de material base de fibra de refuerzo se calienta en el paso de unión a presión por calentamiento (c) a una temperatura mayor que la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva, la resina adhesiva se ablanda. Así, cuando la preforma se maneja en un estado de resina ablandada, las capas de material base de fibra de refuerzo pueden desplazarse, y Además, si el laminado de material base de fibra de refuerzo es conformado por drapeado de tal modo que la resina adhesiva contacta con el mandril, es muy probable que la resina adhesiva se adhiera al mandril, y así existe la preocupación de que sea difícil de quitar la preforma del mandril. Por esta razón, no son preferibles tales temperaturas de calentamiento.

[0134] Es posible usar varios métodos como método de enfriamiento, como exponer la preforma a temperatura ambiente Después del paso de unión a presión (c) o enfriar haciendo pasar agua fría por el mandril.

[0135] El proceso para producir un FRP que no se encuentra dentro del alcance de la presente invención implica lo siguiente. La resina de matriz se inyecta en una preforma que tiene una fracción de volumen de fibra de refuerzo Vpf entre el 45% y el 62%. Después de que la resina de matriz se descarga desde un puerto de succión de vacío, se termina la inyección de resina de matriz desde un puerto de inyección, y la cantidad de resina de matriz descargada del puerto de succión de vacío se ajusta para formar un FRP que tiene una fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf entre el 45% y el 72%.

[0136] Más expresamente, si la fracción del volumen de fibra de refuerzo Vf del FRP es menos del 45%, entonces la resistencia y el módulo elástico para el FRP serán bajos, y el FRP deberá ser más grueso para conseguir las características mecánicas establecidas. Como consecuencia, hay preocupación de que las ventajas del peso reducido disminuyan, y, por lo tanto, no son preferibles tales fracciones de volumen.

[0137] Por otro lado, si la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf es mayor que el 72%, entonces la cantidad de resina de matriz será insuficiente, y así, se producirán con mayor facilidad defectos tales como vacíos. Por esta razón, no son preferibles tales fracciones del volumen.

[0138] Además, en el caso de que se forma un FRP que tiene un gran número de capas laminadas, como 20 capas laminadas de material base de fibra de refuerzo que constituyen el FRP, entonces, teniendo en cuenta las características de endurecimiento de la resina de matriz, es preferible reservar primero un periodo de tiempo para inyectar en la preforma, calentar la resina de matriz para bajar su viscosidad, y luego inyectar la resina de matriz. Además, es preferible calentar simultáneamente la preforma en la cual la resina de matriz se debe inyectar. Al usar una preforma que tiene una fracción de volumen de fibra de refuerzo alta Vpf para formar un FRP con una fracción de volumen de fibra de refuerzo comparativamente alta Vf, hay una tendencia a que la impregnabilidad de la resina de matriz disminuya debido a la mayor densidad de fibras de refuerzo en la preforma. Es así también preferible en este caso reducir la viscosidad de la resina de matriz calentándola, y luego inyectar la resina de matriz para impregnar la preforma.

[0139] Más preferentemente, una vez terminada la inyección de resina de matriz desde un puerto de inyección, se aplica succión de vacío desde un puerto de succión relacionado con el puerto de inyección, y la resina de matriz se succiona y descarga tanto desde el puerto de succión como desde un puerto de succión de vacío convencional. Además, es preferible ajustar la cantidad de resina de matriz descargada para formar un FRP que tenga una fracción de volumen de la fibra de refuerzo Vf entre el 45% y el 72%.

[0140] Cuando se hace descargar la resina de matriz desde el puerto de succión conectado al puerto de inyección y/o un puerto de succión de vacío convencional, es preferible aplicar la presión externa en la preforma para descargar la resina de matriz en un periodo de tiempo más corto.

5 [0141] Además, la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_f del FRP se ajusta preferentemente para que sea igual o mayor y no más de un 20% mayor que la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_{pf} de la preforma. Es posible ajustar la fracción de volumen de fibra de refuerzo del FRP controlando la cantidad de resina de matriz descargada. Después de inyectar la resina de matriz en la preforma, usando factores como el tiempo y la temperatura por los cuales la resina de matriz es succionada desde el puerto de succión y/o el puerto de succión de vacío, y aplicando además presión externa a la preforma.

10 [0142] La «fracción de volumen de fibra de refuerzo V_{pf} de la preforma» es un valor medible definido de la siguiente manera y es un valor del estado antes de que la resina de matriz se inyecte en la preforma.

[0143] Más expresamente, la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_{pf} de la preforma se puede expresar en términos de grosor (t) de una preforma sometida a una presión atmosférica equivalente de 0,1 MPa, usando la ecuación siguiente:

15 Fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma $V_{pf} = F \times p / p / t / 10$ (%),

en la cual

F: peso del material (g/m^2)

p: número de capas de material (láminas)

p: densidad de la fibra de refuerzo (g/cm^3)

20 t: grosor de la preforma (mm)

[0144] Se puede obtener un método específico para medir el grosor de una preforma usando el método para medir el grosor descrito en los métodos de prueba para tejidos de fibra de carbono descritos en JIS R 7602, pero en el cual la presión se cambia a 0,1 MPa. En el proceso de moldeado VaRTM que utiliza la presión de vacío para inyectar la resina de matriz e impregnar la preforma mientras la preforma está sometida a presión atmosférica, es preferible controlar la fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma mientras la preforma está sometida a una presión atmosférica equivalente de 0,1 MPa. Si la preforma tiene una forma compleja y la medida en base a JIS R 7602 no se puede realizar, entonces se puede cortar una muestra de la preforma y medirla. En este caso, es necesario tener cuidado al cortar la muestra, para no cambiar el grosor de la preforma como consecuencia del corte. Además, si el corte de la muestra tampoco es posible, el grosor de la preforma se puede medir realizando lo siguiente. Se usa una película de embolsado para embolsar al vacío la preforma y el mandril de preforma. Mientras la preforma está así sometida a presión atmosférica, se mide el grosor total de la preforma, el molde, y la película de embolsado, y luego el grosor del molde y de la película de embolsado se restan del total para obtener el grosor de la preforma.

35 [0145] Además, la «fracción de volumen de fibra de refuerzo V_f del FRP» es un valor medible definido de la siguiente manera y es un valor del estado Después de que la resina de matriz se haya inyectado en la preforma y se haya endurecido. Más expresamente, la medición de la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_f del FRP se puede expresar de manera similar en términos del grosor (t) del FRP utilizando la ecuación siguiente, similar a la anterior:

$$\text{FRP Fracción de volumen de fibra de refuerzo } V_f = F \times p / p / t / 10 \text{ (\%)}$$

40 [0146] Aunque t en el presente documento es el grosor (mm) del FRP, los otros parámetros son idénticos a los valores de parámetro usados al evaluar la fracción de volumen de la fibra de refuerzo V_{pf} de la preforma anterior.

F: peso del material (g/m^2)

p: número de capas de material (láminas)

p: densidad de la fibra de refuerzo (g/cm^3)

t: grosor del FRP (mm)

5 [0147] Si el peso del material F, el número de capas de material y la densidad de la fibra de refuerzo no se conocen, entonces la fracción de volumen de fibra de refuerzo del FRP se puede medir usando el método de combustión, el método de disolución de ácido nítrico o el método de disolución de ácido sulfúrico en base a JIS K 7075. La densidad de la fibra de refuerzo usada en este caso es el valor medido en base a JIS R 7603.

10 [0148] El método específico para medir el grosor del FRP no se limita particularmente, siempre que el método pueda usarse correctamente para medir el grosor del FRP. Sin embargo, como se ha descrito en JIS K 7072, es preferible realizar la medición usando un micrómetro prescrito en JIS B7502 o medios que tengan la misma o mayor precisión. Si el FRP tiene una forma compleja y no se puede medir, entonces se puede cortar y medir una muestra (es decir, una muestra para la medición que tiene un cierto grado de forma y tamaño) del FRP.

15 [0149] El material base de fibra de refuerzo usado en la presente invención tiene una resina adhesiva adherida a la superficie del mismo. La resina adhesiva une las capas de material base de fibra de refuerzo, realizando así una función que mejora las propiedades de manejo tales como características de retención de la forma del material base de fibra de refuerzo y la preforma, al tiempo que realiza una función que mejora la resistencia al impacto, como la resistencia CAI. Cuando se espera mejorar la resistencia al impacto mediante dicha resina adhesiva, es preferible que se formen capas que incluyan la resina adhesiva entre las capas de fibra de refuerzo Después del moldeado del FRP.

20 [0150] Por otro lado, durante la producción del FRP, la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf del FRP puede mejorarse aumentando la cantidad de resina de matriz descargada, pero al inyectar la resina de la matriz, pueden haber casos en los que la resina de matriz y/o la preforma se calientan durante la inyección, como se ha descrito arriba. Si la temperatura de calentamiento excede la temperatura de transición vítrea de la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo, entonces la resina adhesiva puede ablandarse, caerse de la superficie del material base de fibra de refuerzo y quedar dentro de la resina de matriz que forma el espacio entre las capas de material base de fibra de refuerzo.

25 [0151] En tal caso, si la cantidad de resina de matriz descargada se aumenta de tal modo que la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf del FRP es de más del 20% mayor que la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vpf de la preforma, entonces la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo se caerá y puede quedar dentro de la resina de matriz o mezclarse con la resina de la matriz. Si la resina adhesiva está contenida dentro de la resina de matriz, existe la preocupación de que una gran cantidad de resina adhesiva puede descargarse junto con la descarga de la resina de matriz.

30

[0152] De esta manera, la descarga de resina adhesiva que acompaña la descarga de resina de la matriz no es un problema, debido a que la resina adhesiva no funciona como un elemento que constituye el FRP y sólo funciona para mejorar la manipulación y otras características del laminado de material base de fibra de refuerzo y/o la preforma hasta que el FRP se moldee. Sin embargo, en el caso en que se espera que la resina adhesiva consiga funciones como la mejora de la resistencia al impacto del FRP, tal descarga no es preferible.

35

[0153] Por otro lado, en el caso en el que no se espera que la resina adhesiva funcione como un elemento que constituye el FRP y sólo funciona para mejorar la manipulación y otras características del material base de fibra de refuerzo y/o la preforma hasta que el FRP se moldee, se puede calentar la resina de matriz y la preforma para hacer que la resina adhesiva se caiga de la superficie del material base de fibra de refuerzo o se mezcle con la resina de matriz, y luego descargar activamente la resina adhesiva junto con la resina de matriz. Como se ha descrito arriba, la resina adhesiva forma fácilmente espacios entre las capas de material base de fibra de refuerzo que constituyen el FRP. Mientras esto mejora la resistencia al impacto del FRP, también existe la preocupación de que la mejora de la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf del FRP se verá perjudicada, así como la preocupación de que la mejora de las características de compresión y/o tensión debido a que el FRP tenga una fracción de volumen de fibra de refuerzo alta Vf se verá perjudicada. Por esta razón, descargando activamente la resina adhesiva, suprimiendo aumentos del grosor interlaminar y aumentando la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vf, es posible mejorar las características de compresión y/o tensión.

40

45

[0154] Además, la resina de matriz se inyecta en la preforma, y Después de descargar la resina de matriz desde un puerto de succión de vacío, se termina la inyección de resina de matriz desde el puerto de inyección, y se aplica la succión de vacío desde un puerto de succión unido al puerto de inyección. Es preferible realizar lo arriba menciona-

50

do para ajustar la cantidad de resina de matriz descargada desde el puerto de succión unido al puerto de inyección y el puerto de succión de vacío convencional, de tal modo que la fracción de volumen de fibra de refuerzo V_f del FRP este entre el 45% y el 72%.

5 [0155] Es preferible succionar y descargar la resina de matriz desde un puerto de succión unido al puerto de inyección Además de un puerto de succión de vacío convencional, debido a que al hacerlo se reduce el tiempo de descarga de la resina de matriz.

10 [0156] Además, en el caso de succionar y descargar la resina de matriz desde sólo el puerto de succión de vacío convencional, mientras la resina de matriz impregnada en la preforma en ubicaciones cerca del puerto de succión de vacío se succiona fácilmente, la resina de matriz impregnada en la preforma cerca del puerto de inyección no se succiona fácilmente, y por lo tanto, la descarga es difícil. Como consecuencia, existe la preocupación de que la fracción de volumen de fibra de refuerzo del FRP en las ubicaciones cerca del puerto de inyección sea inferior a la fracción de volumen de fibra de refuerzo del FRP en las ubicaciones cerca del puerto de succión de vacío. Por esta razón, es preferible también succionar y descargar la resina de matriz desde un puerto de succión unido al puerto de inyección Después de inyectar la resina de matriz en la preforma, debido a que al hacerlo, se atenúan las irregularidades en las fracciones de volumen de fibra de refuerzo en ubicaciones respectivas en el FRP.

EJEMPLOS

[0157] De aquí en adelante, la presente invención se describirá con detalle adicional con el uso de modos de realización y ejemplos relativos.

20 [0158] Los valores de los parámetros se calculan usando los métodos siguientes. (1) Fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma V_{pf}

[0159] Se entiende que el tamaño de la muestra es 300 mm x 300 mm; se produce una preforma según lo descrito en cada uno de los siguientes ejemplos de preforma y la fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma V_{pf} se resuelve como se describe abajo.

[0160] El peso del material F (g/m^2) se mide así.

25 [0161] Después de cortar el material a 125 mm x 125 mm y quitar las fibras auxiliares verticales y horizontales usando pinzas, se coloca el material cortado en un recipiente que contiene cloruro de metileno y se sumerge en el cloruro de metileno para disolver y quitar la resina adhesiva adherida al material. Después de la disolución y eliminación de la resina adhesiva, el material se seca durante una hora a 110 °C 65 °C dentro de un secador, y luego se enfría a la temperatura ambiente dentro de un desecador. El peso W (g) del material enfriado se pesa en unidades de 0,1 g utilizando una balanza electrónica, y el peso del material se evalúa como F (g/m^2) = W (g)/0,125 x 0,125 (m^2).

[0162] La densidad de la fibra de refuerzo ρ (g/cm^3) es la densidad de los filamentos de la fibra de refuerzo usados en el material y se mide de acuerdo con el método A de JIS R 7603.

35 [0163] El grosor de la preforma t (mm) se mide colocando primero la preforma en un mandril, sellándola con la película de embolsado y evacuando el espacio sellado. Mientras la preforma está sometida a la presión atmosférica, se utilizan un medidor de altura y un micrómetro para medir, en unidades de 0,01 mm, el grosor de la preforma en cinco puntos: el centro y las cuatro esquinas. El grosor en el centro de la preforma se mide midiendo primero la altura en la posición central de la preforma desde la parte superior de la película de embolsado mientras la preforma está sometida a la presión atmosférica, y luego se restan los valores previamente medidos para la altura del mandril y el grosor de la película de embolsado. El grosor en las cuatro esquinas de la preforma se mide utilizando primero un micrómetro para medir el grosor combinado del mandril, la preforma y la película de embolsado mientras la preforma está sometida a la presión atmosférica, y luego se restan los valores previamente medidos para el grosor del mandril y el grosor de la película de embolsado.

45 [0164] La fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma V_{pf} se calcula usando el peso de material F (g/m^2), el número de capas de material p (láminas), la densidad de la fibra de refuerzo ρ (g/cm^3), y el grosor de la preforma t (mm), medidos de acuerdo con lo medido empleando los métodos anteriores para evaluar $V_{pf} = F \times p / \rho / t / 10$ (%) en los cinco puntos donde el grosor de la preforma se midió, se entiende que el valor medio de los cinco puntos es la fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma V_{pf} .

[0165] Los FRPs se producen como se describe en el presente documento, y las fracciones de volumen V_f de fibra de refuerzo del FRP se calcula de la manera siguiente. El peso del material F y la densidad de la fibra de refuerzo ρ son idénticos a los anteriores.

5 [0166] El grosor FRP (mm) se mide en unidades de 0,01 mm usando un micrómetro Después de retirar un FRP del molde. El grosor FRP se mide en tres puntos: en las proximidades del puerto de inyección de resina de epoxi, en las proximidades del puerto de succión de vacío y una ubicación centralmente posicionada entre el puerto de inyección y el puerto de succión de vacío.

10 [0167] La fracción de volumen V_f de fibra de refuerzo del FRP se calcula utilizando el peso del material F (g/m^2), el número de capas de material p (láminas), la densidad de la fibra de refuerzo ρ (g/cm^3), y el grosor del FRP t (mm) según lo medido por los métodos anteriores para evaluar $V_f = F \times p / \rho / t / 10$ (%).

(2) La fracción de volumen V_f de fibra de refuerzo del FRP

[0168] La fracción de volumen V_f de fibra de refuerzo del FRP se calcula usando los métodos descritos en el presente documento.

(3) La longitud L por la cual una fibra auxiliar cruza un único filamento de fibra de refuerzo

15 [0169] La longitud L se calcula para utilizar los métodos descritos en el presente documento.

(4) Anchura H de filamentos de fibra de refuerzo

[0170] La anchura H se calcula usando los métodos descritos en el presente documento.

(5) deformación por cizallamiento en plano θ

20 [0171] La deformación por cizallamiento en plano θ se calcula usando los métodos descritos en el presente documento.

Ejemplo 1

25 [0172] Se produjo una tela de tejido de fibra de carbono unidireccional y sin ondulaciones, con un peso de fibra de carbono de $190 g/m^2$ y se usó como material base de fibra de refuerzo unidireccional. Para los filamentos de fibra de refuerzo, esencialmente se usaron filamentos de fibra de carbono no retorcidos como las fibras verticales, los filamentos de fibra de carbono tienen un recuento de filamentos de 24.000, una anchura de 5,4 mm, una resistencia a la tracción de 5,8 GPa, un módulo de elasticidad a la tracción de 290 GPa y una cantidad de agente encolador adherente igual a 0,5% del peso. Para las fibras auxiliares verticales se usaron fibras de vidrio de 22,5 dtex con un agente de acoplamiento adherido a las mismas y se cubrieron con fibras de revestimiento de nailon refinado 66 de 17 dtex en 250 torsiones por metro. Para las fibras auxiliares horizontales se utilizaron esencialmente filamentos de nailon refinado 66 de dtex 17, sin torsiones. La densidad tejida de los filamentos de fibra de carbono y las fibras auxiliares verticales fue de 1,84 hilos/cm, la densidad tejida de las fibras auxiliares horizontales fue de 3 hilos/cm y la longitud L por la cual una fibra auxiliar horizontal cruza un único filamento de fibra de carbono fue de 5,6 mm.

35 [0173] La cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ como se muestra en la Fig. 4 se midió para la fibra de carbono de tela de tejido de la siguiente manera. En primer lugar, se cortó la tela de tejido de fibra de carbono en un cuadrado de 100 mm x 100 mm (corte en el cual los lados del cuadrado fueron respectivamente paralelos y perpendiculares a los filamentos de fibra de carbono) y luego se colocó sobre la platina de un microscopio óptico. Al observar la tela de tejido de fibra de carbono con un aumento de 25x, la forma de la tela de tejido de fibra de carbono se ajustó de tal modo que las fibras auxiliares horizontales estaban en ángulo recto respecto a los filamentos de fibra de carbono y sin holgura. Después, se fijó un único filamento de fibra de carbono en su lugar, y un filamento de fibra de carbono contiguo se deslizó hacia arriba para crear deformación por cizallamiento en plano. Al deslizar el filamento de fibra de carbono, las fibras horizontales que se habían dispuesto en ángulo recto con respecto a la dirección dispuesta de los dos filamentos de fibra de carbono se inclinaron con respecto a la disposición de los filamentos de fibra de carbono. Además, el espacio entre los filamentos de fibra de carbono se hizo más estrecho, y por último los filamentos de fibra de carbono entraron en contacto el uno con el otro. Este estado se fotografió, y el resultado de medir el ángulo θ formado por una fibra horizontal inclinada y una línea ortogonal a la dirección dispuesta de los filamentos de fibra de carbono fue $\theta = 15^\circ$.

[0174] Para la resina adhesiva, se dispersaron 27 g/m² de pellas (*pellets*) sobre la superficie de la tela de tejido, las pellas tenían un diámetro mediano de 120 mm y contenían una resina termoplástica con una temperatura de transición vítrea de 70 °C. Las pellas se adhirieron entonces a la superficie de la tela de tejido calentando a 200 °C, produciendo así un material base de la tela de tejido. El diámetro mediano en este documento es el diámetro mediano adquirido de la distribución de tamaño de partícula medida utilizando un analizador de distribución de tamaño de partícula de dispersión láser.

[0175] Este material base de tela de tejido se cortó en láminas de tela de tejido de 1 m de ancho, 1 m de longitud y con ángulos de orientación de la fibra de 45 °, 0 °, -45 ° y 90 °. Luego se preparó un laminado laminando sucesivamente estas láminas en el orden de 45 °, 0 °, -45 °, 90 °, 90 °, -45 °, 0 ° y 45 °. Se colocó el laminado sobre una placa plana de aleación de aluminio y calentado mediante su introducción en un horno con una temperatura interna de 80 °C. Después de calentarlo completamente, una plantilla de unión a presión de aleación de aluminio se colocó sobre el laminado, teniendo cada punto de presión de la plantilla una área de sección transversal de 1 mm² y un paso de 10 mm. Además, se colocó una carga sobre la plantilla de unión a presión de tal modo que la presión aplicada a un único punto de presión era de 0,1 MPa, aplicando así presión al laminado en las ubicaciones correspondiente a los puntos de presión de la plantilla de unión a presión. Como consecuencia, la resina adhesiva adherida a la superficie del material base de la tela de tejido unió el material base de tela de tejido en los puntos de presión en toda la dirección del grosor.

[0176] Después de la unión, se retiró el laminado del horno y se enfrió dejándolo a temperatura ambiente, y así se obtuvo un laminado de material base de tela de tejido de fibra de carbono.

Ejemplo 2 (como referencia)

[0177] El laminado obtenido en el Ejemplo 1 se colocó en un mandril de hierro que tenía una forma parcialmente esférica con una curvatura de 800 mm y una cuerda con una curvatura bidimensional de 350 mm de longitud, y luego se cubrió con caucho de silicio de un grosor de 1,5 mm. Después de sellar los bordes del caucho de silicio al mandril utilizando un sellador, el espacio formado por el mandril y el caucho de silicio se vació con una bomba de vacío, y el laminado se presionó y se conformó por drapeado mediante el mandril.

[0178] A continuación, se insertó el laminado en un horno mientras todavía estaba sometido a presión por el mandril y luego se calentó a una temperatura de 80 °C durante dos horas, haciendo así que las láminas de material base de tela de tejido de fibra de carbono se unieran entre sí. Posteriormente, se retiró el laminado del horno y se enfrió a temperatura ambiente, y así se obtuvo una preforma. Después de despegar el caucho de silicio del mandril, la preforma fue cubierta de nuevo con una película de embolsado, y los bordes de la película de embolsado se sellaron al mandril utilizando el sellador. Después, el espacio formado por el mandril y la película de embolsado se vació con una bomba de vacío, aplicando así presión de vacío sobre la preforma. Mientras la preforma estaba sometida a la presión de vacío, la altura desde la parte superior de la película de embolsado se midió empleando un calibre de altura. Restando el grosor del mandril y de la película de embolsado, se midió el grosor de la preforma. La medición de la fracción de volumen Vf de fibra de refuerzo de la preforma dio como resultado una fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma Vpf del 52%.

[0179] La preforma obtenida no mostró ninguna arruga en toda la superficie de la misma, se unieron juntas las capas de material base de tela de tejido de fibra de carbono, y la preforma retuvo favorablemente la forma del mandril.

Ejemplo 3 (como referencia)

[0180] Se produjo una preforma idéntica al Ejemplo 2, salvo que el mandril utilizado fue un mandril de hierro que tenía una forma parcialmente esférica con una curvatura de 400 mm y una cuerda con una longitud de curvatura bidimensional de 350 mm. De manera similar al Ejemplo 2, la medición de la fracción de volumen de fibra de refuerzo Vpf de la preforma dio como resultado una fracción de volumen de fibra de refuerzo de la preforma Vpf del 52%.

[0181] La preforma obtenida no mostró ninguna arruga en toda la superficie de la misma, se unieron juntas las capas de material base de la tela de tejido de fibra de carbono, y la preforma retuvo favorablemente la forma del mandril.

Ejemplo 4 (como referencia)

[0182] La preforma producida en el Ejemplo 2 se colocó en un molde, se inyectó con resina de epoxi, y se realizó un RTM (*Resin Transfer Molding*).

5 [0183] Se realizó la inyección de resina de epoxi hasta que toda la preforma se impregnó de resina de epoxi. Después de descargar la resina de epoxi desde un puerto de succión de vacío, se cerró el puerto de inyección y se terminó la inyección de resina de epoxi. El puerto de inyección se conectó entonces a la línea de succión de vacío y se realizó el vaciado junto con el puerto de succión de vacío convencional, y se descargó el exceso de resina de epoxi inyectada.

10 [0184] La descarga de resina de epoxi desde el puerto de succión de vacío convencional y el puerto de succión de vacío preparado conectando de nuevo el puerto de inyección con la línea de succión de vacío se realizó hasta que el grosor medido de la preforma impregnada de resina de epoxi alcanzara un grosor equivalente a la fracción de volumen Vf de fibra de refuerzo post-moldeo del 55%. La medición del grosor de la preforma impregnada de la resina de epoxi se llevó a cabo midiendo tres ubicaciones: la ubicación del puerto de inyección, la ubicación del puerto de succión de vacío y una ubicación central colocada entre el puerto de inyección y el puerto de succión de vacío.

15 [0185] Después de descargar la resina de epoxi, la preforma impregnada de resina de epoxi se sometió a un primer endurecimiento durante dos horas a una temperatura de 130 °C, y posteriormente, a un segundo endurecimiento durante dos horas a una temperatura de 180 °C, y así se realizó el RTM.

20 [0186] El grosor del plástico reforzado con fibra de carbono obtenido se midió en tres ubicaciones: la ubicación del puerto de inyección, la ubicación del puerto de succión de vacío y una ubicación central colocada entre el puerto de inyección y el puerto de succión de vacío. La medición de la fracción de volumen Vf de fibra de refuerzo del FRP dio como resultado una fracción de volumen Vf de fibra de refuerzo del FRP uniforme del 55% en todas las ubicaciones. No se encontraron arrugas obvias o fibras serpentinadas al inspeccionar el aspecto superficial, teniendo el FRP calidad superficial favorable. Además, no se encontraron defectos como fibras sinuosas, vacíos o espacios al cortar el plástico reforzado con fibra de carbono e inspeccionar la sección transversal, estando el FRP en un estado suficientemente utilizable como material estructural.

25 Ejemplo 5 (como referencia)

30 [0187] Se realizó un RTM similar al del Ejemplo 4 utilizando la preforma producida en el Ejemplo 3, para así obtener el plástico reforzado con fibra de carbono. De manera similar al Ejemplo 4, la medición de la fracción de volumen Vf de fibra de refuerzo del FRP dio como resultado una fracción de volumen Vf de fibra de refuerzo del FRP uniforme del 55% en todas las ubicaciones. No se encontró ninguna arruga obvia o fibras sinuosas. Después de la inspección del aspecto superficial, el FRP tenía la calidad superficial favorable. Además, no se encontraron defectos como fibras sinuosas, vacíos o espacios al cortar el plástico reforzado con fibra de carbono e inspeccionar la sección transversal, estando el FRP en un estado suficientemente utilizable como material estructural.

Ejemplo comparativo 1

35 [0188] Se produjo una tela de tejido de fibra de carbono unidireccional, que no ondula, con un peso de fibra de carbono de 190 g/m². Sólo se usaron filamentos reforzados con fibra de carbono y fibras horizontales idénticas a las del Ejemplo 1, sin usar fibras auxiliares verticales. La densidad de las fibras horizontales fue de 3 hilos/cm, y la longitud por la cual una fibra horizontal cruza un único filamento de fibra de carbono fue de 5,4 mm, lo que previene esencialmente la aparición de espacios entre los filamentos de fibra de carbono.

40 [0189] La cantidad de deformación por cizallamiento en plano θ de la tela de tejido de fibra de carbono se midió de manera similar a la del Ejemplo 1. Sin embargo, dado que el tejido era de tal modo que no existían espacios entre los filamentos de fibra de carbono, los resultados de la medición encontraron que los filamentos de fibra de carbono fueron inamovibles, incluso si se induce una deformación por cizallamiento en plano. Cuando se forzó la deformación, los filamentos de fibra de carbono contiguos se aplastaron el uno contra el otro y como resultado al final generaron arrugas.

45 [0190] La resina termoplástica se adhirió a la superficie de la tela de tejido de manera similar a la del Ejemplo 1, produciendo así un material base de tela de tejido.

Ejemplo comparativo 2

[0191] Se preparó un laminado similar al del Ejemplo 1 utilizando el material base de tela de tejido obtenido en el Ejemplo comparativo 1. De manera similar, se utilizó una plantilla de unión a presión para unir capas de material base de tela de tejido en toda la dirección del grosor, obteniendo así un laminado.

5 [0192] Este laminado se utilizó entonces para producir una preforma de manera similar a la del Ejemplo 2. La calidad de la preforma era pobre, la preforma tenía arrugas prominentes formadas en dos ubicaciones en el borde del laminado, con flexión de la fibra confirmada en las partes arrugadas.

Ejemplo comparativo 3

[0193] Se realizó un RTM de manera similar a la del Ejemplo 4 utilizando la preforma obtenida en el Ejemplo comparativo 3.

10 [0194] La forma de las arrugas de las partes arrugadas de la preforma permaneció en el plástico moldeado reforzado con fibra. La existencia de porciones y espacios en las partes arrugadas se confirmó, en estas partes la proporción de componente de resina era notablemente grande comparado con las ubicaciones donde las fibras de refuerzo estaban presentes correctamente.

15 [0195] La medición del grosor del plástico reforzado con fibra y el cálculo de la fracción de volumen V_f de fibra de refuerzo del FRP de manera similar a la del Ejemplo 4 dio como resultado una fracción de volumen V_f de fibra de refuerzo del FRP del 55% para ubicaciones aparte de las zonas arrugadas. Por otro lado se confirmó que, dada la existencia de porciones y espacios en las zonas arrugadas en las cuales la proporción de componente de resina era notablemente grande comparado con zonas donde las fibras de refuerzo estaban correctamente presentes, la evaluación de la fracción de volumen de fibra de refuerzo en las partes arrugadas no fue posible.

20

25

30

35

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) que produce un laminado (19, 28) al menos a través de los siguientes pasos (A) a (F) que comprenden:

5 (A) cortar un material base de fibra de refuerzo unidireccional (1, 6, 32) en una forma predeterminada, teniendo el material base un tejido de fibras de refuerzo (2) dispuestas en paralelo en una sola dirección y fibras auxiliares (4) dispuestas en al menos una otra dirección, con lo cual las fibras auxiliares (4) dispuestas en al menos otra dirección cruzan las fibras de refuerzo (2), la anchura H de las fibras de refuerzo (2) y la deformación por cizallamiento en plano θ figuran en la relación expresada por las ecuaciones (I) y (II) abajo,

$$L = H / \cos \theta \text{ (I)}$$

$$3^\circ \leq \theta \leq 30^\circ \text{ (II)}$$

10 en la cual L es la longitud medida a lo largo de las fibras auxiliares (4) cuando se mira desde una dirección perpendicular al material base de fibra de refuerzo (1, 6, 32) y es definida por $L=H+S$ donde S es un espacio entre las fibras de refuerzo adyacentes(2);

15 y en el cual una resina adhesiva (33, 34) que tiene una temperatura de transición vítrea Tg comprendida entre 0°C y 95°C se adhiere a la superficie de cada material base de fibra de refuerzo unidireccional (1, 6, 32) en al menos un lado del mismo, estando la cantidad de resina adhesiva (33, 34) comprendida entre 2 g / m² y 40 g / m² y adherida en puntos, líneas o líneas discontinuas,

20 donde la resina adhesiva (33, 34) adherida a cada capa de material base de fibra de refuerzo unidireccional (1, 6, 32) se une parcialmente a una capa opuesta de material base de fibra de refuerzo (35) sobre toda su superficie, y donde, Además, la longitud máxima de cada junta no es inferior a 1 mm ni superior a la anchura H de las fibras de refuerzo (2);

(B) laminar el material base de fibra de refuerzo unidireccional (1, 6, 32) que ha sido cortado en una forma predeterminada transportando y disponiendo sucesivamente capas del mismo de manera plana en base a una configuración predeterminada;

25 (C) transportar de manera intermitente el laminado (19, 28) obtenido en el paso de laminación (B) al paso de calentamiento;

(D) calentar el laminado (19, 28) transportado en el paso de transporte (C);

30 (E) unir a presión el laminado (19, 28) aplicando presión únicamente sobre puntos predeterminados del laminado (19, 28) utilizando una plantilla de unión a presión (21) y uniendo juntas las capas de material base de fibra de refuerzo (1, 6, 32) en los puntos de presión (24) en toda la dirección del grosor por medio de la resina adhesiva (33, 34) adherida a la superficie del material base de fibra de refuerzo (1, 6, 32); y

(F) enfriar el laminado (19, 28);

donde, en el paso de unión a presión (E), la plantilla de unión a presión (21) tiene una pluralidad de puntos de presión independientes (24), y Además, la longitud máxima de cada punto de presión (24) es inferior o igual a la anchura H de una fibra de refuerzo (2), y

35 donde, en el paso de unión a presión (E), el perfil transversal de los puntos de presión (24) de la plantilla de unión a presión (21) es circular, el diámetro de la sección transversal circular es inferior o igual a la anchura H de las fibras de refuerzo (2) y, Además, la unión a presión es efectuada con el espaciado entre los puntos de presión vecinos más próximos (24) que no es inferior a H ni superior a 30 mm.

40 2. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) según la reivindicación 1, en el cual, en el paso de laminación (B), un material base de fibra de refuerzo (1, 6, 32) se transporta y se coloca de modo que el borde plano longitudinal de una lámina de material de base de fibra de refuerzo (29) se alinee con el

borde plano longitudinal de otra lámina de material base de fibra de refuerzo (29) que constituye una capa de fibras de refuerzo (2) orientadas en una dirección idéntica a la misma, produciendo así un laminado de material base de fibra de refuerzo continuo(19, 28).

- 5 3. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) según la reivindicación 1 ó 2, en el cual, en el paso de laminación (B), un brazo robot (7) se utiliza para transportar y colocar el material base de fibra de refuerzo (1, 6, 32) cortado en el paso de corte (A), de modo que la desviación angular del material base de fibra de refuerzo (1, 6, 32) no sobrepasa 1 °, y Además, de modo que el espacio (S) entre las láminas adyacentes de material base de fibra de refuerzo (29) en la misma capa no sobrepasa 3 mm.
- 10 4. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) según una de las reivindicaciones 1 - 3, en el cual, en el paso de calentamiento (D), las partes del laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) a unir en el paso de unión a presión (E) son calentadas por aire caliente.
- 15 5. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) según la reivindicación 4, en el cual, en el paso de calentamiento (D), se utiliza una resina adhesiva (33, 34) adherida a la superficie de una lámina de material base de fibra de refuerzo (29) sobre un único lado del mismo, y Además, la temperatura de calentamiento del laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) es superior a la temperatura de transición vítrea Tg de la resina adhesiva (33, 34).
- 20 6. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibras de refuerzo (19, 28) según la reivindicación 5, en el cual, en el paso de calentamiento (D), se utiliza una resina adhesiva (33, 34) adherida a la superficie de los dos lados de una lámina de material base de fibras de refuerzo (29), y en el cual, Además, la temperatura de calentamiento del laminado de material base de fibra de refuerzo (19, 28) es superior o igual a la temperatura de transición vítrea Tg de la resina adhesiva (33, 34).
- 25 7. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibras de refuerzo (19, 28) según una de las reivindicaciones 1 - 6, en el cual, en el paso de unión a presión (E), la unión a presión se efectúa con el espaciado entre los puntos de presión vecinos más próximos (24) de la plantilla a presión (21) que no es inferior a H ni superior a 30 mm.
8. Proceso para la producción de un laminado de material base de fibras de refuerzo (19, 28) según una de las reivindicaciones 1 - 7, en el cual, en el paso de unión a presión (E), la unión a presión se efectúa utilizando una plantilla de unión a presión (21) cuyos puntos de presión (24) incluyen funciones de calentamiento.

Fig. 1

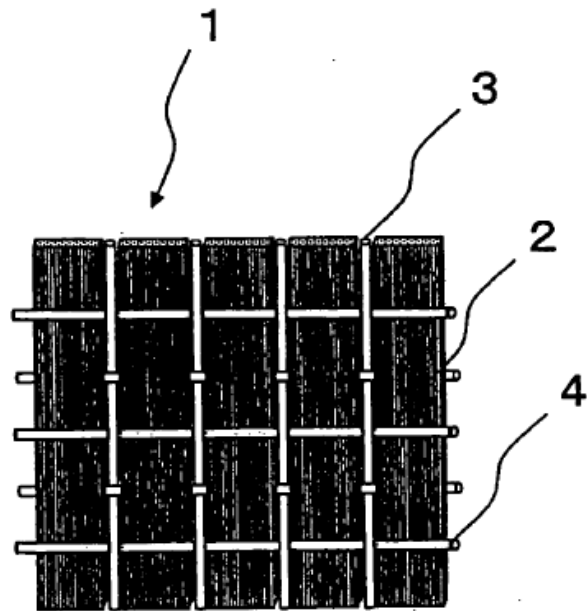
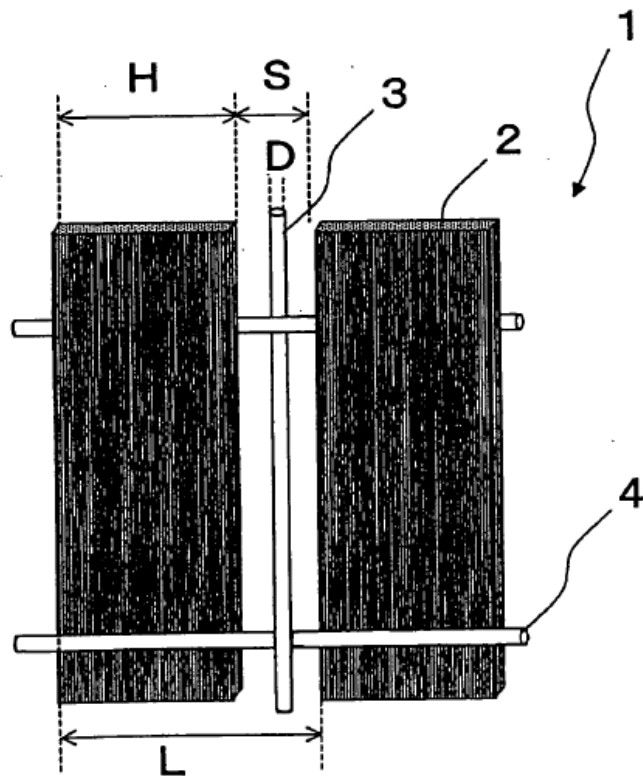


Fig. 2



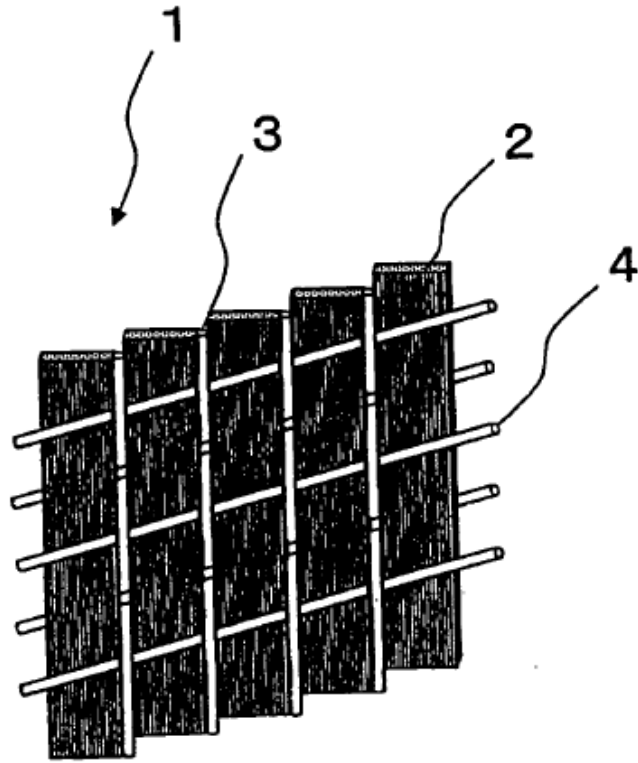


Fig. 3

Fig. 4

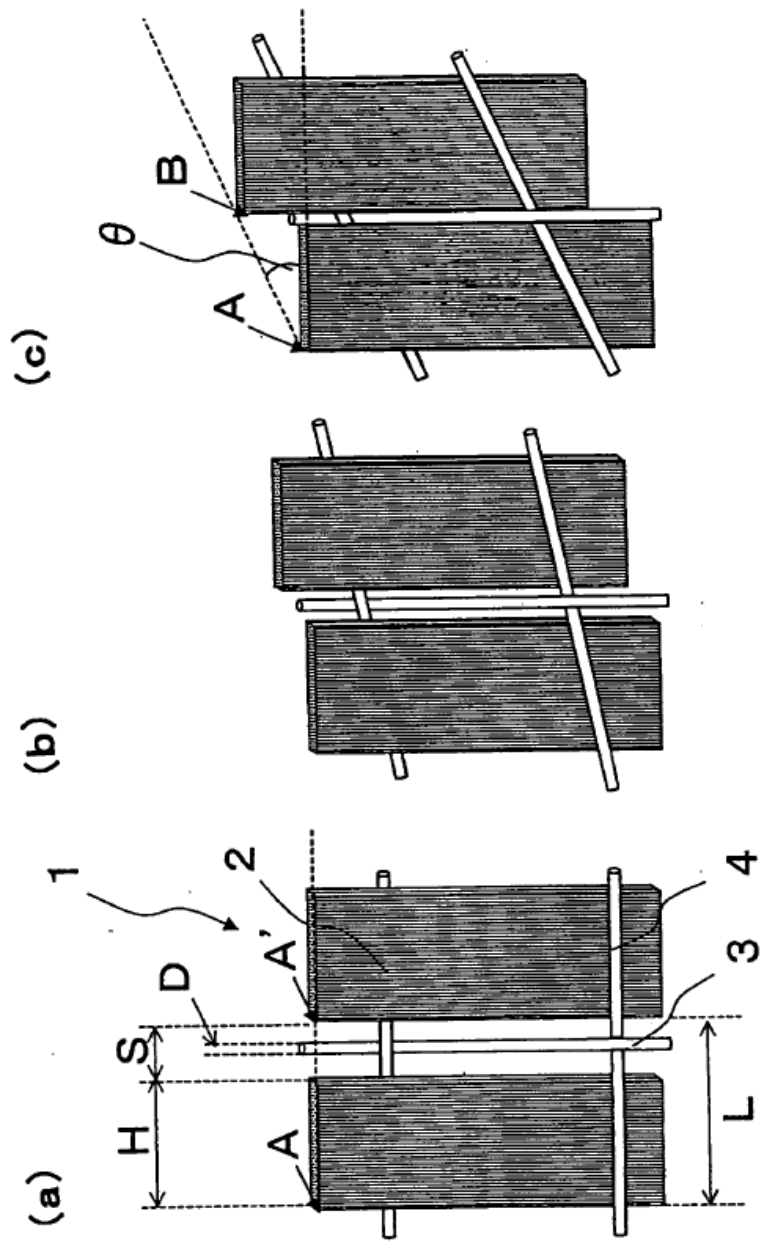
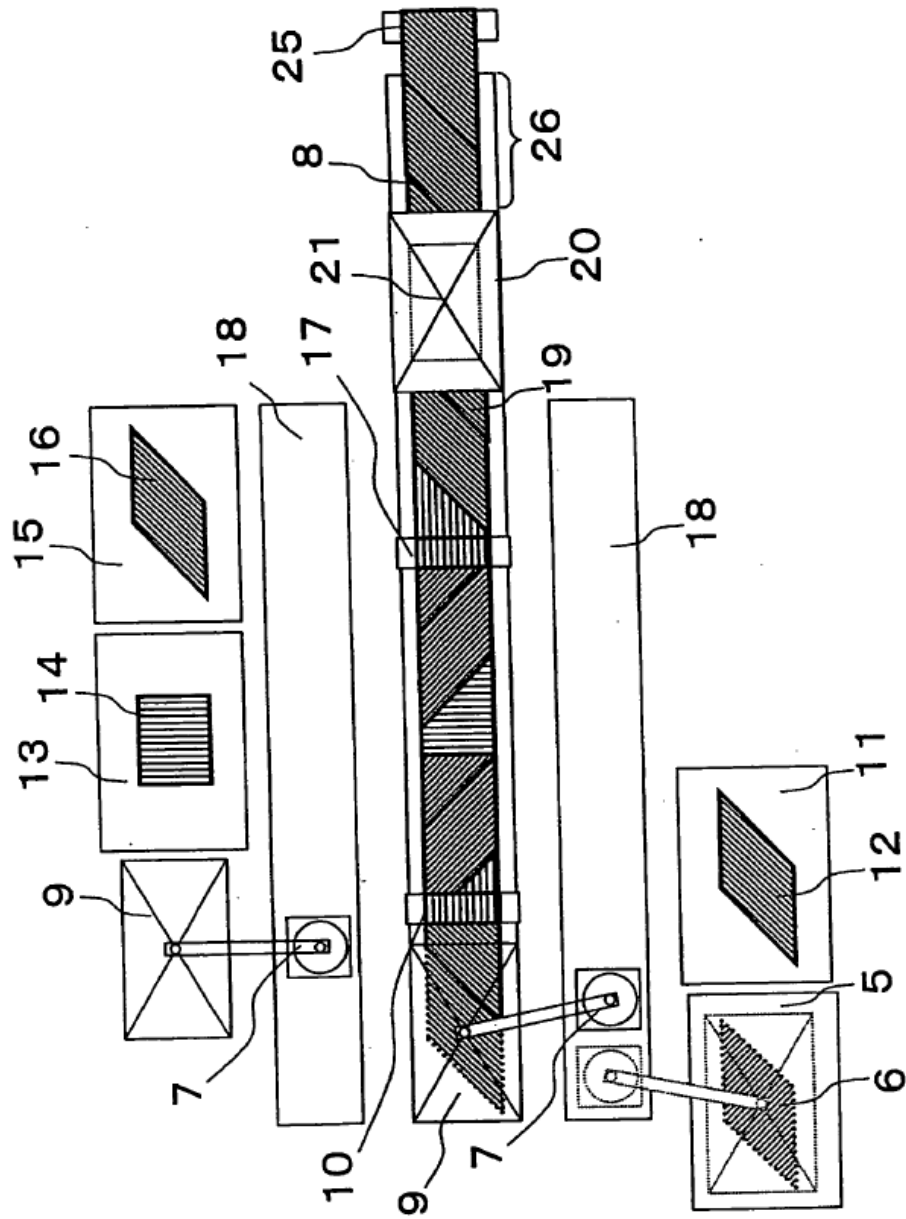


Fig. 5



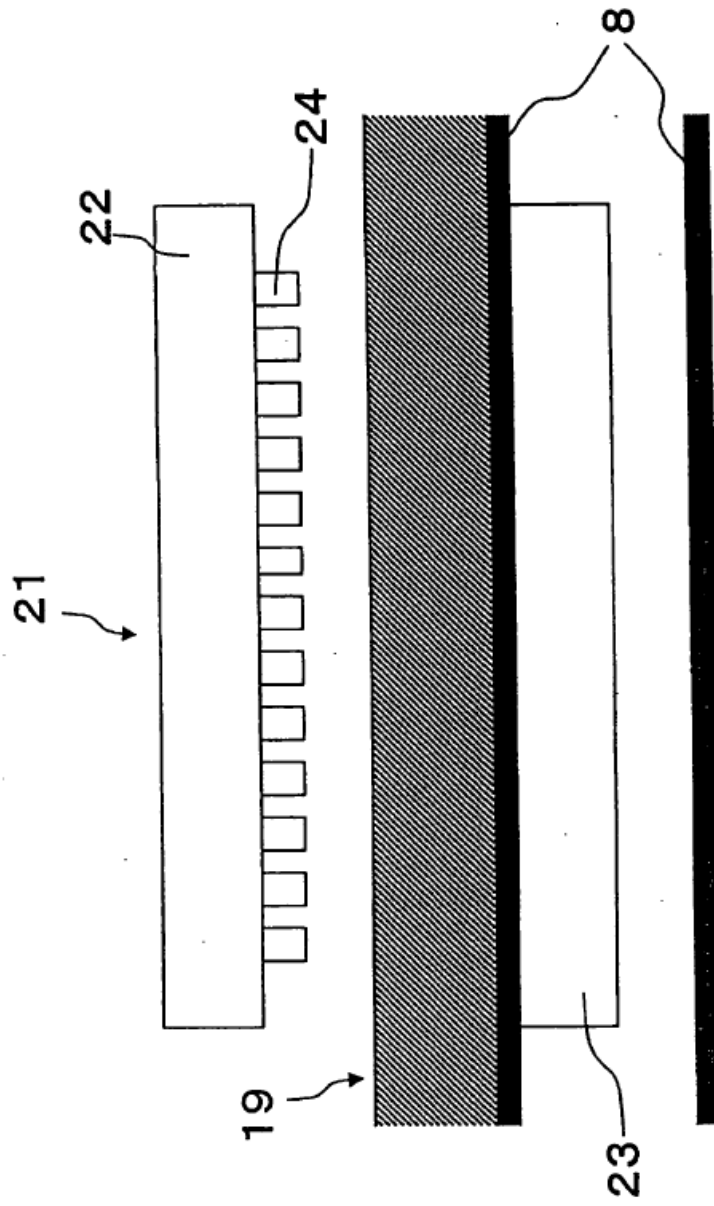


Fig. 6

Fig. 7

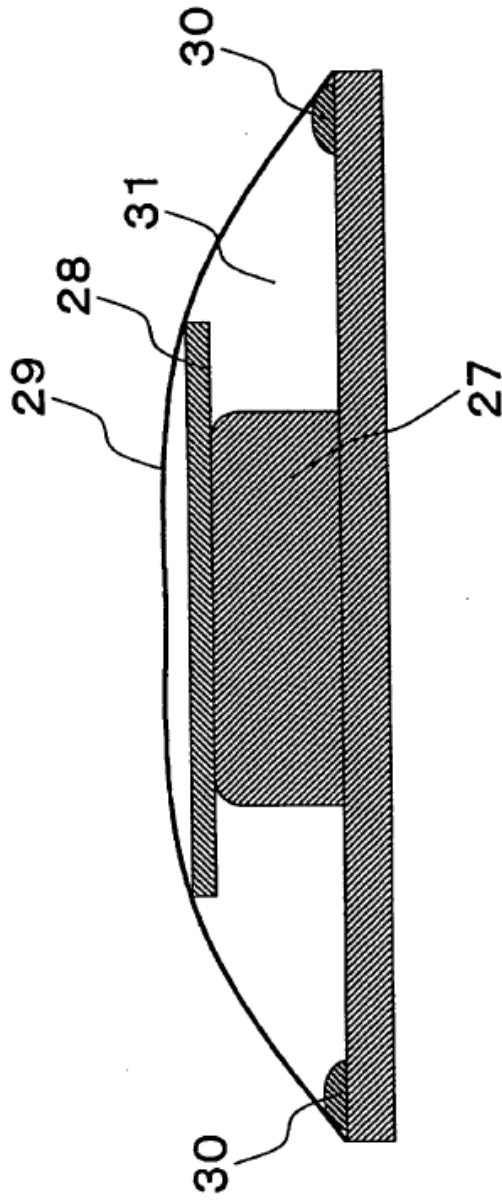


Fig. 8

