

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 202**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29C 43/20 (2006.01)

B29C 43/34 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 70/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.09.2007 PCT/JP2007/068401**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2008 WO08038591**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2007 E 07807733 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 2067592**

54 Título: **Proceso para producir una base de lámina preimpregnada de composite, base en forma de capas y plástico reforzado con fibra**

30 Prioridad:

28.09.2006 JP 2006264785

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

25.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WADAHARA, EISUKE;
YAMANOUCI, MASAHIRO;
TAKETA, ICHIRO y
KITANO, AKIHIKO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 808 202 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 producir una base de lámina preimpregnada de composite, base en forma de capas y plástico reforzado con fibra

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un proceso para producir una base de lámina preimpregnada de composite, y también se refiere a una base en forma de capas que comprende una pluralidad de bases de láminas impregnadas de composite laminadas unas con otras, y un plástico reforzado con fibras formado con la base en forma de capas.

10

Antecedentes de la técnica

El plástico reforzado con fibra (en lo sucesivo denominado también FRP) que comprende fibras de refuerzo y una resina de matriz ha acaparado mayor atención en los campos industriales debido a que presenta elevada resistencia específica, elevado módulo específico, buenas características mecánicas y otras características altamente funcionales tales como resistencia a la intemperie y resistencia química, y cada año se demanda más.

15

El método de moldeo más ampliamente usado para producir un FRP que tiene características altamente funcionales es un proceso de moldeo en autoclave en el que se calienta y se prensa un cuerpo en forma de capas producido por medio de laminación de una pluralidad de bases de láminas preimpregnadas, cada una de las cuales se prepara por medio de impregnación de una lámina que comprende fibras de refuerzo continuas con una resina de matriz semi-curada, en un autoclave y se cura la resina de matriz para moldear un FRP.

20

El FRP producido por medio del proceso de moldeo en autoclave está compuesto por fibras de refuerzo que son continuas y, por tanto, tiene buenas propiedades mecánicas. Además, cuando las fibras continuas se disponen de forma regular, tal como en una dirección, resulta sencillo diseñar un FRP que tenga propiedades mecánicas deseadas disponiendo las placas de base de lámina preimpregnada con una configuración o alineación apropiada, y los productos de FRP resultantes serán pequeños en cuanto a variación de las propiedades mecánicas.

25

30

No obstante, por otra parte, resulta difícil producir un FRP que tenga una forma complicada tal como tridimensional, ya que las fibras de refuerzo de la base de lámina preimpregnada son continuas, y por tanto, los productos de FRP convencionales se han limitado a formas planas o casi planas.

35

Un proceso de moldeo que usa un SMC (compuestos de moldeo en lámina) es uno de los métodos de moldeo que sirven para moldear un FRP que tenga una forma complicada tal como forma tridimensional. En este proceso de moldeo, normalmente se cortan hebras troceadas, para dar lugar a piezas de aproximadamente 25 mm, se impregnan con una resina de matriz para proporcionar una lámina SMC que comprende resina parcialmente curada, que posteriormente se calienta y prensa mediante el uso de una máquina de prensa para producir un FRP. En la mayor parte de casos, el SMC se corta para dar lugar a láminas, cada una de las cuales es menor que un FRP de moldeo antes del prensado, las láminas se colocan en un molde y se extienden por medio de prensado o se las hace fluir, para dar lugar a la forma deseada. De este modo, el flujo permite el moldeo del material para dar lugar a una complicada, tal como una forma tridimensional.

40

No obstante, inevitablemente las hebras troceadas presentan una orientación y distribución irregulares durante la etapa de formación de la lámina SMC, y por tanto, el producto de FRP resultante tendrá propiedades mecánicas pobres que varían a lo largo del producto, generando problemas. Además, en el caso de componentes finos, en particular, los productos moldeados tienden a presentar alabeo y depresiones poco profundas etc. en la superficie, que con frecuencia conducen a una menor idoneidad como componentes de los materiales estructurales.

45

50

Para eliminar dichas desventajas en los materiales de FRP anteriormente mencionados y sus procesos de producción, se ha propuesto un método de producción de FRP mejorado en el que los cortes profundos se colocan en una base de lámina preimpregnada que está compuesta por fibras continuas y una resina termoplástica, de tal forma que se colocan los cortes en las fibras continuas en la dirección a través de las fibras continuas, con el objetivo de aumentar la fluidez de las fibras durante el proceso de moldeo y disminuir la variación de las propiedades mecánicas en los moldeos resultantes (Bibliografía de Patente 1).

55

En la base de lámina preimpregnada descrita en la Bibliografía de Patente 1, no obstante, los cortes simplemente se colocan en la base de lámina preimpregnada aunque se use una resina termoplástica que tiene elevada viscosidad en masa fundida como matriz, y por tanto, si se lleva a cabo un intento de generar un producto moldeado que tenga partes ondulantes, será imposible no solo lograr dicha forma ondulante de forma precisa, sino también mantener una elevada fluidez de la propia base de lámina preimpregnada y la de las fibras de la base de lámina preimpregnada que ya no resultarán continuas tras el corte con las longitudes deseadas. El documento de patente D2 divulga un artículo de moldeo que tiene una película de resina termoplástica que incluye orificios pasantes. El documento de patente D3 divulga una lámina preimpregnada que tiene muescas. El documento de patente D4 divulga una lámina preimpregnada que usa fibras de carbono rotas por estiramiento.

60

65

D1: JP 63-247012 A

D2: JP H01 320146 A

5

D3: US 4.990.207 A

D4: US 4.759.985 A

10 **Sumario de la invención**

Problema técnico

15 La invención pretende proporcionar métodos de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1, 2 y 3 y un producto de acuerdo con la reivindicación independiente 9.

20 En los procesos de producción de la base de hoja preimpregnada de composite de la invención, es preferible que los cortes formados en la base de lámina preimpregnada comprendan cortes con una longitud de 2 a 50 mm dispuestos con un intervalo de unos con respecto a otros en hileras de cortes, cada una de las cuales está dirigida en una dirección a través de la dirección de disposición de las fibras de refuerzo y que están dispuestas con un intervalo de unas con respecto a otras en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo, donde la distancia entre dos hileras de cortes que están en dicha relación de manera que cuando una de ellas se mueve en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo, cada corte de las mismas coincide con otro sobre la otra hilera de cortes, está dentro del intervalo de 10 a 100 mm; las posiciones de los cortes en las hileras de cortes adyacentes en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo están movidas unas con respecto a otras en la dirección perpendicular a la dirección de la disposición de las fibras de refuerzo; y cuando se proyectan los cortes en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo, la posición de los extremos de los cortes en las hileras de cortes adyacentes en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo se solapan unas con otras, estando el solapamiento dentro del intervalo de 0,1 mm a un 10 % de la longitud del más corto de los cortes adyacentes en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de las fibras de refuerzo.

35 En los procesos de producción de la base de hoja preimpregnada de composite de la invención, es preferible que la capa de resina adicional formada sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada cubra la totalidad o parte de la superficie de la base de lámina preimpregnada y el espesor de la capa de resina adicional formada esté dentro del intervalo desde el diámetro de una fibra individual en las fibras de refuerzo que constituyen la lámina de fibras de refuerzo hasta 0,5 veces el espesor de la base de lámina preimpregnada de materia prima.

40 En el proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención, es preferible que la capa de resina adicional contenga cargas en forma de fibra o de partículas.

45 En el proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención, es preferible que la resina que constituye la capa de resina adicional difiera de la resina de matriz que constituye la base de lámina preimpregnada de materia prima, y la viscosidad mínima de la resina que constituye la capa de resina adicional, dentro del intervalo de temperatura ambiente a la temperatura de descomposición, sea menor que la de la resina de matriz.

50 En el proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención, es preferible que la resina que constituye la capa de resina adicional difiera de la resina de matriz que constituye la base de lámina preimpregnada de materia prima, y la tenacidad de fractura de la resina que constituye la capa de resina adicional sea mayor que la de la resina de matriz.

55 En el proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención, es preferible que la resina de matriz que constituye la base de lámina preimpregnada de materia prima sea una resina termoestable, y la resina que constituye la capa de resina adicional sea una resina termoplástica.

Una de las bases en forma de capas de la invención que sirven para solucionar los problemas es como se describe a continuación:

60 Una base en forma de capas comprende una pluralidad de bases de lámina preimpregnada de composite, cada una de las cuales se produce por medio de un método para producir una base de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con uno cualquiera de los procesos de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención, en la que las bases de lámina preimpregnada de composite se laminan de forma que la capa de resina adicional exista sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada de composite, y las bases de lámina preimpregnada de composite adyacentes se adhieran al menos parcialmente una a la otra.

65 Otras de las bases en forma de capas de la invención que sirven para solucionar los problemas es como se describe

a continuación:

Una base en forma de capas comprende una pluralidad de capas laminadas, cada una de las cuales está compuesta por una base de lámina preimpregnada de materia prima que comprende una lámina de fibras de fibras de refuerzo discontinuas que tiene una longitud de fibra de 1 a 300 mm y están dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, donde la capa de resina adicional se proporciona sobre al menos una de las capas más externas y en al menos uno de los espacios que existen en las capas de las capas laminadas, y en los espacios que existen entre las capas de las capas laminadas, las bases de lámina preimpregnada de materia prima unas con respecto a otras y/o la base preimpregnada de materia prima y la capa de resina adicional se adhieren al menos parcialmente en la interfaz entre ellas con objeto de que queden integradas unas con respecto a otras.

En la base en forma de capas de la invención, es preferible que los espesores de las capas de resina adicional sobre al menos dos bases de lámina preimpregnada de composite en la pluralidad de bases de lámina preimpregnada de composite laminadas una con respecto otras sean diferentes.

En la base en forma de capas de la invención, es preferible que el espesor de la capa de resina adicional sobre una superficie de la base en forma de capas sea mayor que la de la capa de resina adicional dentro de la base en forma de capas.

En la base en forma de capas de la invención, es preferible que la resina de matriz que constituye la base de lámina preimpregnada de materia prima sea una resina termoestable, y la resina que constituye la capa de resina adicional sea una resina termoplástica que se expone sobre una superficie de la base en forma de capas.

Un plástico reforzado con fibras de la invención que sirve para solucionar los problemas anteriormente mencionados es como se describe a continuación:

Un plástico reforzado con fibras producido por medio de calentamiento y prensado de la base en forma de capas de la invención, donde la capa de resina adicional existe sobre al menos una de las superficies de la base en forma de capas.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la resina que constituye la capa de resina adicional exista entre los extremos de las posiciones adyacentes de las fibras discontinuas de las fibras de refuerzo.

35 **Efectos ventajosos de la invención**

El proceso de producción de la base de lámina preimpregnada de composite de la invención sirve para formar una capa de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada de materia prima que comprende una lámina de fibras de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de 1 a 300 mm orientadas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras. En el proceso para producir el producto moldeado por medio de calentamiento y prensado de la base de lámina preimpregnada de composite producida anteriormente o la base en forma de capas producida por medio de laminado de las bases de lámina preimpregnada de composite, la capa de resina adicional sirve para facilitar una alteración de la posición o forma de la base de lámina preimpregnada de composite y/o la base en forma de capas.

Debido a que la capa de resina adicional y la base de lámina preimpregnada de materia prima se preparan por separado, se puede seleccionar una resina a usar para formar la capa de resina adicional de manera relativamente no restringida, en base a las consideraciones relativas a condiciones de producción para un producto moldeado deseado y un estado de flujo de las fibras durante el proceso de producción, sin restricciones significativas relativas a la resina de matriz usada en la base de lámina preimpregnada de materia prima. Esto permite una buena fluidez de la base de lámina preimpregnada de composite y/o la base en forma de capas durante la generación del producto moldeado deseado, elevada aptitud de moldeo para dar lugar a la forma de producto deseada y una amplia gama de condiciones de producción para el producto deseado. Además, estos posibilita la producción de un plástico reforzado con fibras que tenga buenas propiedades mecánicas, estabilidad de alta calidad y buena calidad de aspecto.

Los plásticos reforzados con fibras resultantes se pueden usar de manera eficaz como material para elementos estructurales que tienen una forma complicada que contiene nervaduras y superficies cuadráticas, tales como el equipamiento de transporte (automóviles, aeronaves, vehículos navales, etc.), máquinas industriales, equipos de precisión y equipamientos deportivos (bicicletas, atuendos de golf, etc.).

60 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 muestra un corte transversal esquemático de una base en forma de capas laminada con una pluralidad de bases de lámina preimpregnada de composite (se muestran cuatro bases en la figura) producida por medio de un proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención.

La Figura 2 muestra un corte transversal esquemático de un FRP de la invención producido a partir de la base en

forma de capas ilustrada en la Figura 1.

La Figura 3 muestra una vista en planta esquemática de un ejemplo de base de lámina preimpregnada de materia prima usada para el proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite de la invención.

5 La Figura 4 muestra un corte transversal esquemático de una base en forma de capas laminada con bases de lámina preimpregnada convencionales (se muestran cuatro bases en la figura).

La Figura 5 muestra un corte transversal esquemático de un FRP convencional producido a partir de la base en forma de capas ilustrada en la Figura 4.

10 Lista de signos de referencia

1: dirección de disposición de las fibras de refuerzo

2: dirección a través de la dirección de disposición de las fibras de refuerzo

3: fibras de refuerzo

15 4: extremo de las fibras de refuerzo discontinuas

5: anchura de solapamiento entre cortes de hileras de cortes adyacentes cuando los cortes se proyectan en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo

6: longitud de fibras de las fibras de refuerzo

7: hilera de cortes

20 7a, 7b: cortes

8: hilera de cortes

8a, 8b, 8c: cortes 9: hilera de cortes 9a, 9b: cortes

10, 10a, 10b, 10c, 10d: capa de resina adicional

11, 11a, 11b, 11c: espacio entre las capas

25 12: molde inferior en un molde

13: intervalo entre los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes

13a: separación entre los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes

14: hueco

30 15: resina que ha fluido a la separación existente entre los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas y adyacentes

30: lámina de fibras

40: pluralidad de cortes, o corte individual

50: pluralidad de hileras de cortes, o una hilera de cortes individual

a: base de lámina preimpregnada de composite

35 a': base de lámina preimpregnada de materia prima

b: base en forma de capas

c: FRP

d: base en forma de capas convencional

e: FRP convencional

40

Descripción de las realizaciones

La expresión "base de lámina preimpregnada de materia prima" tal y como se usa en la presente memoria descriptiva hace referencia a una base de lámina preimpregnada compuesta por una lámina de fibras de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras. Una base de lámina preimpregnada de composite basada en un método para producir una base de lámina preimpregnada de composite de la invención difiere de la base de lámina preimpregnada de materia prima en que la capa de resina adicional se proporciona sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada de materia prima. La expresión "lámina de fibras" hace referencia a una lámina en la que una pluralidad de fibras se dispone, en forma exenta de lámina o cinta, a partir de la impregnación de una resina que se usa ampliamente en una lámina preimpregnada convencional o en la producción de la misma. Normalmente, la pluralidad de fibras se dispone con impregnación de una resina de matriz que está revestida sobre papel desprendible que tiene una forma de tipo lámina o tipo cinta.

55 En la lámina de fibras, la totalidad de la pluralidad de las fibras dispuestas se puede impregnar por completo con la resina de matriz o una parte de la pluralidad de las fibras dispuestas se pueden impregnar parcialmente con la resina de matriz. La impregnación completa con la resina de matriz sirve eficazmente para reducir una fracción de huecos en el FRP producido por medio de molde de la base de lámina preimpregnada de composite, y por tanto, preferentemente se usan la base de lámina preimpregnada de materia prima que comprende la lámina de fibras impregnada de forma sustancialmente completa con la resina de matriz para llevar a cabo la invención.

65 "Impregnación sustancialmente completa" tal y como se denomina en la presente memoria se define normalmente como un estado en el que la fracción de huecos es de un 2 % o menos. "Impregnación parcial" se define normalmente como un estado en el que la fracción de huecos es mayor que un 2 % o un estado libre de huecos pero que contiene partes en seco (partes libres de adhesivo) en las fibras dispuestas (es decir, un estado de una lámina semi-impregnada). Además, el término "fibra" y el término que incluye "fibra" (tal como "una dirección de fibra")

usado junto con la invención hace referencia a una fibra de refuerzo, a menos que se defina lo contrario.

La Figura 1 muestra un corte transversal esquemático de una base en forma de capas b obtenida por medio de laminado de cuatro bases de lámina impregnada de composite, cada una de las cuales se produjo por medio de un método para producir una base de lámina preimpregnada de composite de la invención. En la Fig. 1, la base b en forma de capas se produce por medio de laminado de cuatro bases a de lámina preimpregnada de composite, estando las direcciones de laminado (direcciones de disposición de las fibras) movidas 90° unas con respecto a otras. La base b en forma de capas se coloca sobre la cara superior de un molde inferior 12. En la Fig. 1, la base a' de lámina preimpregnada de materia prima de cada una de las segunda y cuarta capas tiene extremos 4 de fibras 3 de refuerzo discontinuas formadas por medio de cortes en la región central. Las capas de resina adicional 10a, 10b, 10c y 10d se ubican en los espacios entre las capas 11a, 11b y 11c y entre la cuarta capa contada a partir de la parte superior y el molde inferior 12. En lo sucesivo en el presente documento, cada una de estos espacios entre las capas y cada una de estas capas de resina adicional se denominan como espacio entre capas 11 y capa 12 de resina adicional, respectivamente, sin considerar sus posiciones.

La Figura 2 muestra un corte transversal esquemático de un FRP c de la invención producido a partir de la base b en forma de capas ilustrada en la Figura 1. El FRP c se forma mediante aplicación de presión desde arriba sobre la base b en forma de capas de la Figura 1. En la Fig. 2, la segunda y cuarta capas contadas de la parte superior están divididas en la región central en manos izquierda y derecha, y los extremos 4 de las fibras 3 de refuerzo discontinuas, que están en contacto unas con otras en el caso de la base b en forma de capas de la Figura 1, están separados por un intervalo 13 para formar una separación 13a. En la Fig. 2, las capas de resina adicional 10a, 10b, 10c y 10d, que se ubican en los espacios entre las capas 11a, 11b y 11c, y entre la cuarta capa y el molde inferior 12 de la Figura 1, se extienden de forma fina entre las capas y sobre la superficie de FRP c, y fluyen al interior de la separación 13a que se forma en el intervalo 13 entre los extremos 4 de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes, rellenando la separación 13a como resina 15.

La Figura 4 muestra un corte transversal esquemático de una base d en forma de capas obtenida por medio de laminado de cuatro bases a' de lámina preimpregnada convencional. Cada una de las bases a' de lámina preimpregnada convencional es igual a la base a' de lámina preimpregnada de materia prima de la Figura 1 y, por tanto, se representan por medio del mismo signo a'. En la Fig. 4, la base d en forma de capas se forma por medio de laminado de cuatro bases a' de lámina preimpregnada, estando las direcciones de laminado (direcciones de disposición de las fibras) movidas 90° unas con respecto a otras. En la Fig. 4, las bases a' de lámina preimpregnada de las capas segunda y cuarta contadas desde la parte superior contienen extremos 4 de fibras 3 de refuerzo discontinuas formadas por medio de cortes en la región central.

La Figura 5 muestra un corte transversal esquemático de un FRP convencional producido a partir de la base d en forma de capas ilustrada en la Figura 4. El FRP e se produce mediante aplicación de presión desde arriba sobre la base d en forma de capas de la Figura 4. En la Fig. 5, la segunda y cuarta capas contadas desde la parte superior están divididas en la región central en manos izquierda y derecha, y los extremos 4 de las fibras de refuerzo discontinuas, que están en contacto unas con otras en el caso de la base d en forma de capas de la Figura 4, están separados por un intervalo 13 para formar una separación 13a. La resina de matriz exprimida a partir de cada una de las capas o capas adyacentes penetra en la separación 13a que se forma en el intervalo 13 entre los extremos 4 de las posiciones adyacentes de las fibras de refuerzo discontinuas. No obstante, la cantidad de resina que puede penetrar en la separación 13a es pequeña, lo cual conduce a la formación de huecos en la separación 13a.

La base a de lámina preimpregnada producida por medio del método de producción de la base de lámina preimpregnada de composite de la invención comprende fibras 3 de refuerzo discontinuas dispuestas en una dirección, y una capa de resina laminar, es decir, la capa 10 de resina adicional, formada sobre al menos una de las superficies de la base a' de lámina preimpregnada de materia prima. Esta configuración sirve para lograr los siguientes efectos.

En primer lugar, las fibras de refuerzo 3 están dispuestas en una dirección, y esta dirección de disposición de las fibras de refuerzo 3 se puede controlar ajustando la dirección de disposición de la base a de lámina preimpregnada de composite durante la etapa de laminado. El uso de la base a de lámina preimpregnada de composite que comprende fibras de refuerzo orientadas en una dirección, por lo tanto, hace posible diseñar un FRP que tenga propiedades mecánicas deseadas y producir un FRP que tenga estabilidad de alta calidad (primer efecto).

En segundo lugar, las fibras de refuerzo 3 son discontinuas, y esto permite que la base a de lámina preimpregnada de composite fluya en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo 3 durante el proceso de moldeo de FRP. En la Fig. 1, una capa que comprende la base a' de lámina preimpregnada de materia prima se extiende en la dirección de anchura (dirección de derecha a izquierda en el caso de las capas primera y tercera contadas a partir de la parte superior) de las fibras de refuerzo 3. Al mismo tiempo, a medida que se extiende el intervalo 13 entre los extremos 4 de fibras discontinuas adyacentes, también se extiende la base a de lámina preimpregnada de composite en la dirección de la fibra (dirección de derecha a izquierda en caso de las capas segunda y cuarta contadas desde la parte superior) de las fibras de refuerzo 3, lo cual conduce a buenas propiedades de moldeo (elevada fluidez, forma que sigue las características y el intervalo amplio de condiciones de moldeo) (segundo efecto).

Si las fibras de refuerzo 3 son fibras completamente continuas, por otra parte, la base a de lámina preimpregnada de composite no es capaz de fluir en la dirección de disposición de las fibras, haciendo que resulta imposible producir un FRP con forma complicada.

5 En las fibras 3 de refuerzo discontinuas, las fibras de la base a de lámina preimpregnada de composite tiene una longitud finita, lo que significa que la longitud de las fibras de refuerzo 3 es menor que la longitud total de la base a de lámina preimpregnada de composite en la dirección de disposición de las fibras de la base a de lámina preimpregnada de composite. Específicamente, la longitud de fibra en las fibras de refuerzo 3 está dentro del
10 intervalo de 1 a 300 mm. Preferentemente, la longitud de fibra debería estar dentro del intervalo de 10 a 100 mm, más preferentemente de 5 a 30 mm. Si la longitud de fibra es menor de 1 mm, la orientación de las fibras de refuerzo tiende a deteriorarse al tiempo que fluyen durante el proceso de moldeo, dando lugar en ocasiones a un gran deterioro de las propiedades mecánicas.

15 Si la longitud de fibra es mayor que 300 mm, por otra parte, la longitud de fibra será demasiado grande y las fibras de refuerzo tienden a deteriorarse en cuanto a fluidez, lo cual conduce a una gran variación de las propiedades mecánicas. Si la longitud de fibra está dentro del intervalo anteriormente mencionado, no obstante, las fibras de refuerzo serán aptas para lograr el efecto de refuerzo deseado, incluso si las fibras de refuerzo de FRP son discontinuas. Las realizaciones específicas de las fibras de refuerzo que son discontinuas y están orientadas en una
20 dirección se describen a continuación.

En tercer lugar, la capa 10 de resina adicional lamina proporcionada sobre al menos una de las superficies de la base a' de lámina preimpregnada de materia prima en la base a de lámina preimpregnada de composite sirve para lograr buenas características de moldeo (tercer efecto).

25 Una de las características de la invención es que este efecto se ve mejorado en gran medida como consecuencia del trabajo de sinergia con el segundo efecto. Si las fibras de refuerzo 3 son discontinuas, no resulta suficiente permitir que toda la base a' de lámina preimpregnada de materia prima se extienda de forma suficiente durante el proceso de moldeo de FRP. Los inventores descubrieron que las características de moldeo de la base b en forma de capas y
30 la base d en forma de capas producidas por medio de laminado de dos o más bases a' de lámina preimpregnada de materia prima dependen en gran medida no solo de la extensión de toda la base a' de lámina preimpregnada de materia prima sola, sino también de la interacción (resistencia a la fricción en las interfases 11a, 11b y 11c) entre las posiciones adyacentes de las bases de lámina preimpregnada laminada, y este descubrimiento condujo a la invención de la base b en forma de capas que comprende dos o más bases a de lámina preimpregnada de
35 composite laminadas.

En la Fig. 1, cuando se aplica presión de prensado a la base b en forma de capas desde arriba en la dirección hacia abajo, cada capa se vuelve más fina, y la base a' de lámina preimpregnada de materia prima se extiende en la
40 dirección de anchura de las fibras de refuerzo 3 (la dirección horizontal en la primera y tercera capas, contadas desde la parte superior). La diferencia en el grado de extensión, que actúa como fuerza de cizalladura, se transmite a través de las interfases 11a, 11b y 11c para aplicar una carga en la dirección de las fibras de las fibras de refuerzo 3 (la dirección horizontal en la segunda y cuarta capas, contadas desde la parte superior).

45 Como se muestra en la Figura 2, la segunda y cuarta capas están divididas por esta carga en la región central en dos en la dirección horizontal, y los extremos 4 de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes, que están en contacto unas con otras en el caso de la base b en forma de capas de la Figura 1, están separados con un intervalo 13. En particular, cuando se usa un molde compuesto por el molde inferior 12 y un molde superior para el moldeo por prensado con el fin de generar un FRP, la resistencia a la fricción entre la base a' de lámina preimpregnada de materia prima y el molde inferior 12 también tiene gran influencia además de los factores anteriores. Las capas de
50 resina adicional 10a, 10b, 10c y 10d ubicadas en la interfaz 11 y entre la base a' de lámina preimpregnada de materia prima y el molde inferior 12 facilitan el deslizamiento de la base a' de lámina preimpregnada de materia prima durante el proceso de moldeo FRP, lo cual conduce a una mayor fluidez.

55 De acuerdo con la invención, una muy elevada fluidez, fluidez de forma y una amplia gama de condiciones de moldeo se logran por medio del efecto sinérgico basado en la extensión en dos dimensiones de toda la base a' de lámina preimpregnada de materia prima, y la interacción entre bases a de lámina preimpregnada de composite adyacentes y entre la base a de lámina preimpregnada de composite y el molde.

60 La capa 10 de resina adicional que tiene los efectos descritos anteriormente se puede formar sobre cualquiera o ambas superficies de la base a' de lámina preimpregnada de materia prima. Lo primero puede resultar preferido si la capa de resina adicional se tiene que introducir a bajo coste, al tiempo que lo segundo preferido si ambas superficies de la base de lámina preimpregnada de composite se usan por igual, sin uso apropiado de una con respecto a la otra. Para la invención, resulta más preferido proporcionar la capa sobre ambas superficies ya que se pueden lograr efectos mayores.

65 Además del efecto anteriormente mencionado, el uso de la capa 10 de resina adicional sirve para producir un FRP

que tiene buena calidad de aspecto y aporta el efecto de reducción de huecos (cuarto efecto).

5 Cuando el intervalo 13 entre los extremos 4 de las fibras adyacentes discontinuas se amplía para extender bi-dimENSIONalmente toda la base a' de lámina preimpregnada de materia prima como se muestra en la Figura 5, normalmente no cabría esperar la existencia de la resina de matriz en la separación 13a de las fibras de refuerzo 13 que es el resultado del mayor intervalo 13 entre los extremos 4 de las fibras discontinuas adyacentes. De este modo, la resina de matriz es exprimida fuera de las otras partes al interior de la separación 13a, o la capa adyacente se mueve para rellenar la separación 13a.

10 No obstante, no resulta sencillo exprimir la resina de matriz al interior de la separación 13a o mover las capas adyacentes al interior de la misma, y en las bases de lámina preimpregnada convencional (por ejemplo, la base de lámina preimpregnada de materia prima descrita en la Bibliografía de Patente 1), por tanto, la separación 13a no se rellena de forma sencilla con la resina de manera suficiente, y tienden a formarse huecos 14 en la separación 13a. Si dichos huecos 14 existen en la superficie del FRP moldeado, no solo conducen a un FRP con calidad de aspecto muy pobre, sino que también provocan la concentración de tensión en las partes que contienen los huecos 14 cuando se aplica carga al FRP, dando como resultado defectos fatales tales como deterioro de las características mecánicas del FRP. Si las capas adyacentes penetran en la separación 13a, por otra parte, las capas laminadas sufren ondulaciones, lo cual conduce al deterioro de las propiedades físicas del FRP.

20 En comparación con esto, si la capa 10 de resina adicional se forma sobre al menos una de las superficies de la base a' de lámina preimpregnada de materia prima como se muestra en la Figura 2, la resina de la capa 10 de resina adicional se proporciona (fluye al interior) de la separación 13a, lo cual tiene como resultado un aumento del intervalo 13 entre los extremo 4 de las fibras 3 de refuerzo discontinuas adyacentes, para evitar por completo la formación de huecos 14 tal como se ilustra en la Figura 5. De este modo, la capa 10 de resina adicional, en lugar de la resina de matriz, actúa como fuente de suministro de resina para evitar la formación de los huecos 14. Esto es porque provocar que la resina que constituye la capa de resina adicional fluya es mucho más sencillo que exprimir fuera la resina de matriz. El descubrimiento de que dicha capa de resina adicional puede servir de manera muy eficaz para mejorar la calidad de aspecto de un FRP y reducir los huecos en el FRP es también una de las características de la invención.

30 Otros efectos notables incluyen, en particular, la mejora de la resistencia de tracción de los FRP que se puede lograr por medio del uso de dicha capa de resina adicional (quinto efecto). Debido a que la base a de lámina preimpregnada de composite está compuesta por fibras 3 de refuerzo discontinuas, normalmente cabe esperar que la destrucción comience en los extremos 4 de las fibras discontinuas donde se separan las fibras de refuerzo 3. Convencionalmente, por lo tanto, dichos productos tienden a presentar baja resistencia de tracción, en comparación con los que comprenden fibras de refuerzo continuas.

40 Por otra parte, si la capa de resina adicional tiene elevada tenacidad de fractura (tenacidad de fractura G_{IC} de Modo I de la propia resina que constituye la capa de resina adicional, tenacidad de fractura G_{IIC} de Modo II de un FRP producido a partir de la base de lámina preimpregnada de composite que comprende la capa de resina adicional), en particular, actúa para minimizar la generación y expansión de las fisuras iniciales que pueden aparecer en los extremos de las fibras de refuerzo y/o, incluso si se han producido fisuras iniciales, sirve para reducir el trascurso de separación de las interfases que conectan los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas con los extremos de otras fibras de refuerzo discontinuas (tales como las de las capas adyacentes). Por lo tanto, la destrucción que comienza en los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas se puede minimizar mediante el uso de la capa de resina adicional que comprende una resina que tiene tenacidad de fractura apropiada. Como resultado, se hace posible permitir que el FRP tenga una resistencia de tracción más elevada. El descubrimiento de que el uso de la capa de resina adicional sirve de manera muy eficaz para mejorar la resistencia de tracción también es una de las características de la invención.

50 La resina usada en la capa de resina adicional puede ser la misma que la resina de matriz. Desde el punto de vista de compatibilidad entre la capa de resina adicional y la resina de matriz, la selección de una composición de resina apropiada para la base de lámina preimpregnada de composite se puede simplificar, haciendo posible la racionalización del proceso de producción.

55 Por otra parte, los efectos tercero y cuarto anteriormente mencionados se maximizan si la capa de resina adicional comprende una resina que sea menor que la resina de matriz en cuanto a viscosidad mínima, dentro del intervalo desde temperatura ambiente hasta la temperatura de descomposición (en lo sucesivo, simplemente denominada viscosidad mínima). Si la resina de matriz de la base de lámina preimpregnada de materia prima es una resina termoestable, el intervalo desde temperatura ambiente hasta su temperatura de descomposición normalmente es de aproximadamente 80 °C a aproximadamente 150 °C. El uso de una capa de resina adicional que comprende una resina que tiene menor viscosidad que la resina de matriz sirve para lograr una de las realizaciones más preferidas de la invención.

65 De manera específica, es preferible que la viscosidad mínima de la resina que constituye la capa de resina adicional sea 4/5 o menos el valor correspondiente de la resina de matriz. Preferentemente, debería ser de 2/3 o menos, aún

más preferentemente 1/2 o menos. Si la viscosidad mínima es demasiado reducida, posiblemente la capa de resina adicional fluya, dando lugar a que no se consigan los efectos tercero y cuarto.

Desde este punto de vista, preferentemente la viscosidad mínima debería ser de 1/500 o más de la resina de matriz. Preferentemente, debería ser de 1/100 o más. Como cuestión de hecho, cuando se selecciona la resina a usar para que constituye una capa de resina adicional, se debería examinar su adhesividad y compatibilidad con la matriz, y por ejemplo, es preferible una combinación de una resina de alta viscosidad con una de baja viscosidad de la misma especie de resina. Si la viscosidad de la resina de matriz es suficientemente baja, no obstante, no es necesario que la viscosidad de la capa de resina adicional sea menor que la de la resina de matriz, e incluso si es mayor que la viscosidad de la resina de matriz, es altamente posible lograr el efecto de la invención.

La viscosidad mínima de una resina viene determinada a partir de las curvas que muestran la relación entre la temperatura y una viscosidad dentro del intervalo de temperatura ambiente a una temperatura de descomposición de una resina bajo las condiciones de una tasa de calentamiento de 2 °C/minuto, una frecuencia de vibración de 0,5 Hz, y el uso de placas paralelas (diámetro de 40 mm). El equipo de medición fue un sistema de medición de viscoelasticidad ARES de tipo expansión proporcionado por Rheometric Scientific Inc. La temperatura de descomposición de la resina viene determinado con el método de análisis termogravimétrico (TG) donde la resina se calienta en una atmósfera de nitrógeno a una tasa de 10 °C/minuto para determinar la temperatura a la cual la pérdida de peso térmico alcanza un 30 %.

Desde otro punto de vista, el quinto efecto se puede maximizar si la resina que constituye la capa de resina adicional tiene una tenacidad de fractura más elevada (tenacidad G_{IC} de fractura de Modo I de la propia resina que constituye la capa de resina adicional, y tenacidad G_{IIC} de fractura de Modo II de un FRP producido a partir de la base de lámina preimpregnada de composite que comprende la capa de resina adicional) que la de la resina de matriz. El uso de una capa de resina adicional que comprende una resina que tiene una tenacidad de fractura más elevada que la de la resina de matriz sirve para lograr una de las realizaciones más preferidas de la invención. Por ejemplo, dicha relación se puede lograr mediante el uso de una combinación de una resina de elevada ductilidad con una de baja ductilidad de la misma especie de resina, o una combinación de una capa de resina adicional que contiene una carga como se describe a continuación y una resina de matriz libre de cargas.

Si la tenacidad de fractura de la resina de matriz es suficientemente elevada, no resulta necesario que la resina constituya la capa de resina adicional para que tenga una tenacidad de fractura muy elevada, sino que se puede lograr el efecto de la invención en un grado suficiente incluso si su tenacidad de fractura es menor que la de la resina de matriz. Desde este punto de vista, la tenacidad G_{IC} de fractura de Modo I de la resina que constituye la capa de resina adicional debería ser preferentemente de 150 J/m² o más, más preferentemente de 250 J/m² o más, aún más preferentemente de 450 J/m² o más. No existen límites específicos para la tenacidad de fractura G_{IC} cuando se considera por separado, lo que significa que cuanto mayor, mejor. En general, no obstante, la tenacidad de fractura G_{IC} está en una relación de intercambio con la resistencia térmica, y desde este punto de vista, es preferible que la tenacidad de fractura G_{IC} sea preferentemente de 1 kJ/m² o menos para mantener una resistencia térmica de 100 °C o más.

Para un FRP producido a partir de una base de lámina preimpregnada de composite que comprende una capa de resina adicional, la tenacidad G_{IIC} de fractura de Modo II debería ser preferentemente de 1 kJ/m² o más, más preferentemente de 1,5 kJ/m² o más, y aún más preferentemente de 2 kJ/m² o más. No existen límites específicos para la tenacidad de fractura G_{IIC} cuando se considera por separado, lo que significa que cuanto mayor, mejor. En general, no obstante, la tenacidad de fractura G_{IIC} está en una relación de intercambio con la resistencia térmica, y desde este punto de vista, es preferible que la tenacidad de fractura G_{IIC} sea preferentemente de 5 kJ/m² o menos para mantener una resistencia térmica de 100 °C o más.

La tenacidad de fractura G_{IC} de la resina se calculó por medio del siguiente procedimiento. Se usaron placas de resina curada (espesor de $2 \pm 0,1$ mm, anchura de $10 \pm 0,5$ mm, longitud de 120 ± 10 mm) como piezas de ensayo. Se midieron el módulo de tracción E y la relación de Poisson de estas piezas de ensayo de acuerdo con el método descrito en JIS K7161-1994 "Plastics-tensile characteristic test method." De manera similar, se midió K_{IC} de las placas de resina termo-curada (espesor de $6 \pm 0,3$ mm, anchura de $12,7 \pm 0,3$ mm, longitud de 80 ± 10 mm) de acuerdo con ASTM D5045-99. La tenacidad de fractura G_{IC} de la resina se calculó a partir del módulo de tracción E, la relación de Poisson ν y K_{IC} por medio de la fórmula $((1 - \nu)^2 \times K_{IC}^2) / E$. El número de mediciones realizado fue de 10. Se determinó la tenacidad de fractura G_{IIC} de un FRP en base al ensayo de ENF (ensayo de flexión para piezas de ensayo con muesca terminal) de acuerdo con el método descrito en el Apéndice 2 de JIS K7086-1993 "Interlaminar fracture toughness test method for carbon fiber reinforced plastics." El número de mediciones realizado fue de 10.

La capa de resina adicional puede abarcar toda la superficie de la base de lámina preimpregnada de materia prima, o puede abarcar una parte de la superficie de la base de lámina preimpregnada de materia prima. La capa de resina adicional que cubre toda la superficie puede, por ejemplo, estar en forma de película de resina. La capa de resina adicional que cubre una parte de la superficie puede, por ejemplo, estar en forma de un material fibroso que comprende una resina (tal como un material textil no tejido, esterilla, red, malla metálica, material textil tejido,

material textil tricotado, haz de fibras cortas y haz de fibras continuas) o agregados de material en forma de partículas compuesto por partículas de base de resina en estado dispersado.

5 Preferentemente, la capa de resina adicional debería ser tal que el tercer o cuarto efectos se logren en el mayor grado posible. En particular, se prefiere una película de resina debido a que estos efectos se pueden lograr de manera rentable y del modo más eficaz posible. La resina que constituye la capa de resina adicional puede estar en forma de agregados de partículas cuando se pretende producir un FRP que tenga un contenido elevado de fibras de refuerzo. En el caso de agregados de partículas, es posible no solo usar una resina que sea difícil de procesar para dar lugar a una película, sino también reducir la cantidad de resina necesaria para formar una capa de resina
10 adicional deseada.

15 Cuando se usan partículas, el diámetro promedio de las partículas debería ser preferentemente de 1 mm o menos, más preferentemente de 250 μm o menos, y aún más preferentemente de 50 μm o menos, ya que las partículas que tienen un diámetro promedio más pequeño (eje menor en el caso de partículas elipsoidales) se pueden dispersar de manera más uniforme sobre una superficie de la base de lámina preimpregnada de materia prima. El efecto se estabiliza a medida que el tamaño de partícula se vuelve extremadamente pequeño, y desde este punto de vista, el diámetro de partícula promedio necesario mínimo es de 1 μm o más.

20 El espesor de la capa de resina adicional debería estar preferentemente dentro del intervalo desde el diámetro de una fibra individual de las fibras de refuerzo hasta 0,5 veces el espesor de la base de lámina preimpregnada de materia prima. Si el espesor de la capa de resina adicional es menor que el diámetro de la fibra individual en las fibras de refuerzo, la resistencia a la fricción de la interfaz no es suficientemente elevada, produciendo en ocasiones fallo en cuanto a evitar la mejora de las características de moldeo. Si el espesor de la capa de resina adicional es mayor que 0,5 veces el espesor de la base de lámina preimpregnada de materia prima, el contenido de fibras del FRP es demasiado reducido, produciendo en ocasiones fallo en cuanto a lograr una reducción de peso suficiente.
25 De manera específica, si las fibras de refuerzo son fibras de carbono y el espesor de la base de lámina preimpregnada de materia prima está dentro del intervalo común de 0,1 a 0,6 mm, el espesor de la capa de resina adicional debería estar preferentemente dentro del intervalo de 5 a 300 μm . Más preferentemente, debería estar dentro del intervalo de 10 a 80 μm , aún más preferentemente de 15 a 60 μm .

30 El espesor de la capa de resina adicional viene determinado por medio de la observación del corte transversal de la base de lámina preimpregnada de composite con un microscopio óptico, medición de la altura (espesor) en 20 puntos seleccionados de forma aleatoria y calculando el promedio de las mediciones. Si la resina que constituye la capa de resina adicional está en forma de agregados de material fibroso o en forma de partículas, se deberían seleccionar aleatoriamente los 20 puntos más elevados donde la resina forma dominios.
35

40 Si la capa de resina adicional está en forma de capa de película, en particular, es preferible que la capa de resina adicional contenga una carga. Dicha carga puede estar en forma de, por ejemplo, partículas (elipse, esfera, esfera perfecta, etc.), escamas, incrustaciones o fibras cortas discontinuas (fibra troceada o fibra molida). Si la capa de resina adicional está en forma de capa de película, en particular, la carga a usar puede estar en forma de lámina fibrosa (material textil no tejido, esterilla, red, malla metálica, material textil tejido, material textil tricotado, haz de fibras continuas, etc.).

45 Si está presente dicha carga, actúa como un tronco o rodillo usado para mover un objeto pesado (efecto portante) para reducir en gran medida la resistencia de fricción entre las posiciones adyacentes de las capas de base de lámina preimpregnada de composite o entre la base de lámina preimpregnada de composite y el molde, lo que sirve para mejorar de forma adicional el tercer o cuarto efectos. Desde este punto de vista, más preferentemente la carga debería ser esférica o perfectamente esférica, y resulta particularmente preferido que esté en forma de esferas huecas con el fin de generar productos livianos. De manera específica, la carga puede estar en forma de partículas inorgánicas (partículas de vidrio, carbono, mica, etc.) o partículas de resina (partículas de fenol, poliamida, resina epoxídica, etc.).
50

55 Si la carga que mejora la tenacidad de fractura de la propia capa de resina adicional está presente en la capa de resina adicional, trabaja para reducir la absorción/transferencia de energía y la generación de fisuras/expansión cuando se aplica un impacto o carga al FRP. Como resultado, se evita la destrucción en la interfaz entre las bases de lámina preimpregnada de composite para mejorar el quinto efecto.

60 Desde este punto de vista, preferentemente, la carga debería presentar una tenacidad de fractura más elevada que la de la resina que constituye la capa de resina adicional y la resina de matriz. De manera específica, los materiales preferidos incluyen partículas de resina (partículas de poliamida (en particular, poliamida 12), poliéter sulfona, poliéterimida, poliamida-imida, poliéter éter cetona, poli(resina de cetona), etc.).

65 El uso de dichas partículas de resina permite el ajuste sencillo de la tenacidad G_{IC} de fractura de Modo I de la propia resina que constituye la capa de resina adicional, dentro del intervalo anteriormente mencionado y aumentar el intervalo preferido de 150 J/m^2 o más, y al intervalo más preferido de 250 J/m^2 o más. Si se concede mayor importancia a la prevención de la destrucción en la interfaz entre las bases de lámina preimpregnada de composite

en lugar de la fluidez, resulta particularmente preferido que la capa de resina adicional esté en forma de lámina fibrosa (en particular, material textil no tejido) ya que sirve para mejorar el efecto.

5 Existen tres realizaciones típicas de láminas de fibra de fibras de refuerzo que son discontinuas y están orientadas en una dirección.

Realización A: una lámina o cinta de fibras de refuerzo discontinuas producida por medio de un medio de centrifugación apropiado tal como centrifugación de sistema de zona de diseño.

10 Realización B: una lámina o cinta de fibras de refuerzo discontinuas (por ejemplo, fibras troceadas) orientadas en una dirección.

Realización C: lámina de fibras producida formando cortes que tienen longitud finita para dar lugar a una lámina de fibras que comprende fibras de refuerzo en la que los cortes se proporcionan sobre toda la lámina de fibras en una dirección a través de las fibras de refuerzo.

15 De acuerdo con la Realización A, es posible formar una lámina de fibras que tenga extremos de fibras individuales en las fibras de refuerzo discontinuas, cada uno de dichos extremos no se encuentra alineado y dispuesto aleatoriamente con cada uno de los otros, y por tanto, las características de moldeo son ligeramente inferiores, pero se pueden lograr muy buenas características mecánicas y estabilidad de alta calidad.

20 De acuerdo con la Realización B, es posible formar una lámina de fibras que tenga extremos de fibras individuales en las fibras de refuerzo discontinuas, de forma que una pluralidad de dichos extremos está alineada y dispuesta de forma bastante regular con respecto a cada uno de los otros, y por tanto, la estabilidad de calidad es ligeramente inferior, pero se pueden lograr muy buenas características de moldeo.

25 De acuerdo con la Realización C, es posible formar una lámina de fibras que tenga extremos de fibras individuales en las fibras de refuerzo discontinuas, de forma que una pluralidad de dichos extremos está alineada y dispuesta de forma regular, y por tanto, se logren buenas características mecánicas, estabilidad de alta calidad y buenas características de moldeo, con buen equilibrio.

30 Se puede usar cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas para cumplir los fines específicos, pero se dice que la Realización C es la más preferida para la invención, ya que se pueden desarrollar características mecánicas y de moldeo con buen equilibrio y su producción resulta fácil de llevar a cabo. De este modo, se describe la Realización C con detalle a continuación con referencia a los dibujos.

35 La Figura 3 muestra una vista en planta esquemática de un ejemplo de la base de lámina preimpregnada de composite de la invención, producida en base a la Realización C. La Figura 3 ilustra un patrón de disposición de corte típico formado con muchos cortes 40 proporcionados en muchas fibras 3 de refuerzo continuas a intervalos en una dirección 2 a través de una dirección 1 de orientación de fibras y la dirección 1 de orientación de fibras en una lámina de fibras 30 que comprende muchas de las fibras 3 de refuerzo continuas dispuestas en la dirección 1 de orientación de fibras, es decir, la dirección superior-inferior (dirección longitudinal) de la figura. Los muchos cortes 40 están formados con hileras de cortes 50 cada una de las cuales consiste en una pluralidad de cortes, dispuestas en la dirección 2 a través de la dirección 1 de orientación de fibras de las fibras de refuerzo 3 a intervalos así como también dispuestas en la dirección 1 de orientación de fibras de las fibras de refuerzo 3 a intervalos.

45 En referencia a la Figura 3 para una descripción detallada, muchos cortes 40 están formados por una hilera de cortes 7 que comprende una pluralidad de cortes 7a y 7b alineados a intervalos a lo largo de la dirección horizontal 2, una hilera de cortes 8 que comprende una pluralidad de cortes 8a, 8b y 8c alineados a intervalos a lo largo de la dirección horizontal 2 y una hilera de cortes 9 que comprende una pluralidad de cortes 9a y 9b alienados a intervalos a lo largo de la dirección horizontal 2. Muchas hileras de cortes 50 están formadas con una pluralidad de hileras de cortes 7, 8 y 9. En una de las hileras de cortes 50, un número requerido de cortes 40 se encuentran alineados en la dirección de anchura de la lámina de fibras 30, o están alineados por toda la anchura de la lámina de fibras 30. un número requerido de hileras de cortes 50 también se encuentran alineados en la dirección de longitud de la lámina de fibras 30, o están alineados por toda la longitud de la lámina de fibras 30.

55 La relación entre las Figuras 1 y 3 se puede comprender fácilmente si se presta atención a la dirección de orientación de las fibras de las fibras de refuerzo 3 mostrada en las figuras, y se asume que la vista en planta de la base de lámina preimpregnada de composite a en la Figura 3 es una vista en planta de la capa superior que comprende la base de lámina preimpregnada de composite o la tercera capa (contada desde arriba) que comprende la base de lámina preimpregnada de composite a en la Figura 3. La capa 10 de resina adicional no se incluye en la Figura 3 debido a que se ubica bajo la lámina de fibras 30. Además, la resina de matriz impregnada en la lámina de fibras 30 tampoco se muestra. Preferentemente, los muchos cortes 40 y su patrón de disposición deberían ser como se describe en la siguiente realización.

65 Preferentemente, cada uno de los cortes 40 colocado en intervalos a lo largo de cada una de las hileras de cortes 50 debería tener una longitud de 2 a 50 mm. Cuando se mueve una hilera de cortes (por ejemplo, la hilera de cortes 7) en la dirección 1 de orientación de fibras de las fibras de refuerzo 3 hasta que los cortes de la hilera de cortes

solapan primero unas sobre otras (por ejemplo, la hilera de cortes 9), la distancia entre dos hileras de cortes, es decir, la longitud de fibra 6 de las fibras de refuerzo 3 cortadas, por medio de cortes, en los extremos superior e inferior (por ejemplo, los cortes 7a y 9a), debería estar preferentemente dentro del intervalo de 1 a 300 mm.

- 5 Es preferible que la posición de los cortes (por ejemplo, los cortes 7a y 8a) sobre dos hileras de cortes adyacentes (por ejemplos, las hileras de cortes 7 y 8) se muevan en la dirección perpendicular a la dirección 1 de orientación de fibras de las fibras de refuerzo 3, y que, cuando se proyectan a través de la dirección 1 de orientación de fibras de las fibras de refuerzo 3, los cortes (por ejemplo, los cortes 7a y 8a) sobre dos hileras de cortes adyacentes (por ejemplo, las hileras de cortes 7 y 8) tenga un solapamiento con una longitud 5. La existencia de este solapamiento
10 con una longitud 5 permite que las fibras de refuerzo 3 comprendan haces de muchas fibras discontinuas que no son continuas en la dirección de longitud (la dirección 1 de orientación de fibras) y tengan una longitud prescrita, por ejemplo, una longitud dentro del intervalo de 1 a 300 mm.

- 15 La base a de lámina preimpregnada de composite mostrada en la Figura 3 tiene un patrón de cortes que comprende dos tipos de hileras de cortes (por ejemplo, las hileras de cortes 7 y 8) con cortes 40 de la misma forma y dirección, es decir, cortes 40 alineados en la dirección perpendicular 2 con respecto a la dirección de orientación 1 de las fibras de refuerzo 3, pero no existen limitaciones en cuanto a los patrones de cortes si las fibras de refuerzo 3 están divididas por cortes 40 para dar lugar a haces discontinuos. Si los cortes sobre dos hileras de cortes adyacentes no se mueven en la dirección perpendicular 2 con respecto a la dirección de orientación 1 de las fibras de refuerzo,
20 algunas de las fibras de refuerzo quedan sin cortar, lo cual en ocasiones conduce a una gran disminución de fluidez.

- En la base de lámina preimpregnada de composite mostrada en la Figura 3, es preferible que la longitud de solapamiento 5 de los solapamientos entre los cortes de dos hileras de cortes adyacentes sea preferentemente de 0,1 mm o más, y menor que un 10 % de la longitud de la más corta entre los cortes adyacentes de la misma hilera
25 de cortes. Una longitud de solapamiento 5 menor que 0,1 mm no resulta preferida, ya que puede incluir las fibras de refuerzo que quedan sin cortar y las que son más largas que la longitud de fibra deseada, y dichas fibras funcionan para disminuir en gran medida la fluidez. Si la longitud de solapamiento 5 de los cortes es mayor que un 10 % de la longitud de la más corta entre los cortes adyacentes, la relación entre el número de fibras dividido por un corte y la de las fibras entre ellas que están divididas por un corte sobre la hilera de cortes adyacente, es decir la proporción
30 de las fibras más cortas que la longitud de fibra deseada, aumenta, lo cual se traduce en productos FRP moldeados que tienen propiedades mecánicas excesivamente pobres, y por tanto, no resulta preferido. Si algunos cortes ubicados en el borde de la base de lámina preimpregnada de composite no tienen la longitud completa, se incluyen en la más corta entre los cortes adyacentes, y en tal caso, se consideran los cortes internos contiguos a ellos.

- 35 Cuando se produce la base de lámina impregnada de composite de acuerdo con la Realización C, es preferible que todos los cortes 40 tengan la misma forma, tamaño y dirección. El efecto de la invención se puede lograr si existen dos o más tipos de cortes 40 que tengan formas, tamaños y direcciones diferentes, las fibras pueden fluir de manera uniforme y el flujo de las fibras se puede controlar de forma sencilla cuando todas las fibras tienen las mismas características. Como resultado, esto evita la generación de alabeos en el FRP moldeado, y el control de las
40 orientaciones de las fibras, es decir, resulta posible una configuración apropiada de las direcciones de las fibras en una pluralidad de capas de bases de lámina preimpregnada de composite laminadas para diseñar un producto de FRP que tenga las propiedades mecánicas deseadas.

- 45 Cuando se produce la base de lámina impregnada de composite de acuerdo con la Realización C, es preferible que los cortes 40 estén distribuidos de manera consecutiva a intervalos regulares en la dirección perpendicular a las fibras. En el caso de la forma, tamaño y dirección de los cortes anteriormente mencionados, las fibras ubicadas a intervalos regulares fluyen de manera uniforme, permitiendo un control sencillo de la fluidez de las fibras. Como resultado, esto evita la generación de alabeo en el FRP moldeado, y el control de las orientaciones de las fibras
50 posibilita el diseño de un producto de FRP que tenga las propiedades mecánicas deseadas.

- 55 Cuando se produce la base de lámina impregnada de composite de acuerdo con la Realización C, la forma de los cortes puede ser recta, curvada, una combinación de segmentos rectos o una combinación de segmentos rectos y curvados. En el caso de cortes rectos, sus direcciones pueden ser diagonales o perpendiculares a la dirección de fibra.

- 60 Si se usa una capa de resina adicional con forma de película en la base de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con la Realización C, en particular, es preferible que la capa de resina adicional tenga también cortes en las mismas posiciones que en las fibras de refuerzo. Dichos cortes ubicados en las mismas posiciones sirven para permitir que la capa de resina adicional y las fibras de refuerzo fluyan de manera armónica. La formación de cortes puede permitir la entrada de aire en la base de lámina preimpregnada de materia prima, pero si la capa de resina adicional presenta cortes en las mismas posiciones, el aire de la base de lámina preimpregnada de materia prima sale de forma sencilla, evitando la formación de huecos en el producto de FRP moldeado, lo cual también constituye una desventaja.

- 65 Si la capa de resina adicional comprende agregados o material fibroso o en forma de partículas, en lugar de una película, la capa de resina adicional es permeable al aire, y por tanto, el aire presente en la base de lámina

preimpregnada de materia prima como resultado de la formación de cortes puede salir fácilmente si la capa de resina adicional está libre de cortes en las mismas posiciones que en la base de lámina preimpregnada de materia prima. En cambio, es preferible que la capa de resina adicional esté libre de cortes. Si la capa de resina adicional está libre de cortes y comprende fibras continuas, sirve para evitar la formación de fisuras iniciales en las partes
 5 donde las fibras de refuerzo están divididas por los cortes en la base de lámina preimpregnada de materia prima, y se minimiza la expansión de las fisuras iniciales si es que llegan a formarse. Incluso si se forman fisuras iniciales, es posible evitar la separación interlaminar que se extiende entre los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas en las partes donde se forman fisuras iniciales y los extremos de las otras fibras de refuerzo discontinuas, por ejemplo, los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas en la capa adyacente. Como resultado, se puede maximizar el
 10 quinto efecto. No es necesario comentar, no se genera problema alguno por parte de la capa de resina adicional exenta de cortes si la base de lámina preimpregnada de materia prima no contiene aire como resultado de la colocación de cortes en la misma.

15 Cuando se produce la base de lámina impregnada de composite de acuerdo con la Realización A o la Realización B, por otra parte, se puede impregnar la resina de matriz en las fibras de refuerzo discontinuas en la base de lámina preimpregnada de materia prima antes del comienzo del proceso de moldeo. Esto elimina la necesidad de retirar aire a través de la capa de resina adicional o la necesidad de ubicar cortes en la capa de resina adicional en las mismas posiciones que los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas, y es preferible que la capa de resina adicional no tenga cortes. Si la capa de resina adicional no contiene cortes y comprende fibras continuas, la interacción
 20 (resistencia a la fricción de la interfaz) entre las bases de lámina preimpregnada de composite laminadas adyacentes se puede minimizar con objeto de maximizar el tercer y quinto efectos.

25 En la base de lámina preimpregnada de composite, en particular la base de lámina preimpregnada de composite producida de acuerdo con la Realización C, es preferible que muchas de las fibras de refuerzo orientadas estén en contacto estrecho con una superficie del soporte de tipo lámina o de tipo cinta. El enrollado de la base de lámina preimpregnada de composite puede provocar la adhesión entre las superficies de la base de lámina preimpregnada de composite enrollada, haciendo que el enrollado resulte imposible, pero esto se puede evitar mediante el uso de un soporte con capacidad de desprendimiento, incluso si la resina de matriz es una resina termoestable que tiene
 30 adhesividad.

35 En particular, si las fibras de refuerzo están divididas por cortes como en el caso de la base de lámina preimpregnada de composite producida de acuerdo con la Realización C, el soporte sirve para mantener la forma de la base de lámina preimpregnada de composite y evitar que las fibras de refuerzo se eliminen y se vuelvan descuidadas durante la etapa de conformación en el proceso de moldeo de FRP. Si resina de matriz es una resina termoestable que tienen adhesividad, se puede lograr la adhesión del soporte por medio de la auto-adhesividad de la resina de matriz. Si la resina de matriz es una resina termoestable libre de adhesividad, se logra por medio de la auto-adhesividad de la capa de resina adicional.

40 Los materiales para dicho soporte de tipo cinta o tipo lámina incluyen, por ejemplo, papel tipo papel kraft y papel desprendible, película de resina tal como poli(resina de etileno y propileno) y papel metalizado tal como papel de aluminio, y además, una superficie del soporte puede portar un agente de liberación de molde basado en silicona o flúor o una película depositada con el fin de dotar a la resina de capacidad de desprendimiento.

45 Preferentemente, la base de lámina preimpregnada de composite tiene un espesor de 0,03 a 1 mm. Más preferentemente, el espesor debería ser de 0,04 a 0,15 mm, aún más preferentemente de 0,05 a 0,12 mm, y más preferentemente de 0,06 a 0,10 mm. Si el espesor es menor que 0,04 mm, el número de fibras dividido por un corte inevitablemente se vuelve pequeño, y la ondulación de las fibras tiende a aparecer a partir del flujo durante el proceso de moldeo. Además, la producción de un componente de FRP que tiene un espesor de 2 mm, por ejemplo, requiere una base de lámina preimpregnada de composite formada por 100 o más capas laminadas, lo que no
 50 resulta preferido en términos de eficiencia de producción. Si el espesor supera 1 mm, por otra parte, la capa representa una gran proporción del espesor total del laminado, lo cual provoca una gran anisotropía, hecho que se traduce posiblemente en alabeo etc. del componente moldeado.

55 Si se produce la base de lámina preimpregnada de materia prima mediante preparación de una base de lámina preimpregnada procedente de fibras de refuerzo continuas, seguido de colocación de los cortes de longitud finita a intervalos sobre su superficie completa en una dirección a través de las fibras de refuerzo como en el caso de la base de lámina preimpregnada de composite producida de acuerdo con la Realización C, los cortes penetran a través del espesor de la base de lámina preimpregnada de materia prima, y por tanto, una base de lámina preimpregnada más fina resultará más ventajosa en términos de características mecánicas (en particular, resistencia
 60 de tracción). Desde este punto de vista, el peso por área unitaria de las fibras de refuerzo en la base de lámina preimpregnada de composite debería estar preferentemente dentro del intervalo de 30 a 300 g/m², más preferentemente de 40 a 150 g/m², y aún más preferentemente de 60 a 100 g/m².

65 No existen limitaciones específicas sobre el tipo de fibras de refuerzo usadas para la invención, y los materiales apropiados incluyen, por ejemplo, fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra orgánica (tal como fibra de aramida, fibra de poli(p-fenilén benzobisoxazol), poli(fibra de etileno) y fibra de poli(alcohol vinílico), fibra metálica, fibra cerámica y

combinaciones de estas fibras. Entre otros, fibra de carbono, en particular fibra de carbono basada en poliacrilonitrilo (basada en PAN), tiene una resistencia específica y módulo específico elevados, y también presenta elevada resistencia a la absorción de agua y resistencia ambiental, y por tanto, es preferible como fibra de refuerzo para elementos estructurales de aeronaves y automóviles que requieren elevada resistencia.

5 No existen limitaciones específicas sobre la resina de matriz a usar para la invención si sirve como base de lámina preimpregnada de materia prima y se puede moldear para dar lugar a un FRP.

10 Las resinas apropiadas a usar para constituir la capa de resina adicional de la invención incluyen resinas termoplásticas, resinas termoestables y sus combinaciones que están seleccionadas de forma apropiada. De manera específica, incluyen las siguientes.

15 Si se usa una resina termoplástica como resina que constituye la capa de resina adicional, las apropiadas incluyen, por ejemplo, poliéster, poliolefina, resina basada en estireno, polioxi metileno, poliamida, poliuretano, poliurea, polidiciclopentadieno, policarbonato, poli(metacrilato de metileno), poli(cloruro de vinilo), polivinil formal, poli(sulfuro de fenileno), poli(éter de fenileno), poliéterimida, polisulfona, polialilato, poliéter sulfona, policetona, poliéter cetona, poliéter éter cetona, poliéter cetona cetona, polialilato, poliéter nitrilo, poliimida, poliamida-imida, fenol, fenoxi, politetrafluoroetileno, otras resinas basadas en flúor, elastómero (preferentemente, butadieno-acrilonitrilo, ácido carboxílico o modificación de amina del primero, fluoroelastómero, poli(elastómero de siloxano), caucho (tal como butadieno, estireno-butadieno, estireno-butadieno-estireno, estireno-isopreno-estireno, caucho natural), resina para RIM (tal como las que contienen los catalizadores para producir polimida 6, poliamida 12, poliuretano, poliurea o polidiciclopentadieno), oligómero cíclico (tal como los que contienen catalizadores para producir poli(resina de carbonato), resina de poli(tereftalato de butileno), etc.) y otras resinas tales como copolímero de los anteriores, modificación de los anteriores y mezcla de dos o más de los anteriores. Entre ellos, se prefiere particularmente poliamida, poliéster, poliolefina, polivinil formal y polifenilén sulfona, debido al buen equilibrio entre las características de resina y coste, y el grado de libertad de diseño para la viscosidad de la resina.

30 Si se usa una resina termoestable como resina que constituye la capa de resina adicional, las apropiadas incluyen, por ejemplo, epoxídicas, fenol, polibenzimidazol, benzooxazina, éster de cianato, poliéster insaturado, éster vinílico, urea, melamina, bismaleimida, acrílicos, poliimida, poliamida-imida, etc. y otras resinas tales como copolímero de los anteriores, modificación de los anteriores y mezcla de dos o más de los anteriores, y otras resinas que contienen el componente de elastómero, componente de caucho, agente de curado, acelerador de curado, catalizador, etc. Preferentemente, estas resinas deberían tener una viscosidad de 1×10^6 Pa-s o menos a temperatura ambiente (25 °C) y si la viscosidad está dentro de este intervalo, la resina puede servir para producir la base de lámina preimpregnada de composite con la adhesividad y la propiedad de cubrimiento deseadas.

40 Si la resina que constituye la capa de resina adicional es una resina termoestable, la base de lámina preimpregnada de composite tiene adhesividad a temperatura ambiente. Cuando se laminan las bases, por lo tanto, estas bases se integran por medio de adhesión, y se pueden moldear al tiempo que se mantiene una composición de laminado deseada, constituyendo de este modo una buena realización de la invención. Con un grado grande de libertad de diseño en términos de viscosidad de la resina, la viscosidad mínima se puede lograr fácilmente llevando a cabo un diseño de viscosidad, que posibilite maximizar el efecto de la invención.

45 Desde el punto de vista descrito anteriormente, la resina que constituye una capa de resina adicional de tipo película preferentemente debería ser una composición de resina que comprenda una resina termoestable como componente primario. No es necesario comentar, el efecto deseado también se puede lograr cuando la capa de resina adicional comprende agregados de material fibroso o en forma de partículas, aunque la capa de tipo película pueda maximizar el efecto.

50 Si la resina que constituye la capa de resina adicional es una resina termoplástica, por otra parte, la capa de resina adicional de tipo película no presentará adhesividad a temperatura ambiente, y por tanto, el efecto anteriormente mencionado no se logra como en el caso de la resina termoestable. Si comprende agregados de material fibroso o en forma de partículas, la capa de resina adicional presenta buenas características que son propias de una resina termoplástica, tales como elevada ductilidad, elevada adhesividad (termoplasticidad) y capacidad para formar un FRP que tenga elevada resistencia.

60 Preferentemente, la resina de matriz a usar para la invención debería ser una resina termoestable o una composición de resina que comprenda una resina termoestable como componente primario (lo que en lo sucesivo se puede denominar simplemente resina termoestable). La resina de matriz que es una resina termoestable o una composición de resina que comprende una resina termoestable como componente primario tiene buena propiedad de cubrimiento a temperatura ambiente, y por tanto, en los casos donde, por ejemplo, se vaya a usar un molde con forma compleja tenga partes con forma irregular acanalada o superficies cuadráticas para el moldeo, se puede llevar a cabo de forma sencilla una conformación preliminar para proporcionar una forma de contorno compleja a la resina antes del moldeo. Dicha conformación preliminar sirve para aumentar las características de moldeo y hace que el control de flujo resulte más sencillo.

65

Si la resina de matriz es una resina termoplástica, resulta difícil llevar a cabo la conformación preliminar a temperatura ambiente. Generalmente, las resinas termoestables tienen adhesividad, y la forma total se puede mantener si todas las fibras de refuerzo se dividen por medio de cortes, lo que hace posible evitar, de forma sencilla, que las fibras de refuerzo se eliminen y se vuelvan descuidadas durante la conformación. El componente primario, tal y como se denomina en la presente memoria, se define como el componente que constituye más de un 50 % de la composición.

En estas resinas termoestables, las resinas epoxídicas son particularmente preferidas. La resina epoxídica, cuando se usa como resina de matriz, muestra elevada adhesividad y puede lograr una adhesión firme y adhesividad entre las bases, y además, la resina de matriz que comprende una sustancia epoxídica muestra características mecánicas elevadas y particularmente buenas.

Si la resina de matriz es una resina termoplástica, por otra parte, las bases de lámina preimpregnada de composite, cuando se laminan, se deslizan fácilmente una sobre la otra para provocar un movimiento entre ellas durante el proceso de moldeo, ya que generalmente las resinas termoplásticas están libres de adhesividad a temperatura ambiente, lo cual tiene como resultado productos de FRP que tienen una gran variación de orientación de fibras. En particular, dicha variación puede ser muy grande en productos de FRP de una forma complicada que tengan pares con formas irregulares.

En la invención, es preferible que la resina de matriz de la base de lámina preimpregnada de materia prima sea una resina termoestable, mientras que la capa de resina adicional comprenda una resina termoplástica. Los productos de FRP que tienen resistencia mejorada en gran medida se pueden producir por medio del uso de una resina termoestable que tenga elevada adhesividad con fibras de refuerzo, elevada estabilidad dimensional, elevada resistencia térmica y resistencia a la deformación plástica, debido a que la resina de matriz de la base de lámina preimpregnada de materia prima representa una gran proporción de la cantidad de resina total, al tiempo que proporciona una resina termoplástica de elevada ductilidad como capas intermedias. Si, se usa una resina termoplástica en forma de fibra (tal como materiales textiles no tejidos en particular,) o partículas como capa de resina adicional, además, la resina de matriz termoestable suprime para desarrollar adhesividad entre las bases.

Se puede producir una base de lámina preimpregnada de composite tal como la descrita con detalle anteriormente, específicamente una base de lámina preimpregnada de composite que comprenda una base de lámina preimpregnada producida a partir de una lámina de fibras compuesta por fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra dentro del intervalo de 1 a 300 mm alineadas en una dirección y la resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, combinada con la capa de resina adicional formada sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada, por medio del proceso de producción 1, proceso de producción 2 o proceso de producción 3 descritos a continuación.

Proceso de producción 1:

Un proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite que comprende las etapas de:

- (1-a) preparar una base de lámina preimpregnada que comprende una lámina de fibras de refuerzo continuas dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada al menos parcialmente en la lámina de fibras,
- (1-b) formar una capa de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada preparada en la etapa (1-a), y
- (1-c) formar cortes en la base de lámina preimpregnada que tiene la capa de resina adicional formada en la etapa (1-b) para formar fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm a partir de las fibras de refuerzo continuas.

Proceso de producción 2:

Un proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite que comprende las etapas de:

- (2-a) preparar una base de lámina preimpregnada que comprende una lámina de fibras de refuerzo continuas dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada al menos parcialmente en la lámina de fibras,
- (2-b) formar cortes en la base de lámina preimpregnada preparada en la etapa (2-a) para formar fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm a partir de las fibras de refuerzo continuas,
- y
- (2-c) formar una capa de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada que tiene las fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm preparada en la etapa (2-b).

Proceso de producción 3:

Un proceso de producción de base de lámina preimpregnada de composite que comprende las etapas de:

(3-a) preparar una lámina de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm y dispuestas en una dirección, donde los bordes de las fibras que tienen una longitud de fibra están ubicados en posiciones diferentes en la dirección de longitud,

(3-b) formar una base de lámina preimpregnada por medio de impregnación de la resina de matriz al menos parcialmente en la lámina de fibras preparada en la etapa (3-a), y

(3-c) formar una capa de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada preparada en la etapa (3-b).

En todos los procesos de producción, la capa de resina adicional se prepara por separado de la base de lámina preimpregnada de materia prima, y esto posibilita la producción de una capa de resina adicional que tiene una adhesividad estable y la colocación de la misma de forma precisa sobre la superficie de la lámina preimpregnada de materia prima. La adhesividad estable de la capa de resina adicional sirve para lograr una fluidez necesaria y resistencia de forma estable durante el proceso de moldeo, lo que hace posible producir una base de lámina preimpregnada de composite que tenga estabilidad de alta calidad.

Incluso si se usa la misma resina para la resina de matriz de la base de lámina preimpregnada de materia prima y la capa de resina adicional, es posible, en algunos casos, concentrar la resina sobre la superficie de la base de lámina preimpregnada suministrando cantidades excesivas de la resina de matriz cuando se prepara la base de lámina preimpregnada de materia prima. Si la resina de matriz es una resina termoestable, no obstante, esto tiene como resultado únicamente un aumento global del contenido de resina de la base de lámina preimpregnada de materia prima, lo cual provoca un fallo en la concentración estable de la resina sobre la superficie. El efecto de la invención no se logra si la resina no está concentrada sobre la superficie.

Si la resina de matriz es una resina termoplástica, tendrá una viscosidad tan elevada que no se impregna de manera suave en las fibras de refuerzo, y por tanto, se concentra de forma sencilla sobre la superficie. Pero en dichos casos, es muy probable que la concentración de la resina sobre la superficie tenga como resultado que queden ciertas partes sin impregnar en la base de lámina preimpregnada. Si quedan partes sin impregnar en la base de lámina preimpregnada antes del proceso de moldeo y además, se usa una resina termoplástica que tenga elevada viscosidad como resina de matriz, resulta difícil eliminar estas partes sin impregnar durante el proceso de moldeo de FRP. Si se proporcionan la resina de matriz en cantidades excesivas para concentración de la resina sobre la superficie de la base de lámina preimpregnada, por otra parte, la estabilidad del proceso resulta baja, y únicamente el espesor de la capa de resina sobre la superficie tiende a fluctuar para provocar el serpenteo de las fibras, lo cual no resulta deseable.

Los métodos apropiados para colocar los cortes en las etapas de producción (1-c) o (2-b) incluyen el uso de una cuchilla manual, el uso de una máquina de corte o una máquina de perforación para operaciones mecánicas, y el uso de cuchillas de rodillo giratorias etc., proporcionadas en posiciones predeterminadas para llevar a cabo el corte continuo durante la preparación de la base de lámina preimpregnada de materia prima compuesta por fibras continuas. El uso de una cuchilla manual resulta apropiado si se desea una operación simple para colocar los cortes en la base de lámina preimpregnada, mientras que el uso de una máquina de corte, máquina de perforación, cuchillas de rodillo giratorias etc., resulta apropiado para la producción a gran escala con elevada eficacia de producción.

La base en forma de capas de la invención comprende un laminado de dos o más placas de dicha base de lámina preimpregnada de composite donde las placas de dicha base de lámina preimpregnada de composite están integradas por al menos adhesión parcial y se forma una capa de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la superficie de base en forma de capas.

En una base en forma de capas de la invención, es preferible que la resina de matriz de la base de lámina preimpregnada de materia prima sea una resina termoestable, mientras que la capa de resina adicional comprenda una resina termoplástica, quedando expuesta la resina termoplástica en una superficie de la base en forma de capas. El uso de la resina termoestable como resina de matriz garantiza la adhesividad con las fibras de refuerzo, así como también la estabilidad dimensional, resistencia térmica y resistencia a la deformación plástica, mientras que la resina termoplástica de alta ductilidad existe en los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas sobre la superficie que probable que actúe como puntos de inicio de la destrucción, sirviendo de manera muy eficaz para generar productos de FRP que tienen resistencia altamente mejorada.

El uso de la resina termoplástica en forma de fibra (tal como, en particular, un material textil no tejido,) o partículas como capa de resina adicional permite que la resina de matriz termoestable supure para desarrollar adhesividad sobre la superficie de la base en forma de capas. La producción de una base en forma de capas también resulta sencilla cuando se proporciona una capa de resina adicional que comprende una resina termoplástica en forma de fibra (en particular, prefiriéndose un material textil no tejido) o partículas, en particular entre las capas de la base en forma de capas, debido a que la base de lámina preimpregnada de composite presentará adhesividad. Además, cuando se une un producto de FRP de la invención a otro producto de FRP, la capa de resina adicional del producto de FRP de la invención se adhiere de forma intensa al otro producto de FRP para dar lugar a un cuerpo integrado, en particular en el caso en que el otro producto de FRP comprenda una resina de matriz termoplástica. Se puede

decir que la presente realización constituye una ventaja inesperada de la invención.

Otra realización de la invención es una base en forma de capas que comprende fibras de refuerzo y una resina de matriz donde dos o más bases de lámina preimpregnada de materia prima compuestas por fibras de refuerzo discontinuas orientadas en una dirección con una capa de resina adicional proporcionada en al menos una de las interfaces entre las capas laminadas, y dos bases de lámina preimpregnada de materia prima adyacentes y/o una base de lámina preimpregnada de materia prima y un capa de resina adicional adyacente se adhieren al menos parcialmente para integrarlas en una base en forma de capas, proporcionándose una capa de resina adicional sobre al menos una de las superficies.

Como se ha descrito anteriormente, la integración de bases de lámina preimpregnada de composite tiene una aptitud de manipulación durante el proceso de moldeo de FRP y es posible el moldeo para dar lugar a un producto de FRP al tiempo que se mantiene una estructura laminada deseada. Si la resina de matriz es una resina termoestable en este caso, su adhesividad sirve para integrar fácilmente dos o más bases de lámina preimpregnada de composite.

No existen limitaciones específicas sobre la estructura laminada de las bases de lámina preimpregnada de composite en la base en forma de capas si el laminado se estructura de forma apropiada para cumplir los requisitos del producto de FRP deseado. En particular, se pueden lograr propiedades mecánicas uniformes y se evita el alabeo de FRP si el laminado tiene una estructura cuasi-isotrópica tal como $[-45/0/+45/90]_s$ y $[+60/0/-60]_s$.

La capa de resina adicional de la base en forma de capas se puede proporcionar sobre únicamente una superficie o ambas superficies de la base en forma de capas. Preferentemente, se debería proporcionar sobre ambas superficies, tomando en consideración la resistencia de fricción entre la base de lámina preimpregnada de composite y el molde durante el proceso de moldeo de FRP. La capa de resina adicional no necesariamente está en todas las interfaces entre las posiciones adyacentes de las base de lámina preimpregnada en la base en forma de capas, sino que se debería proporcionar únicamente en las interfaces donde se requiera. Para maximizar el efecto de la invención, es preferible que la capa de resina adicional se proporcione en todas las interfaces. Se puede decir que una base en forma de capas en la que se proporciona la capa de resina adicional sobre ambas superficies y en todas las superficies constituye la realización más preferida, ya que puede presentar excelentes características de moldeo.

Es preferible proporcionar una capa de resina adicional en dos o más interfaces entre bases de lámina preimpregnada de materia prima adyacentes, ya que estas capas de resina adicional tienen diferentes espesores. Resulta más preferido que coexistan capas de resina adicional finas y gruesas en las interfaces de la base en forma de capas. Se pueden lograr mejores características de moldeo y se puede evitar la formación de huecos alrededor de los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas si se proporciona una capa de resina adicional más gruesa en las interfaces donde las bases de lámina preimpregnada de materia prima se deban deslizar de la mayor manera posible y en las partes donde la base de lámina preimpregnada de materia prima se deba extender de la mayor manera posible en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo. Esto se puede afirmar como una de las realizaciones más preferidas de la invención.

Si se proporciona una capa de resina adicional tanto en la interfaz entre dos base de lámina preimpregnada de materia prima adyacentes y al menos una de las superficies de la base en forma de capas, es preferible que la capa de resina adicional proporcionada en la superficie de la base en forma de capas sea más gruesa que en la superficie. Esto es porque en la interfaz entre dos bases de lámina preimpregnada de materia prima adyacentes, la base de lámina preimpregnada de materia prima existe sobre ambos lados de la interfaz para proporcionar resina de forma sencilla, mientras que en la cara más externa de la base en forma de capas, la base de lámina preimpregnada de materia prima existe únicamente sobre el lado superior o el lado inferior, lo cual se traduce en cantidades menores de suministro de resina. Esto resulta preferido con el fin de generar productos de FRP que tengan elevada calidad superficial, y se puede decir que constituye una de las realizaciones más preferidas de la invención.

Se produce un FPR de la invención por medio de calentamiento y prensado de la base en forma de capas y comprende una base en forma de capas y una capa de resina adicional formada en al menos una de sus superficies. El efecto de la invención se maximiza por medio de moldeo de la base de lámina preimpregnada de composite y la base en forma de capas por medio de calentamiento y prensado. La fluidez de la capa superficial de la base en forma de capas se puede aumentar y se puede obtener un FRP de alta calidad proporcionando una capa de resina adicional sobre la superficie. Tal como se describe más adelante, esto también posibilita la producción de un FRP que tenga elevada adhesividad frente a otros productos de FRP.

El FRP de la invención se usa preferentemente para generar un producto conformado que comprende el FRP que porta en su superficie una capa de resina adicional adherida a otro material de FRP u otro moldeo de resina termoplástica para formar una estructura integrada. El FRP de la invención tiene una capa de resina adicional sobre su superficie y por tanto, se puede combinar intensa y fácilmente con otro material de FRP u otra resina termoplástica de forma que la capa de resina adicional actúe entre ellos. La adhesión de otro material de FRP a la superficie del FRP de la invención sirve para desarrollar funciones que no se pueden lograr por medio del FRP de la invención solo, tal como para la generación de productos de forma complicada, superficies de Clase A para

automóviles, y otras superficies de calidad superficial extremadamente elevada.

De manera específica, las realizaciones preferidas incluyen productos en los la capa de resina adicional del FRP de la invención y la resina de matriz del otro material de FRP son una resina termoplástica. Si ambos son una resina termoplástica, se puede lograr una resistencia de adhesivo extremadamente elevada atribuida a su naturaleza termoplástica, de forma que sirve para la adhesión firme y fácil entre el FRP de la invención y el otro material de FRP.

En una realización más preferida, la resina de matriz del FRP de la invención es una resina termoestable mientras que la capa de resina adicional comprende una resina termoplástica, quedando expuesta la resina termoplástica en una superficie de la base en forma de capas, y además, la resina de matriz del otro FRP es una resina termoplástica. Si se desea una forma muy complicada, es preferible que el otro FRP sea un producto moldeado por inyección compuesto por fibras de refuerzo discontinuas que están dispersadas de forma aleatoria.

En el FRP de la invención, es preferible que la separación entre los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes esté rellena con la resina que constituye la capa de resina adicional. En dicha realización, resulta posible disminuir la fracción de huecos y la ondulación de las capas, al tiempo que se aumenta el módulo elástico así como también la resistencia. En la superficie del FRP, además, se puede evitar la formación de depresiones poco profundas alrededor de los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas, para proporcionar un FRP que tenga una calidad superficial mejorada.

Para el FRP de la invención, es preferible que la base en forma de capa se someta a conformación y solidificación, como se describe a continuación, se someta a moldeo para dar lugar una forma que presente nervaduras o superficies cuadráticas. El uso de la base de lámina preimpregnada de composite y la base en forma de capas es de particular importancia cuando se producen moldeos de FRP de forma complicada que tienen nervaduras o superficies cuadráticas, y esto es uno de los problemas a solucionar por parte de la invención.

Los métodos de producción de FRP apropiados para la base de lámina preimpregnada de composite o la base en forma de capas incluyen moldeo por prensado, moldeo en autoclave y moldeo por plegado de lámina. En particular, el moldeo por prensado resulta preferido ya que se puede lograr una elevada eficacia de producción. De manera específica, el espesor de la base en forma de capas se disminuye por medio de moldeo por prensado, lo que se traduce en capas más finas. A medida que las capas se hacen más finas, el espesor de los extremos de las fibras de refuerzo discontinuas disminuye, lo cual evita además la formación de fisuras y la separación entre láminas, lo que tiene como resultado un FRP que presenta resistencia mejorada. También sirve para minimizar la formación de huecos.

Para llevar a cabo dicho moldeo por prensado para generar los productos de FRP exentos de huecos que presentan buena calidad de aspecto que tienen forma complicada con nervaduras o superficies cuadráticas, es preferible prensar la base en forma de capas en un molde de una forma que presenta nervaduras y/o superficies cuadráticas. La base en forma de capas de la invención se diseña para lograr el primero al cuarto efectos, y por tanto, se pueden generar productos de FRP exentos de huecos de forma complicada que tiene nervaduras o superficies cuadráticas, simplemente por medio de prensado en el molde. Esto representa una de las características propias de la invención.

Los usos apropiados de la base de lámina preimpregnada de composite y la base en forma de capas de la invención, y el FRP producido a partir de las mismas, incluyen elementos estructurales que tienen una forma complicada con nervaduras y superficies cuadráticas, tales como el equipamiento de transporte (automóviles, aeronaves, vehículos navales, etc.), máquinas industriales, equipos de precisión y equipamientos deportivos (bicicletas etc.). Los usos particularmente apropiados incluyen bielas y cuadros de bicicletas, cabezas de palos de golf, marcos para puertas y ventanas como elementos estructurales de automóviles, y brazos para robots como elementos estructurales de máquinas industriales.

La invención se describe más específicamente a continuación haciendo referencia a los ejemplos, aunque no se pretende introducir ninguna limitación en la invención.

En los ejemplos, cuando se produce una base de lámina preimpregnada de composite mediante aplicación de una capa de resina adicional a una base de lámina preimpregnada que comprende una lámina de fibras de refuerzo continuas orientadas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, seguido de la colocación de cortes en las fibras de refuerzo continuas, la base de lámina preimpregnada que comprende las fibras de refuerzo continuas y que porta una capa de resina adicional se denomina base de lámina preimpregnada preliminar.

Por otra parte, cuando se produce una base de lámina preimpregnada de composite a por medio de la preparación de una base de lámina preimpregnada que comprende una lámina de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm orientadas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, seguido de la aplicación de una capa de resina adicional, la base de lámina preimpregnada que comprende las fibras de refuerzo discontinuas se denomina base de lámina preimpregnada de materia prima.

< Método de evaluación de la fluidez >

5 Se cortan piezas que tienen un diámetro de 100 mm de la base de lámina preimpregnada de composite. Se prepara un producto en forma de capas por medio de laminado de ocho piezas de la base de lámina preimpregnada de composite de forma cuasi-isotrópica. El producto en forma de capas tiene una estructura de laminado de [-45/0/+45/90]_{1S}. Posteriormente, se coloca el producto en forma de capas sobre un molde de placa plana de 300 x 300 mm, y se somete a curado la resina a 150 °C durante 30 minutos bajo una presión de 6 MPa en una máquina de moldeo por prensado de tipo dispositivo de calentamiento. Se calcula la relación de diámetro L (en mm) del FRP resultante con respecto al diámetro original de 100 mm. La fórmula para el cálculo de la relación se describe como L/100 mm. Para el diámetro L (en mm) del FRP resultante, se toman mediciones desde las capas de base de lámina preimpregnada de composite más externas, y se usa el más grande como diámetro L. Si las capas de base de lámina preimpregnada de composite más externas fluyen y se deforman para dar lugar una elipse, entonces se usa la mayor de las mediciones del eje mayor como diámetro L. La relación calculada se emplea posteriormente para evaluar la fluidez.

< Método de evaluación de la aptitud de moldeo de nervaduras >

20 A partir de la base de lámina preimpregnada de composite, se cortan piezas de 80 mm x 80 mm bien en la misma dirección que la dirección de orientación de las fibras de refuerzo (dirección de 0°) o bien en la dirección inclinada en 45° con respecto a la dirección de orientación de las fibras de refuerzo (dirección de 45°). Se prepara un producto en forma de capas por medio de laminado de ocho piezas de la base de lámina preimpregnada de composite de forma cuasi-isotrópica. El producto en forma de capas tiene una estructura de laminado de [-45/0/+45/90]_{1S}. Se prepara un molde compuesto por un molde superior de 100 x 100 mm que tiene una cavidad de 1,5 mm de anchura, 100 mm de longitud y 15 mm de profundidad proporcionado en la cara inferior y un molde inferior que tiene una cara superior plana. Se coloca el producto en forma de capas sobre la capa superior del molde inferior, y se coloca en molde superior en su sitio, seguido de curado de la resina en una máquina de moldeo por prensado de tipo dispositivo de calentamiento a 150 °C durante 30 minutos bajo una presión de 6 MPa. Se mide la altura de la nervadura formada en el FRP resultante. A continuación, se usan las mediciones de altura para evaluar la aptitud de moldeo de la nervadura.

< Método de evaluación de las características mecánicas >

35 Se cortan piezas de ensayo para resistencia de tracción que tienen una longitud de 250 ± 1 mm y una anchura de $25 \pm 0,2$ mm a partir de una FRP de placa plana. Se mide la resistencia de tracción de acuerdo con el método de ensayo especificado en JIS K7073-1988 "Tensile test method carbon fiber reinforced plastics" en condiciones de longitud de calibre de 150 mm y tasa de avance de la cruceta de 2,0 mm/minuto. Se usa un dispositivo de ensayo universal de tipo Instron Modelo 4208 (marca registrada) para el ensayo en los Ejemplos. El número n de piezas de ensayo sometido a medición es 10, y se usa el promedio de las mismas como el valor de resistencia de tracción. Además, se calcula la desviación típica a partir de las mediciones, y posteriormente se divide la desviación típica entre el promedio para determinar el coeficiente de variación CV (%), que indica el grado de variación.

< Método de evaluación de la viscosidad mínima de una resina >

45 Se determina la viscosidad mínima a partir de la curva de relación para temperatura y viscosidad en las condiciones de tasa de calentamiento de 2 °C/minuto, frecuencia de vibración de 0,5 Hz y uso de placas paralelas (diámetro de 40 mm). Se usa un sistema de medición de viscoelasticidad ARES de tipo expansión proporcionado por Rheometric Scientific Inc. para la medición en los Ejemplos.

< Método de evaluación de espesor de una capa de resina adicional >

Se observa el corte transversal directamente con un microscopio óptico (400 aumentos) para determinar el espesor.

< Método de evaluación de G_{IC} de una resina de matriz >

55 Se cortan placas (espesor $2 \pm 0,1$ mm, anchura de $10 \pm 0,5$ mm, longitud 120 ± 10 mm) de una resina curada y se usan como piezas de ensayo. Se miden el módulo de tracción E y la relación de Poisson de estas piezas de ensayo de acuerdo con el método especificado en JIS K7161-1994 "Plastics-tensile characteristic test method." De manera similar, se mide K_{IC} de las placas de resina termo-curada (espesor de $6 \pm 0,3$ mm, anchura de $12,7 \pm 0,3$ mm y longitud de 80 ± 10 mm) de acuerdo con ASTM D5045-99. Se calcula el valor de G_{IC} a partir de las mediciones del módulo de tracción E, la relación de Poisson ν y K_{IC} por medio de la fórmula $((1 - \nu)^2 \times K_{IC}^2)/E$. El n de las mediciones es 10.

< Método de evaluación de G_{IIC} de un FRP >

65 Para tomar las mediciones, se lleva a cabo el ensayo ENF (ensayo de flexión para piezas de ensayo con muesca

terminal) de acuerdo con el método descrito en el Apéndice 2 de JIS K7086-1993 "Interlaminar fracture toughness test method for carbon fiber reinforced plastics." El n de las mediciones es 10.

Ejemplo 1

5 En una amasadora, se someten a amasado con calor una resina epoxídica (30 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 828, 35 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 1001 y 35 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 154, fabricada por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.), 5 partes en peso de una resina termoplástica de polivinil formal (Vinylec K (marca registrada) fabricada por Chisso Corporation), 3,5 partes en peso de un agente de curado de dicianidamida (DIC77 fabricado por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.) y 4 partes en peso de un acelerador de curado 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetil urea (DCMU99 fabricado por Hodogaya Chemical Co., Ltd.), para preparar una composición 1 de resina epoxídica, que fue un material no curado que contenía polivinil formal disuelto de manera uniforme. Se dispersó la composición 1 de resina epoxídica sobre un papel desprendible con un dispositivo de revestimiento de rodillo inverso para preparar una película fina 1 de 19 g/m^2 .

15 Después, se colocó la película de resina 1 en ambos lados de las fibras de carbono (resistencia de tracción de 4.900 MPa, módulo de tracción de 235 GPa) 3 orientada en una dirección, seguido de calentamiento y prensado ($130 \text{ }^\circ\text{C}$, 0,4 MPa) para impregnación de la resina con objeto de preparar una base 1 de lámina preimpregnada que tiene un peso unitario de fibra de carbono de 120 g/m^2 , un contenido de resina de matriz de un 24 % en peso y un espesor de base de lámina preimpregnada de 0,12 mm.

20 Se dispersó el mismo material que la composición 1 de resina epoxídica no curada sobre un papel desprendible con un dispositivo de revestimiento de rodillo inverso para preparar una película de resina (peso unitario de resina de 19 g/m^2 , y un espesor de película de 0,02 mm), que, usado como capa 10 de resina adicional, se aplicó a un lado de la base 1 de lámina preimpregnada para preparar una base 1 de lámina preimpregnada preliminar (un contenido de resina de un 32 % en peso, un espesor de base de lámina preimpregnada de 0,14 mm).

25 Posteriormente, se colocaron cortes de forma continua en la base 1 de lámina preimpregnada preliminar como se muestra en la Figura 3, usando una máquina de corte automática para producir una base 1 de lámina preimpregnada de composite que tenía cortes 40 dispuestos de forma regular alienados a intervalos iguales.

30 Los cortes 40 se colocan en la dirección perpendicular 2 a la dirección de orientación 1 de las fibras 3, y se longitud de los cortes 40 y la longitud de fibra 6 de las fibras 3 tras el corte son de 10,5 mm y 30 mm, respectivamente. Las hileras de cortes 50 adyacentes se mueven 10 mm en la dirección 2 perpendicular a la dirección de orientación 1 de las fibras 3. De este modo, existen dos tipos de patrones de cortes en muchas hileras de cortes 50. Además, los cortes 40 de las hileras de cortes 50 adyacentes se extienden 0,5 mm una con respecto a la otra. El número de fibras 3 cortadas por cada corte es de 18.900.

35 La composición 1 de resina epoxídica tuvo una viscosidad mínima de 5,5 Pa-s y la base 1 de lámina preimpregnada de composite presentó adhesividad. Un producto curado ($130 \text{ }^\circ\text{C}$, 90 minutos) de la composición 1 de resina epoxídica tuvo una tenacidad G_{IC} de fractura de Modo I de 174 J/m^2 .

40 A partir de la base 1 de lámina preimpregnada de composite producida, se cortan piezas de 250 mm x 250 mm bien en la misma dirección que la dirección de orientación de las fibras de carbono 3 (dirección de 0°) o bien en la dirección movida 45° con respecto a la dirección de orientación de las fibras de carbono 3 (dirección de 45°). Se laminan diez y seis bases 1 de lámina preimpregnada de composite cortadas de forma cuasi-isotrópica de tal forma que la cara de una base que porta la capa 10 de resina adicional entre en contacto con la cara de la base adyacente que está exenta de capa de resina adicional, proporcionando la base 1 en forma de capas. La estructura de laminado fue $[-45/0/+45/90]_{16}$. La base 1 en forma de capas tenía un espesor de 2,2 mm. La base 1 en forma de capas se colocó posteriormente sobre un molde de placa plana de área de 300 x 300 mm, y se curó la resina a $150 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 30 minutos a una presión de 6 MPa en una máquina de moldeo por prensado de tipo dispositivo de calentamiento para proporcionar un FRP de placa plana que tenía un área de 300 x 300 mm y un espesor de 1,6 mm.

45 El FRP de placa plana resultante estuvo exento de ondulación de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. La fluidez fue de 1,3, y la altura de las nevaduras formadas fue de 10 mm. La resistencia de tracción del FRP fue de 390 MPa y el coeficiente de variación CV fue tan pequeño como un 6 %.

50 Además, se produjeron 10 placas que tuvieron una anchura de 80 mm, una longitud de 160 mm, una altura de pared de 20 mm y una superficie cuadrática que tenía un radio de curvatura (R) de 3 mm de forma sucesiva bajo las mismas condiciones de moldeo que se han mostrado con anterioridad. En las placas resultantes, todas las partes cuadráticas y todas las separaciones entre los extremos de fibras de carbono discontinuas adyacentes, incluso en la cara más externa, se rellenaron por completo con la resina sin dejar espacios vacíos, y todas las partes de pared también estuvieron exentas de pliegues, lo que indica que los productos de FRP producidos tenían elevada calidad de aspecto. El hecho de que los productos de FRP de alta calidad se obtuvieran en todas las 10 operaciones de

moldeo constituye una prueba de la estabilidad de alta calidad.

Ejemplo 2

5 En una amasadora, se someten a amasado con calor una resina epoxídica (9 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 828, 35 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 1001, 20 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 1004 y 36 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 807, fabricada por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.), 5 partes en peso de una resina termoplástica de polivinil formal (Vinylec K (marca registrada) fabricada por Chisso Corporation), 4,5 partes en peso de un agente de curado de diciandiamida (DICY7 fabricado por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.) y 3 partes en peso de un acelerador de curado 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetil urea (DCMU99 fabricado por Hodogaya Chemical Co., Ltd.), para preparar una composición 2 de resina epoxídica (viscosidad mínima de 3,4 Pa-s), que fue un material no curado que contenía polivinil formal disuelto de manera uniforme.

15 Usando esta composición 2 de resina epoxídica, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir una base 2 de lámina preimpregnada (resistencia de tracción de fibras de carbono 4, 900 MPa, módulo de tracción 235 GPa, peso unitario de fibras de carbono 150 g/m², contenido de resina de matriz 24 % en peso, espesor de la base de lámina preimpregnada 0,14 mm).

20 En otra amasadora, se sometieron a amasado con calor una resina epoxídica (35 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 828, 30 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 1001 y 35 partes en peso de "Epikote (marca registrada)" 154, fabricada por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.), 3 partes en peso de una resina termoplástica de polivinil formal (Vinylec K (marca registrada) fabricada por Chisso Corporation), 3,5 partes en peso de un agente de curado de diciandiamida (DICY7 fabricado por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.) y 3 partes en peso de un acelerador de curado 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetil urea (DCMU99 fabricado por Hodogaya Chemical Co., Ltd.), para preparar una composición 3 de resina epoxídica que tenía una viscosidad mínima de 1,5 Pa-s, que fue un material no curado que contenía polivinil formal disuelto de manera uniforme.

30 Sobre ambas superficies de la base 2 de lámina preimpregnada, se colocó una capa de resina adicional en forma de película de resina (peso unitario de 19 g/m², espesor de película de 0,02 mm) producida por medio de dispersión de la composición 3 de resina epoxídica no curada que tenía una viscosidad menor que la resina de matriz sobre una papel desprendible con un dispositivo de revestimiento de rodillo inverso, para producir una base 2 de lámina preimpregnada preliminar (un contenido de resina de un 31 % en peso, un espesor de base de lámina preimpregnada de 0,18 mm).

35 Exceptuando que se usó la base 2 de lámina preimpregnada preliminar, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir una base 2 de lámina preimpregnada de composite, que posteriormente se usó para producir una base 2 en forma de capas y se produjo un FRP de placa plana por medio de moldeo de la base 2 en forma de capas. La base 2 de lámina preimpregnada de composite del presente Ejemplo portó una capa de resina adicional sobre ambas superficies y se llevó a cabo la operación de laminado de manera eficaz debido a que no existieron diferencias entre los dos lados.

45 El FRP de placa plana resultante estuvo, como en el caso del Ejemplo 1, exento de ondulaciones de las fibras de carbono y fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo también exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. Para las características de moldeo, la fluidez fue de 1,5, y la altura de las nervaduras formadas fue de 15 mm, y se confirmó que la cavidad se rellenó con la base 2 de lámina preimpregnada de composite hasta el límite superior durante el proceso de moldeo. La resistencia de tracción del FRP fue de 410 MPa, que es más elevada que en el Ejemplo 1 debido al elevado contenido de fibra de carbono, mientras que el coeficiente de variación CV fue de un 9 %.

50 Ejemplo 3

En una amasadora, se amasaron en caliente una resina epoxídica (90 partes en peso de ELM 434 fabricado por Sumitomo Chemical Co., Ltd., y 10 partes en peso de Epicron 830 fabricado por Dainihon Ink Chemical Co., Ltd), 15 partes en peso de una resina de poliéter sulfona termoplástica (Sumikaexcel PES5003P fabricada por Sumitomo Chemical Co., Ltd.) y 35 partes en peso de un agente de curado de 4,4'-diaminodifenil sulfona (Sumicure S fabricado por Sumitomo Chemical Co., Ltd.), para preparar una composición 4 de resina epoxídica (viscosidad mínima de 0,4 Pa-s), que fue un material no curado que contenía poliéter sulfona disuelta de manera uniforme.

60 Usando esta composición 4 de resina epoxídica, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir una base 3 de lámina preimpregnada (resistencia de tracción de fibras de carbono 5, 400 MPa, módulo de tracción 294 GPa, peso unitario de fibras de carbono 150 g/m², contenido de resina de matriz de un 25 % en peso, espesor de la base de lámina preimpregnada 0,14 mm).

65 Se colocaron los cortes en la presente base de lámina preimpregnada mientras se dispersó una composición de resina producida por medio de amasado con calor de la misma composición que la composición 4 de resina epoxídica no curada y partículas esféricas de poliamida 12 (un diámetro mediando (D50) de 7 μm tal y como viene

determinado por medio de difracción láser/dispersión) para actuar como carga, sobre un papel desprendible con un dispositivo de revestimiento de rodillo inverso para preparar una película de resina (peso unitario de resina 40 g/m^2), espesor de película $0,04 \text{ mm}$, 13 g/m^2 de partículas esféricas de poliamida 12 presentes en la película de resina), que posteriormente se usó como capa de resina adicional y se aplicó a una de las superficies de la base de lámina preimpregnada de materia prima que contenía cortes, proporcionando una base 3 de lámina preimpregnada de composite (contenido de resina de un 35 % en peso, espesor de la base de lámina preimpregnada de $0,18 \text{ mm}$).

Usando la base 3 de lámina preimpregnada de composite, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 exceptuando que la resina se curó en las condiciones de $185 \text{ }^\circ\text{C}$ y 120 minutos para proporcionar una base 3 de lámina preimpregnada de composite y una base 3 en forma de capas, seguido de moldeo de las mismas para dar lugar a un FRP de placa plana. Un producto curado ($180 \text{ }^\circ\text{C}$, 120 minutos) de la propia composición 4 de resina epoxídica y la propia resina que constituye la capa de resina adicional tuvo una tenacidad G_{IC} de fractura de Modo I de 124 J/m^2 y 590 J/m^2 , respectivamente.

El FRP de placa plana resultante estuvo, como en el caso del Ejemplo 1, exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo también exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. No obstante, el FRP fue ligeramente inferior en calidad de aspecto que el producido en el Ejemplo 1. Para las características de moldeo, la fluidez fue de 1,4, y la altura de las nervaduras formadas fue de 15 mm , y se confirmó que la cavidad se rellenó con la base 2 de lámina preimpregnada de composite hasta el límite superior durante el proceso de moldeo. La resistencia de tracción del FRP fue tan elevado como 490 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 8 %. El Modo II de la tenacidad G_{IIc} de fractura del FRP fue $2,4 \text{ kJ/m}^2$.

En 10 placas producidas de manera sucesiva por medio de los mismos procedimientos que en el Ejemplo 1, las placas resultantes, todas las partes cuadráticas y todas las separaciones entre los extremos de fibras de carbono discontinuas adyacentes, incluso en la cara más externa, se rellenaron por completo con la resina sin dejar espacios vacíos, y todas las partes de pared también estuvieron exentas de pliegues, lo que indica que los productos de FRP producidos tenían elevada calidad de aspecto. El hecho de que los productos de FRP de alta calidad se obtuvieran en todas las 10 operaciones de moldeo constituye una prueba de la estabilidad de alta calidad.

Ejemplo 4

Exceptuando que el peso unitario de la fibra de carbono fue de 80 g/m^2 y la base en forma de capas tuvo una estructura de $[-45/0/+45/90]_{3s}$, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir FRP de placa plana.

El FRP de placa plana resultante estuvo, como en el caso del Ejemplo 1, exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo también exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. La fluidez fue de 1,4, y la altura de las nervaduras formadas fue de 15 mm . La resistencia de tracción del FRP fue de 420 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 5 %, lo que indica que la variación fue pequeña.

Ejemplo 5

Se preparó una base de lámina preimpregnada a partir de la composición 1 de resina epoxídica no curada y se colocaron cortes en la base de lámina preimpregnada sin aplicar película de resina a la misma, seguido de laminado entre las bases de lámina preimpregnada de materia prima que contienen cortes de manera cuasi-isotrópica para producir un producto en forma de capas. El producto en forma de capas tuvo una estructura $[-45/0/+45/90]_{2s}$. En la generación del producto laminado, se amasó con calor la misma resina que la composición 1 de resina epoxídica no curada y partículas de vidrio esféricas (que actúan como carga, diámetro promedio de $15 \text{ }\mu\text{m}$) sometida a acoplamiento con silano epoxídico, para preparar una composición de resina, y posteriormente se dispersó sobre un papel desprendible con un dispositivo de revestimiento de rodillo inverso para proporcionar un total de cinco láminas de película de resina (peso unitario de resina de 25 g/m^2 , espesor de película $0,025 \text{ mm}$, que contenía 10 g/m^2 de partículas esféricas de vidrio sometidas a acoplamiento de silano epoxídico, que se usaron como capas más externas, cuarta, octava y duodécima de la base resultante en forma de capas. Exceptuando esto, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir una base en forma de capas, que se moldeó para dar lugar a un FRP de placa plana.

El FRP de placa plana resultante estuvo, como en el caso del Ejemplo 1, exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo también exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. Para las características de moldeo, la fluidez fue de 1,3 y la altura de las nervaduras formadas fue de 10 mm . No obstante, el FRP fue ligeramente más pobre en cuanto a calidad de aspecto que el producido en el Ejemplo 1. La resistencia de tracción de FRP fue tan elevada como 400 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 6 %, lo que indica que la variación fue pequeña.

Ejemplo 6

Exceptuando que la composición 1 de resina epoxídica no curado junto con hilos de astilla (longitud de fibra de 10 mm a 150 mm) producidos por medio de centrifugación de sistema de zona de diseño como fibras de refuerzo en lugar de fibras de carbono continuas, que la composición 1 de resina epoxídica no curada se revistió por pulverización en un estado de tipo partícula (peso unitario de resina de 10 g/m², espesor de película de 0,03 mm) para actuar como capa de resina adicional en lugar de película de resina, y que los cortes no se colocaron sobre la misma, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir una base de lámina preimpregnada de composite y una base en forma de capas, que se moldearon posteriormente para dar lugar a un FRP de placa plana.

El FRP resultante estuvo, como en el caso del Ejemplo 1, exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo también exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. Para las características de moldeo, la fluidez fue de 1,3, y la altura de las nervaduras formadas fue de 6 mm. La resistencia de tracción del FRP fue tan elevada como 630 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 5 %.

Ejemplo 7

Antes de aplicar la capa de resina adicional a la base 1 de lámina preimpregnada de materia prima producida en el Ejemplo 1, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para colocar los cortes de forma continua usando una máquina de corte automática como se muestra en la Figura 3 para producir una base 1 de lámina preimpregnada de materia prima que contiene cortes dispuestos regularmente a intervalos iguales. Después, se sopló en masa fundida resina de poliamida copolimerizada ("Amilan" (marca registrada) CM4000, copolímero de poliamida que tiene un punto de fusión de 155 °C fabricado por Toray Industries, Inc.) para dar lugar a un material textil no tejido que tiene un área unitaria por peso de 20 g/m². Se aplicó este material textil no tejido a una superficie de la base 1 de lámina preimpregnada de materia prima y se prensaron con una rodillo de presión a temperatura ambiente para integrarlos en una base de lámina preimpregnada de composite.

Se laminaron las bases de lámina preimpregnada de composite resultantes para preparar una base en forma de capas como en el Ejemplo 1. Se adhirió una superficie de la base de lámina preimpregnada que comprendía una resina de matriz termoestable a la del material textil no tejido usado como capa de resina adicional para formar una interfaz. Debido a que la capa de resina adicional fue el material textil no tejido, la base de lámina preimpregnada de composite tuvo una adhesividad como resultado de la supuración de la resina de matriz, lo que se traduce en buenas condiciones de operación de laminado como en el Ejemplo 1. Se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para moldear un producto de FRP. Debido a que se usó la resina termoplástica en la capa de resina adicional, se enfrió el molde a aproximadamente 100 °C antes de retirar el producto.

El FRP resultante estuvo, como en el caso del Ejemplo 1, exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. Estuvo también exento de alabeo y tuvo una superficie plana altamente suave. La fluidez fue de 1,3, y la cavidad para la nervadura se rellenó hasta una altura de 12 mm. La resistencia a la tracción del FRP fue tan elevada como 460 MPa, y el coeficiente de variación CV fue de un 5 %.

Ejemplo 8

Se colocó un FRP de placa plana producido en el Ejemplo 7 en un molde de inyección, y se inyectaron microgránulos de poliamida 6 amasados con fibras de carbono (microgránulos de "Torayca (marca registrada) fabricadas por Toray Industries, Inc., contenido en peso de fibra de carbono de un 20 % en peso, fibras de carbono discontinuas aleatoriamente dispersadas, longitud de fibra de 0,2 mm), usadas como otro FRP, sobre la superficie de la capa de resina adicional adherida sobre el FRP de placa plana para producir una nervadura con forma de T complicada del otro FRP formado sobre el FRP de placa plana. Las fibras de carbono que contenían poliamida 6, es decir el otro FRP, se adhieren a la capa de resina adicional sobre el FRP de placa plana para formar un producto integrado, y la resistencia de adhesión en vertical (resistencia de despegado en modo plano) entre ellas fue tan elevada como 10 MPa o más, lo que indica una adhesividad extremadamente elevada.

Ejemplo 9

Se colocó una lámina de policarbonato ("Lexan" (marca registrada) SLX fabricada por GE Plastics Co., Ltd.), como la otra resina termoplástica, sobre la superficie de la capa de resina adicional sobre la base en forma de capas producida en el Ejemplo 7 y se curó a 110 °C durante 90 minutos bajo una presión de 1 MPa para producir un FRP de placa plana que tenía una calidad superficial extremadamente elevada que tenía una lámina adherida sobre su superficie. Durante el moldeo de la base en forma de capas para dar lugar a un FRP plano, la capa de resina adicional penetró en las fibras de refuerzo y se adhirió a la lámina de policarbonato, que fue un moldeo de la otra resina termoplástica, para formar un producto integrado. Su resistencia de adhesión (resistencia de despegado por cizalladura) de acuerdo con ISO4587 fue tan elevada como 5 MPa o más, lo que indica una adhesividad elevada.

Ejemplo Comparativo 1

Excepto que la película de resina se usó como capa de resina adicional sobre la base 3 de lámina preimpregnada preliminar, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3 para producir FRP de placa plana.

5 El FRP de placa plana resultante estuvo exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. La fluidez fue de 1,2 y la altura de la nervadura fue de 5 mm, que fue inferior en comparación con los Ejemplos 1 y 3. La resistencia de tracción de FRP fue 390 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 6 %. Tuvo casi el mismo nivel de características mecánicas que las del
10 Ejemplo 1. La tenacidad G_{IC} de fractura de Modo II de FRP fue 0,9 kJ/m².

Las placas producidas por medio del mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 estuvieron exentas de pliegues en la parte cuadrática siguiente a la parte de pared, pero en la superficie más externa, algunas de las separaciones entre los extremos de los haces adyacentes de fibras de carbono discontinuas presentaron espacios exentos de resina de matriz en todas las 10 placas, dando como resultado una calidad de aspecto ligeramente más pobre que en los
15 Ejemplos 1 y 3.

Ejemplo Comparativo 2

20 Se usó la misma resina epoxídica y la misma etapa que en el Ejemplo 1 para producir una base 4 de lámina preimpregnada que tenía un peso unitario de fibra de carbono de 120 g/m² y un contenido de resina de matriz de un 32 % en peso. Se impregnó de manera uniforme la resina de matriz en las fibras de refuerzo y la superficie estuvo exenta de partes de resina localizadas.

25 Sin proporcionar la capa de resina adicional, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para colocar los cortes de forma continua en la base 4 de lámina preimpregnada con una máquina de corte automática como se muestra en la Figura 3 y, de este modo, la base 4 de lámina preimpregnada resultante tuvo cortes dispuesto regularmente a intervalos iguales. Exceptuando que se formó la capa de resina adicional, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para producir FRP de placa plana.
30

El FRP de placa plana resultante estuvo exento de ondulaciones de las fibras de carbono y las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. La fluidez fue de 1,2 y la altura de la nervadura fue de 8 mm, que fue inferior en comparación con los Ejemplos 1 y 3. La resistencia de tracción de FRP fue 370 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 5 %. Tuvo casi el mismo nivel o un nivel menor de características mecánicas que las del Ejemplo 1.
35

Las placas producidas por medio del mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 estuvieron exentas de pliegues en la parte cuadrática siguiente a la parte de pared, pero en la superficie más externa, algunas de las separaciones entre los extremos de las fibras de carbono discontinuas adyacentes presentaron espacios exentos de resina de matriz en todas las 10 placas, dando como resultado una calidad de aspecto ligeramente más pobre que en los Ejemplos 1 y
40 3.

Ejemplo Comparativo 3

45 Se usó el material textil no tejido producido a partir de la resina termoplástica usada en el Ejemplo 7 como resina de matriz. Se estiraron en paralelo, una con respecto a la otra, las mismas fibras de carbono que en el Ejemplo 1, en una dirección para formar una lámina que tenía un peso unitario de fibra de carbono de 120 g/m², y dos láminas de material textil no tejido de 20 g/m², se aplicaron a cada superficie (totalizando 4 láminas), seguido de calentamiento de la resina de matriz con un rodillo de presión ajustado a 160 °C para rebajar la viscosidad y lograr impregnación.
50 De este modo, se produjo una base 5 de lámina preimpregnada que tenía un contenido de resina de matriz de un 40 % en peso. Aunque se localizó la resina de matriz sobre la superficie de la base 5 de lámina preimpregnada, el espesor no fue uniforme y se encontraron ondulaciones de las fibras. Se separó la base 5 de lámina preimpregnada para observar el corte transversal y se encontró que determinadas partes centrales en la dirección de espesor quedaron sin impregnar con la resina.
55

Sin proporcionar la capa de resina adicional, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 1 para colocar los cortes de forma continua en la base 5 de lámina preimpregnada con una máquina de corte automática como se muestra en la Figura 3 y, de este modo, la base 5 de lámina preimpregnada resultante tuvo cortes dispuesto regularmente a intervalos iguales. Debido a que estuvo exenta de adhesividad, su bases simplemente se colocaron sobre la parte superior de otra para formar una estructura similar a la del Ejemplo 1 y se precalentó a 180 °C con un dispositivo de calentamiento por infrarrojos (dispositivo de calentamiento IR), seguido de prensado en frío con una prensa ajustada a 70 °C para producir un FRP de placa plana.
60

Aunque el FRP de placa plana resultante tuvo ondulaciones de fibras de carbono, las fibras de carbono fluyeron de manera uniforme y suficiente hasta el borde del FRP. La resistencia de tracción fue 250 MPa y el coeficiente de variación CV fue de un 8 %, lo que indica que las características mecánicas fueron muy pobres en comparación con
65

el FRP de los Ejemplos 1 y 3. Esto se puede atribuir a la existencia de partes no impregnadas con la resina.

Se produjeron placas similares a las del Ejemplo 1 en las mismas condiciones que para el FRP de placa plana. Estuvieron exentos de pliegues en la parte cuadrática siguiente a la parte de pared, pero en la superficie más externa, algunas de las separaciones entre los extremos de las fibras de carbono discontinuas adyacentes presentaron espacios exentos de resina de matriz en ocho de las 10 placas, dando como resultado una calidad de aspecto ligeramente más pobre que los FRPs de los Ejemplos 1 y 3.

Ejemplo Comparativo 4

Exceptuando que se usó la base en forma de capas producida en el Ejemplo Comparativo 1, se llevó a cabo el mismo procedimiento que en el Ejemplo 9 para producir FRP de placa plana. El FRP resultante se encontró integrado con la lámina de policarbonato, es decir, el otro moldeo de resina termoplástica resultante, pero la resistencia de adhesión (resistencia de despegado por cizalladura) fue tan baja que se pudieron separar a mano, lo que indica una adhesividad pobre.

Aplicabilidad industrial

La presente invención proporciona una base en forma de capas que comprende una pluralidad de bases de lámina preimpregnada de materia prima, que comprende cada una de ellas una lámina de fibras que comprende fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm orientadas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, laminada con una capa de resina adicional proporcionada sobre al menos una de las superficies más externas y al menos en uno de los espacios entre las capas, en la que cada interfaz, cualquiera de las dos bases de lámina preimpregnada adyacentes, o la base de lámina preimpregnada y la capa de resina adicional, se adhieren al menos parcialmente para integrar el cuerpo completo, y también proporcionar moldeos de FRP producidos a partir de la base en forma de capas.

La invención además proporciona un proceso de producción para una base de lámina preimpregnada de composite que comprende la base de lámina preimpregnada de materia prima que constituye la base en forma de capas y la capa de resina adicional formada sobre al menos una de sus superficies.

En la base en forma de capas de la invención, se proporciona la capa de resina adicional entre las bases de lámina preimpregnada de materia prima y sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada, y la base de lámina preimpregnada comprende fibras de refuerzo discontinuas para permitir que las fibras discontinuas, la resina que constituye la capa de resina adicional y la resina de matriz de la base de lámina preimpregnada de materia prima fluyan suavemente para dar lugar a la forma de los moldeos deseados de forma precisa, durante el proceso para producir los moldeos de FRP a partir de esta base en forma de capas. Como resultado, esto facilita la producción de los moldeos deseados, en particular los de forma complicada.

Los moldeos resultantes se pueden usar de manera eficaz como material para elementos estructurales que tienen una forma complicada que contiene nervaduras y superficies cuadráticas, tales como el equipamiento de transporte (automóviles, aeronaves, vehículos navales, etc.), máquinas industriales, equipos de precisión y equipamientos deportivos (bicicletas, atuendos de golf, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Un método de producción de una base (a) de lámina preimpregnada de composite que comprende una base (a') de lámina preimpregnada de una lámina de fibra de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm y dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, y una capa (10) de resina adicional formada sobre al menos una de las superficies de la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima, que comprende las etapas de:
- (1-a) preparar una base de lámina preimpregnada que comprende una lámina de fibras de refuerzo continuas dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada al menos parcialmente en la lámina de fibras, (1-b) formar una capa (10) de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base de lámina preimpregnada preparada en la etapa (1-a), y (1-c) formar cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) en la base de lámina preimpregnada que tiene la capa de resina adicional formada en la etapa (1-b) para formar fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm a partir de las fibras de refuerzo continuas, en donde, cuando se aplica una presión de prensado desde arriba sobre la base (b) en forma de capas obtenida por medio de laminado de bases (a) de lámina preimpregnada de composite plurales, se forma una separación (13a) en el intervalo (13) entre los extremos (4) de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes y la capa (10, 10a, 10b, 10c, 10d) de resina adicional fluye al interior de la separación (13a), rellenando la separación (13a) como resina (15).
2. Un método de producción de una base (a) de lámina preimpregnada de composite que comprende una base (a') de lámina preimpregnada de una lámina de fibra de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm y dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, y una capa (10) de resina adicional formada sobre al menos una de las superficies de la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima, que comprende las etapas de:
- (2-a) preparar una base de lámina preimpregnada que comprende una lámina de fibras de refuerzo continuas dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada al menos parcialmente en la lámina de fibras, (2-b) formar cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) en la base de lámina preimpregnada preparada en la etapa (2-a) para formar fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm a partir de las fibras de refuerzo continuas, y (2-c) formar una capa (10) de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base (a') de lámina preimpregnada que tiene las fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm preparada en la etapa (2-b), en donde, cuando se aplica una presión de prensado desde arriba sobre la base (b) en forma de capas obtenida por medio de laminado de bases (a) de lámina preimpregnada de composite plurales, se forma una separación (13a) en el intervalo (13) entre los extremos (4) de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes y la capa (10, 10a, 10b, 10c, 10d) de resina adicional fluye al interior de la separación (13a), rellenando la separación (13a) como resina (15).
3. Un método de producción de una base (a) de lámina preimpregnada de composite que comprende una base (a') de lámina preimpregnada de una lámina de fibra de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm y dispuestas en una dirección y una resina de matriz impregnada en la lámina de fibras, y una capa (10) de resina adicional formada sobre al menos una de las superficies de la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima, que comprende las etapas de:
- (3-a) preparar una lámina de fibras de refuerzo discontinuas que tienen una longitud de fibra de 1 a 300 mm y dispuestas en una dirección, donde los bordes de las fibras que tienen una longitud de fibra están ubicados en posiciones diferentes en la dirección de longitud, (3-b) formar una base (a') de lámina preimpregnada por medio de impregnación de la resina de matriz al menos parcialmente en la lámina de fibras preparada en la etapa (3-a), y (3-c) formar una capa (10) de resina adicional sobre al menos una de las superficies de la base (a') de lámina preimpregnada preparada en la etapa (3-b), en donde, cuando se aplica una presión de prensado desde arriba sobre la base (b) en forma de capas obtenida por medio de laminado de bases (a) de lámina preimpregnada de composite plurales, se forma una separación (13a) en el intervalo (13) entre los extremos (4) de las fibras de refuerzo discontinuas adyacentes y la capa (10, 10a, 10b, 10c, 10d) de resina adicional fluye al interior de la separación (13a), rellenando la separación (13a) como resina (15).
4. El método para producir la base (a) de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde los cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) formados en la base de lámina preimpregnada comprenden cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) que tienen una longitud de 2 a 50 mm dispuestos con un intervalo cada uno con respecto al otro en hileras de cortes (7, 8, 9) cada una de las cuales está dirigida a una dirección a través de la dirección de disposición de las fibras de refuerzo y que están dispuestas con un intervalo cada una con respecto a la otra en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo, donde la distancia entre dos hileras de cortes (7, 8, 9) que están en dicha relación de manera que cuando una de ellas se mueve en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo, cada corte (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) sobre la misma en primer lugar coincide con otra sobre la otra hilera de cortes (7, 8, 9), está dentro del intervalo de 10 a 100 mm; las posiciones de los cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) en las hileras de cortes

- adyacentes (7, 8, 9) en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo están movidas una con respecto a la otra en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de las fibras de refuerzo; y cuando los cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) se proyectan en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo, las posiciones de los extremos de los cortes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) en las hileras de cortes adyacentes en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo se solapan una con respecto a la otra con un solapamiento dentro del intervalo de 0,1 mm a un 10 % de la longitud del más corto de los cortes adyacentes (7a, 8a, 9a, 7b, 8b, 9b) en la dirección perpendicular a la dirección de disposición de las fibras de refuerzo.
- 5
- 10 5. El método para producir la base (a) de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la capa (10) de resina adicional formada sobre al menos una de las superficies de la base (a) de lámina preimpregnada cubra la totalidad o parte de la superficie de la base (a) de lámina preimpregnada y el espesor de la capa (10) de resina adicional formada esté dentro del intervalo desde el diámetro de una fibra individual en las fibras de refuerzo que constituyen la lámina de fibras de refuerzo hasta 0,5 veces el espesor de la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima.
- 15
- 20 6. El método para producir la base (a) de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la resina que constituye la capa (10) de resina adicional difiere de la resina de matriz que constituye la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima, y la viscosidad mínima de la resina que constituye la capa de resina adicional, dentro del intervalo de temperatura ambiente a la temperatura de descomposición, sea menor que la de la resina de matriz.
- 25
7. El método para producir la base (a) de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la resina que constituye la capa (10) de resina adicional difiere de la resina de matriz que constituye la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima, y la tenacidad de fractura de la resina que constituye la capa de resina adicional sea mayor que la de la resina de matriz.
- 30
- 35 8. El método para producir la base (a) de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la resina de matriz que constituye la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima es una resina termoestable, y la resina que constituye la capa de resina adicional es una resina termoplástica.
9. Una base (b) en forma de capas que comprende una pluralidad de bases (a) de lámina preimpregnada de composite, cada una de las cuales se produce por medio de un método para producir una base (a) de lámina preimpregnada de composite de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que las bases (a) de lámina preimpregnada de composite se laminan de forma que la capa de resina adicional exista sobre al menos una de las superficies de la base (a) de lámina preimpregnada de composite, y las bases (a) de lámina preimpregnada de composite adyacentes se adhieran al menos parcialmente una a la otra.
- 40
10. La base (b) en forma de capas de acuerdo con la reivindicación 9, donde los espesores de al menos dos de las capas (10) de resina adicional son diferentes unos de otros.
- 45
11. La base (b) en forma de capas de acuerdo con la reivindicación 10, donde el espesor de la capa (10) de resina adicional sobre una superficie de la base (b) en forma de capas es mayor que el de la capa de resina adicional dentro de la base en forma de capas.
- 50
12. La base (b) en forma de capas de acuerdo con la reivindicación 9, donde la resina de matriz que constituye la base (a') de lámina preimpregnada de materia prima es una resina termoestable, y la resina que constituye la capa de resina adicional es una resina termoplástica que se expone sobre una superficie de la base en forma de capas.
- 55
13. Un plástico reforzado con fibras producido por medio de calentamiento y prensado de la base (b) en forma de capas descrita en la reivindicación 9, en el que la capa (10) de resina adicional existe sobre al menos una de las superficies de la base (b) en forma de capas.
14. El plástico reforzado con fibra de acuerdo con la reivindicación 13, donde la resina que constituye la capa (10) de resina adicional existe entre los extremos de las posiciones adyacentes de las fibras discontinuas de las fibras de refuerzo.

Fig. 3

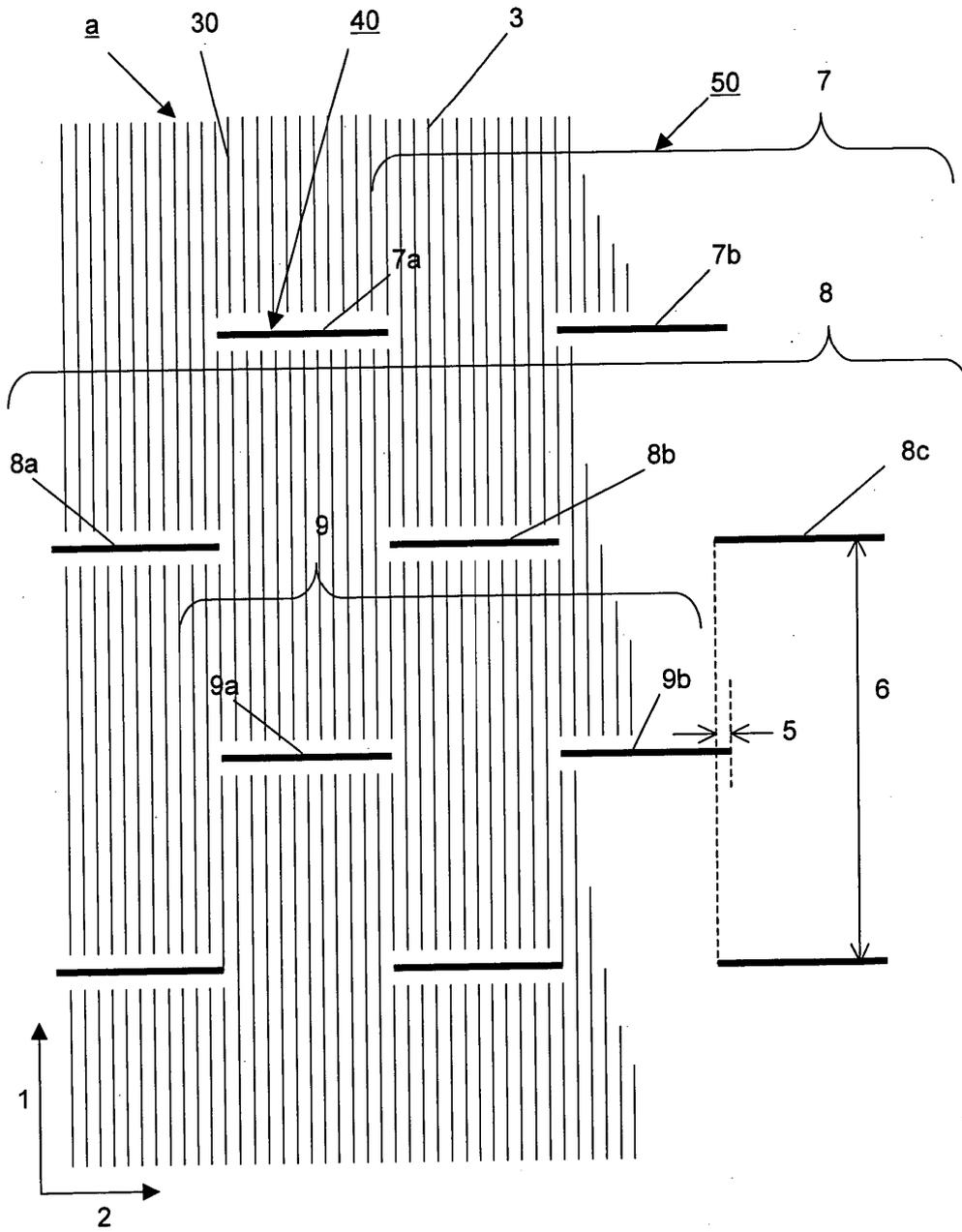


Fig. 4

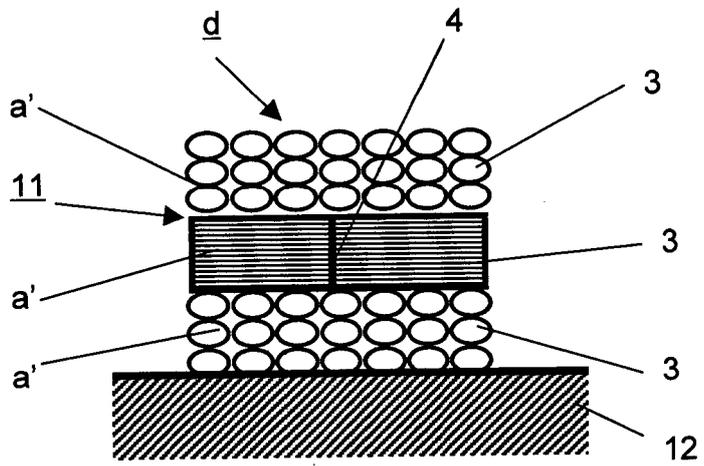


Fig. 5

