

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 394**

51 Int. Cl.:

B32B 5/28 (2006.01)

B29C 43/02 (2006.01)

B29C 70/06 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

B29K 105/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2007 PCT/JP2007/058393**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2008 WO08038429**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2007 E 07741829 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2067615**

54 Título: **Plástico reforzado con fibra y proceso para su producción**

30 Prioridad:

28.09.2006 JP 2006264784

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

23.03.2017

73 Titular/es:

**TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, NIHONBASHI-MUROMACHI 2-CHOME,
CHUO-KU
TOKYO, 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 606 394 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

Plástico reforzado con fibra y proceso para su producción

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un plástico reforzado con fibra que incluye un cuerpo de placa que tiene una porción de placa y una porción saliente que se alza de al menos una superficie de la porción de placa, donde la porción de placa y la porción saliente están formadas con múltiples fibras de refuerzo y una resina de matriz integrada con las múltiples fibras de refuerzo, y un método de producción del mismo.

Como un ejemplo típico del cuerpo de placa que tiene la porción saliente, se indica un cuerpo de placa que tiene un nervio o un saliente. Este cuerpo de placa se utiliza ampliamente como elemento estructural. Como ejemplos de este elemento estructural se indica elementos estructurales como en equipos de transporte incluyendo coches y artículos deportivos incluyendo bicicletas.

Antecedentes de la invención

Un plástico reforzado con fibra constituido con una fibra de refuerzo y una resina de matriz ha concitado la atención en aplicaciones industriales dado que tiene alta resistencia específica y módulo específico, excelentes características mecánicas, y tiene características de alto rendimiento como resistencia a la intemperie y resistencia química, y año tras año se hace más necesario.

Con el fin de exhibir eficientemente ligereza que es una de las grandes características del artículo moldeado de plástico reforzado con fibra, se ha formado una porción saliente, denominada nervio, en una superficie del artículo moldeado. De esta forma, es posible aumentar la rigidez y la resistencia del artículo moldeado sin aumentar el grosor del artículo moldeado.

La presencia del nervio es efectiva para evitar un rizo o análogos de una porción plana amplia del artículo moldeado. Además del nervio, en una estructura constituida con múltiples elementos se usan ampliamente, un accesorio llamado saliente que se usa en una porción cóncava o en una porción saliente para ajustarlas posiciones al conectar artículos moldeados uno con otro.

Como un método de moldear un plástico reforzado con fibra, en concreto de un plástico reforzado con fibra que tiene características de alto rendimiento, es muy general emplear moldeo en autoclave en el que se tienden productos en estado semicurado llamados prepreg, en los que las fibras de refuerzo están impregnadas con una resina de matriz, y la resina de matriz se cura por calor y presión en un horno de temperatura alta y presión alta (autoclave), para ser moldeadas a un plástico reforzado con fibra. Como un método de moldeo de productividad más excelente en comparación con el moldeo de autoclave, también se emplea el moldeo RTM (moldeo por transferencia de resina), en el que un material de fibra base es conformado a una forma deseada, y luego impregnado con una resina.

Como configuración de las fibras de refuerzo usadas en estos métodos de moldeo, en general se usan fibras continuas en las que las altas características mecánicas son fáciles de lograr.

Como un medio para formar una porción saliente, tal como un nervio o saliente, en el artículo moldeado de plástico reforzado con fibra constituido con las fibras continuas, se menciona un método de unir una porción saliente moldeada de antemano por moldeo en autoclave o análogos a una porción de placa que también se moldea de antemano, con un adhesivo o análogos, o el moldeo por inyección de inserto en el que una porción saliente es moldeada a una porción de placa moldeada de antemano por moldeo en autoclave o análogos.

Sin embargo, en el caso del primero, se necesita un proceso muy molesto en el que una porción de placa y una porción saliente se preparan respectivamente, y también se unen, y, además, existe el problema de que hay que considerar la adhesión de la porción unida. En el caso del último, dado que las características físicas de la porción saliente en su mayor parte formada por moldeo por inyección son bajas, su efecto es pequeño especialmente como un nervio; además, las propiedades de adhesión entre la porción de placa y la porción saliente no son buenas en algunos casos, y existía el problema de que es fácil que se desprenda en la porción unida.

Como otros medios, se menciona un método en el que un material de fibra base es conformado de antemano a una forma de porción saliente, y moldeado por moldeo RTM o análogos, pero tiene los problemas de que, dado que se necesita un lote de trabajo y tiempo para conformar el material de fibra base, no se puede afirmar que sea de productividad buena, aunque es de mejor productividad en comparación con el moldeo en autoclave, y solamente se puede moldear una porción saliente de una forma simple, etc.

Por otra parte, en el caso de un plástico reforzado con fibras cortas cuya longitud de fibra de refuerzo es de aproximadamente varios mm a varias decenas de mm, es relativamente fácil formar una porción saliente. Por ejemplo, es posible emplear, cuando la resina de matriz es una resina termoestable, moldeo en prensa o análogos

tal como SMC (compuesto de moldeo de hoja) o BMC (compuesto de moldeo a granel), y en caso de una resina termoplástica, moldeo por inyección o análogos.

5 Sin embargo, en SMC o BMC, en su proceso de producción, dado que es inevitable una irregularidad de la distribución o una irregularidad de la orientación de las fibras de refuerzo, surgían los problemas de que las características mecánicas del artículo moldeado disminuyen o sus valores característicos físicos varían ampliamente. Por otra parte, en el moldeo por inyección, dado que es posible moldear solamente cuando el contenido de las fibras de refuerzo es pequeño y se usan fibras de longitud corta, las características mecánicas del artículo moldeado son muy bajas. Consiguientemente, en estos métodos, existe el problema de que es difícil producir un plástico reforzado con fibra que tenga una porción saliente adecuada para un elemento estructural.

15 Se ha propuesto un intento de resolver los problemas de esta técnica anterior (literatura de patentes 1). En la literatura de patentes 1 se describe un método de producir un artículo moldeado provisto de un nervio en base a un moldeo en prensa. En el método de producción, cortando las fibras en la porción de nervio, los extremos de fibra cortada se echan al extremo del nervio para llenar las fibras en el nervio.

20 Sin embargo, en caso donde las fibras solamente se cortan en la porción de nervio, dado que las fibras no se cortan en otra porción que no sea el nervio, las fibras se unen en conjunto y se da la circunstancia real de que las fibras se unen hasta el extremo de nervio. Incluso cuando un artículo moldeado llenado con las fibras hasta el extremo de nervio se podría hacer con este método de producción, aunque se mejora la rigidez en la dirección en la que se forma el nervio (en la dirección de altura del nervio), la rigidez en la dirección del grosor del nervio, dado que las fibras se han cortado, depende solamente de la rigidez de la resina, y por lo tanto la rigidez es muy baja, y el artículo moldeado no puede ser usado como un elemento estructural real en algunos casos.

25 Como se ha indicado anteriormente, hasta ahora no se ha hallado un plástico reforzado con fibra que tenga una porción saliente capaz de ser moldeada fácilmente, y, además, excelentes características mecánicas.

Literatura de patentes 1: JP-S63-087206A

30 US 4.051.290 A propone un método para eliminar el "hundimiento" en paneles reforzados con fibra de vidrio moldeados para automóviles y otros usos. Tales paneles se forman normalmente con formas de refuerzo moldeadas integralmente (nervios) y posiciones de sujeción (salientes), y tiene lugar una ligera depresión o "hundimiento" en la superficie de panel expuesta sobre la posición de los nervios y salientes. US 4.051.290 A propone por ello la eliminación de este hundimiento utilizando técnicas innovadoras de material y diseño que se complementan entre sí. El acercamiento relativo al material utiliza refuerzos dobles; refuerzo con fibras de vidrio troceadas normales en combinación con un refuerzo de fibras largas y preferiblemente un refuerzo de fibras continuas. El refuerzo de fibras largas se coloca de tal manera que esté orientado en el panel estrechamente por debajo de la superficie de panel expuesta. La fibra troceada corta, pero no la fibra continuas del refuerzo compuesto, entra en el nervio reforzándolo, mientras que las fibras de vidrio continuas puentean el nervio.

40 US 4.044.188 A describe hojas de compuesto polimérico termoplástico reforzadas que se pueden convertir en objetos lisos con forma en un proceso de estampado rápido en un molde frío cuando se precalientan fuera del molde. Los constituyentes caracterizantes de la hoja de compuesto son: (1) resina termoplástica, (2) fibras de refuerzo relativamente cortas, (3) fibras de vidrio relativamente largas o continuas, y (4) un agente de carga particulado. Este sistema de cuatro componentes, laminados conjuntamente, produce hojas que tienen excelente formabilidad, propiedades mecánicas, uniformidad y en particular suavidad superficial y se fabrican de forma simple y continua.

50 **Resumen de la invención**

Problema técnico

La presente invención tiene la finalidad de proporcionar un plástico reforzado con fibra, que tiene una porción saliente de excelentes características mecánicas, en el que se mejoran los problemas de las técnicas anteriores, y un método de producción del mismo.

Solución del problema

60 Un plástico reforzado con fibra de la invención con el que se logra dicha finalidad es como sigue.

Un plástico reforzado con fibra incluyendo un cuerpo de placa que tiene una porción de placa y una porción saliente que se alza de al menos una superficie de la porción de placa, en el que la porción de placa y la porción saliente incluyen múltiples fibras de refuerzo y una resina de matriz integrada con las múltiples fibras de refuerzo, donde

65 (a) las múltiples fibras de refuerzo en la porción de placa y la porción saliente están formadas con al menos dos capas de fibra de refuerzo de diferente dirección de disposición de las múltiples fibras de refuerzo en las capas

respectivas,

(b) las respectivas longitudes de fibra de las múltiples fibras de refuerzo en cada una de las capas de fibra de refuerzo son de 10 a 100 mm,

(c) al menos una parte de las fibras de refuerzo en cada una de las capas de fibra de refuerzo se extiende de forma continua desde la porción de placa a la porción saliente, y

(d) al menos una capa de fibra de refuerzo de las al menos dos capas de fibra de refuerzo en la porción saliente tiene una forma que se extiende a lo largo de una forma de la porción saliente.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la porción de placa contenga una capa base de fibra de refuerzo integrada con la porción de placa en la superficie opuesta a la superficie en la que se encuentra la porción saliente, donde las fibras de refuerzo en la capa base de fibra de refuerzo son múltiples fibras de refuerzo continuas.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que un grosor de la porción saliente sea de 0,1 a 4 veces un grosor de la porción de placa.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que una altura de la porción saliente sea de 0,2 a 50 veces un grosor de la porción de placa.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que una forma en sección transversal de la porción saliente sea un rectángulo o círculo.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la resina de matriz sea una resina termoestable.

En el plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la fibra de refuerzo sea una fibra de carbono.

Un método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención que logra tales fines es el siguiente.

Un método para producir un plástico reforzado con fibra incluyendo un cuerpo de placa que tiene una porción de placa y una porción saliente que se alza de al menos una superficie de la porción de placa, en el que la porción de placa y la porción saliente incluyen múltiples fibras de refuerzo y una resina de matriz integrada con las múltiples fibras de refuerzo, que incluye

(a) un paso de preparación de laminado para preparar un laminado de prepreg que incluye al menos dos hojas de material base de prepreg cada una de las cuales incluye una hoja de fibra de refuerzo incluyendo múltiples fibras de refuerzo cada una de las cuales tiene una longitud de 10 a 100 mm y que, a su vez, están dispuestas unidireccionalmente, y una resina de matriz de estado no curado impregnada completa o parcialmente en la hoja de fibra de refuerzo, están laminadas en una condición diferente en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo,

(b) un paso de preparación de dispositivo de moldeo para preparar un dispositivo de moldeo para moldear el cuerpo de placa, que incluye un molde que tiene una porción cóncava para formar la porción saliente y otro molde para formar la porción de placa conjuntamente con el molde,

(c) un paso de colocación de laminado para colocar el laminado de prepreg preparado en el paso de preparación de laminado entre los moldes del dispositivo de moldeo preparado en el paso de preparación de dispositivo de moldeo,

(d) un paso de formación de cuerpo de placa para formar el cuerpo de placa en el que la porción de placa y la porción saliente se conforman calentando y prensando el prepreg laminado colocado en los moldes en el paso de colocación de laminado y la resina de matriz se solidifica, y

(e) un paso de desmoldeo del cuerpo de placa para sacar de los moldes el cuerpo de placa formado en el paso de formación de cuerpo de placa.

En el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que el laminado de prepreg contenga una capa base de fibra de refuerzo integrada con el laminado de prepreg en la superficie opuesta a la superficie en la que se forma la porción saliente, donde las fibras de refuerzo en la capa base de fibra de refuerzo son múltiples fibras de refuerzo continuas.

En el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la resina de matriz sea una resina termoestable.

En el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que, mientras se mantiene constante la temperatura de los moldes, se realizan el paso de formación de cuerpo de placa y el paso de

desmoldeo de cuerpo de placa.

En el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la viscosidad de la resina termoestable en el paso de formación de cuerpo de placa sea del rango de 0,1 a 100 Pa·s.

5 En el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, es preferible que la temperatura T de los moldes y la temperatura exotérmica máxima T_p de la resina termoestable en el paso de formación de cuerpo de placa cumplan la relación de $T_p - 60 \leq T \leq T_p + 20$.

10 En el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, las múltiples fibras de refuerzo que tienen la longitud de 10 a 100 mm en el laminado de prepreg preparado en el paso de preparación de laminado se preparan realizando cortes en múltiples fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente según un paso de corte, que tienen la longitud de 10 a 100 mm, en el que una o tanto las posiciones como las direcciones de los cortes son diferentes al menos entre el material base de prepreg colocado de forma adyacente.

15 **Efecto ventajoso de la invención**

En el plástico reforzado con fibra de la invención, cada capa que constituye la estructura laminada de la porción de placa y la porción saliente contiene fibras de refuerzo discontinuas, y además, al menos una parte de las fibras de refuerzo se extiende de forma continua desde la porción de placa a la porción saliente, y al menos una de las capas que constituyen la estructura laminada de la porción saliente tiene una forma que se extiende a lo largo de la forma de la porción saliente. Con esta estructura, la porción saliente en el plástico reforzado con fibra de la invención tiene características mecánicas deseadas.

25 Con el método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, se puede minimizar especialmente una caída en el proceso de producción de las características mecánicas de la porción saliente, tal como el nervio o el saliente que son importantes en la constitución estructural del elemento, y, además, el plástico reforzado con fibra se puede producir de forma simple.

30 El plástico reforzado con fibra de la invención se usa preferiblemente, por ejemplo, como un elemento estructural de equipos de transporte (como automóviles, aviones o barcos), un elemento estructural de máquinas industriales, un elemento estructural de instrumentos de precisión, o un elemento estructural de artículos deportivos (como una bicicleta o un palo de golf).

35 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de un ejemplo del plástico reforzado con fibra de la invención.

40 La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica un estado de las fibras de refuerzo, que son continuas desde la porción de placa a la porción saliente, del plástico reforzado con fibra de la figura 1.

45 La figura 3A es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica un ejemplo del estado laminado de las capas, respectivamente constituido por una hoja de fibra de refuerzo constituida por múltiples fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente y una resina de matriz, del plástico reforzado con fibra de la invención.

50 La figura 3B es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica otro ejemplo del estado laminado de las capas, respectivamente constituido por una hoja de fibra de refuerzo constituida por múltiples fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente y una resina de matriz, del plástico reforzado con fibra de la invención.

55 La figura 3C es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica otro ejemplo del estado laminado de las capas respectivamente constituido por una hoja de fibra de refuerzo constituida por múltiples fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente y una resina de matriz del plástico reforzado con fibra de la invención.

La figura 4A es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica la estructura de capa de las fibras de refuerzo de un ejemplo de la porción saliente del plástico reforzado con fibra de la invención.

60 La figura 4B es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica la estructura de capa de las fibras de refuerzo de otro ejemplo de la porción saliente del plástico reforzado con fibra de la invención.

La figura 4C es una vista esquemática en sección transversal longitudinal que explica la estructura de capa de las fibras de refuerzo de otro ejemplo de la porción saliente del plástico reforzado con fibra de la invención.

65 La figura 5 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de un ejemplo de plástico reforzado con fibra convencional.

La figura 6 es una vista sencilla esquemática de un ejemplo de un material base de prepreg constituido por fibras de refuerzo dispuestas unidireccionalmente y una resina de matriz usada en la producción del plástico reforzado con fibra de la invención.

5 La figura 7 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de un ejemplo de molde, que tiene una porción de ranura para formar la porción saliente, de un dispositivo de moldeo usado para producción del plástico reforzado con fibra de la invención.

10 La figura 8 es una vista esquemática en planta de un molde que explica un ejemplo de disposición de una porción de ranura de un molde, que tiene una porción de ranura para formar la porción saliente, de un dispositivo de moldeo usado para la producción del plástico reforzado con fibra de la invención.

15 La figura 9 es una vista esquemática en planta de un molde que explica otro ejemplo de disposición de una porción de ranura de un molde, que tiene una porción de ranura para formar la porción saliente, de un dispositivo de moldeo usado para producción del plástico reforzado con fibra de la invención.

20 La figura 10 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de otro ejemplo de plástico reforzado con fibra convencional.

La figura 11 es una vista esquemática en sección transversal longitudinal de otro ejemplo de plástico reforzado con fibra convencional.

Lista de signos de referencia

25 1: cuerpo de placa

1a y 1b: porción de placa

30 1t: grosor de porción de placa

2a: porción saliente

35 2aS1, 2aS2 y 2aS3: superficie en la porción saliente

2h: altura de la porción saliente

2t: grosor de la porción saliente

40 3a-3h: capa de fibra de refuerzo que coexiste con resina de matriz

4: fibra de refuerzo

45 4A2a, 4B2a y 4C2a: porción saliente

5: cuerpo de placa

5a-5d: capa de fibra de refuerzo en material base de prepreg laminado

50 6: región de resina

7a-7k: superficie que forma la superficie exterior de la porción saliente

55 8a-8o: capa de fibra de refuerzo que coexiste con resina de matriz en la porción saliente

9: dirección longitudinal de fibra

10: dirección perpendicular a fibra

60 11: hoja de prepreg unidireccional

12: corte

65 13, 13A y 13B: molde superior

14, 14A1, 14A2, 14B1 y 14B2: ranura de nervio

51a y 51b: porción de placa

52a: porción saliente

5

101: cuerpo de placa

111: cuerpo de placa

10 **Descripción de realizaciones**

Un plástico reforzado con fibra de la invención está constituido con un cuerpo de placa que tiene una porción de placa y una porción saliente que se alza desde al menos una superficie de la porción de placa, y la porción de placa y la porción saliente están constituidas con múltiples fibras de refuerzo y una resina de matriz integrada con las fibras de refuerzo, y además, (a) las múltiples fibras de refuerzo en la porción de placa y la porción saliente están constituidas con al menos dos capas de fibra de refuerzo diferentes en la dirección de disposición de las múltiples fibras de refuerzo en las capas respectivas, (b) las respectivas longitudes de fibra de las múltiples fibras de refuerzo en cada capa de fibra de refuerzo son del rango de 10 a 100 mm, (c) al menos una parte de las fibras de refuerzo de cada capa de fibra de refuerzo se extiende de forma continua desde la porción de placa a la porción saliente, y (d) al menos una capa de fibra de refuerzo de las al menos dos capas de fibra de refuerzo en la porción saliente tiene una forma que se extiende a lo largo de una forma de la porción saliente.

La invención se explica mejor a continuación con los ejemplos con referencia a los dibujos.

25 En la figura 1, el plástico reforzado con fibra de la invención está constituido con un cuerpo de placa 1. El cuerpo de placa 1 está formado con múltiples capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g y 3h que coexisten con una resina de matriz. Cada capa 3a, 3b, ... 3h se indica con el mismo sombreado en cada capa. El cuerpo de placa 1 tiene porciones de placa derecha e izquierda 1a y 1b y una porción saliente 2a. Las capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c y 3d forman capas superficiales de las porciones de placa derecha e izquierda 1a y 1b, y estas capas superficiales suben formando la porción saliente 2a. Las capas de fibra de refuerzo 3e, 3f, 3g y 3h forman una capa base del cuerpo de placa 1.

35 Entre las capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g y 3h que forman el cuerpo de placa 1, cada capa de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c o 3d que forma al menos la capa superficial está constituida por una hoja de fibra de refuerzo en la que múltiples fibras de refuerzo están dispuestas unidireccionalmente. En la realización representada en la figura 1, las capas de fibra de refuerzo 3e, 3f, 3g y 3h que forman la capa base del cuerpo de placa 1, también están constituidas con una hoja de fibra de refuerzo en la que múltiples fibras de refuerzo están dispuestas unidireccionalmente.

40 Al menos una parte de las múltiples fibras de refuerzo en las capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c y 3d que forman la capa superficial, está situada de forma continua desde las porciones de placa 1a y 1b a la porción saliente 2a. Además, las capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c y 3d que forman la capa superficial tienen una forma que se extiende a lo largo de una forma de la porción saliente 2a, en la porción saliente 2a.

45 La porción saliente 2a de la figura 1 representa un nervio que es una de sus realizaciones. El plástico reforzado con fibra constituido con el cuerpo de placa 1 tiene la finalidad de aumentar su rigidez y de reducir el peso por la presencia del nervio 2a. Con el nervio 2a se reduce el rizado del cuerpo de placa 1 y se incrementa la estabilidad dimensional del cuerpo de placa 1. Por otra parte, cuando la porción saliente 2a se hace como un saliente que es una de las otras realizaciones, es posible encajar múltiples elementos colocándolos exactamente al mismo tiempo o incrustar otras partes con referencia al saliente 2a.

55 La porción saliente 2a está dispuesta por lo general en una superficie del elemento (el cuerpo de placa 1) en muchos casos, pero, según sea preciso, la porción saliente 2a se puede disponer en ambas superficies del elemento.

60 En la invención, las longitudes de fibra de la fibra de refuerzo, en capas respectivas de las capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c y 3d que forman al menos la capa superficial, son de 10 a 100 mm. Cuando la longitud de fibra de la fibra de refuerzo es inferior a 10 mm, el efecto de refuerzo del cuerpo de placa 1 por la fibra de refuerzo, especialmente, por la porción saliente 2a es pequeño, reduciendo las características mecánicas del cuerpo de placa 1. Por otra parte, cuando la longitud de fibra de la fibra de refuerzo es superior a 100 mm, la fibra de refuerzo no se puede llenar suficientemente hasta el extremo de punta de la porción saliente 2a.

65 Las fibras de refuerzo en las capas de fibra de refuerzo 3e, 3f, 3g y 3h que forman la capa base del cuerpo de placa 1 pueden ser fibras de refuerzo continuas o pueden ser fibras de refuerzo discontinuas, por ejemplo, pueden ser fibras de refuerzo discontinuas que son fibras de refuerzo de 10 a 100 mm de longitud de fibra dispuestas longitudinalmente. Cuando se desea hacer la capa superficial y la capa base del cuerpo de placa 1 claramente por

separado, o cuando se desea obtener mejores características mecánicas, es preferible que las fibras de refuerzo en al menos una parte de las capas de fibra de refuerzo sean de fibra de refuerzo continua. Cuando se desea obtener mejores características mecánicas, es más preferible que todas las fibras de refuerzo en la capa de fibra de refuerzo que forman la capa base estén constituidas por fibras de refuerzo continuas.

Con el fin de llenar con seguridad las fibras de refuerzo hasta el extremo de punta de la porción saliente 2a, es preferible que la longitud de fibra, de al menos una parte de las fibras de refuerzo de las capas de fibra de refuerzo que forman la capa base, sea de 10 a 100 mm. En particular, siendo de este rango la longitud de fibra de las fibras de refuerzo de todas las capas de fibra de refuerzo que forman la capa base, es posible asegurar mejor el llenado de fibras de refuerzo en la porción saliente 2a.

En la invención, las capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c y 3d que forman la capa superficial forman las porciones de placa 1a y 1b y la porción saliente 2a. Es decir, la capa superficial en las porciones de placa 1a y 1b y la porción saliente 2a están formadas por las mismas capas de fibra de refuerzo 3a, 3b, 3c y 3d. Cuando la capa superficial en las porciones de placa 1a y 1b y la porción saliente 2a tienen diferentes estructuras de capa de fibra de refuerzo, es fácil que se genere un esfuerzo residual en la porción límite de ambas por un encogimiento por diferencia de calor o coeficiente de expansión lineal, y como resultado, puede producirse una generación de una fisura o un rizo del plástico reforzado con fibra.

Además, en la invención, al menos una parte de las fibras de refuerzo de cada capa que constituye la estructura laminada es continua desde las porciones de placa 1a y 1b a la porción saliente 2a. De esta manera se forma una estructura integral fuerte entre la porción saliente 2a y las porciones de placa 1a y 1b, y se logra suficientemente la función como una porción saliente tal como un nervio o saliente. Cuando las fibras de refuerzo que constituyen la estructura laminada de la porción saliente 2a no son continuas con la fibra de refuerzo que constituye la estructura laminada de las porciones de placa 1a y 1b, disminuye la resistencia de una porción de raíz de la porción saliente 2a, y es fácil que se produzca rotura o exfoliación en la porción de raíz.

Un estado en el que las fibras de refuerzo son continuas desde las porciones de placa 1a y 1b a la porción saliente 2a se representa en la figura 2. El hecho de que las fibras de refuerzo sean continuas desde las porciones de placa 1a y 1b a la porción saliente 2a significa, como se representa en la figura 2, un estado en el que la fibra de refuerzo 4 está presente de forma continua desde la porción de placa 1a a la porción saliente 2a.

Con respecto a la estructura laminada de la capa de fibra de refuerzo de la invención, cuando se explica usando la realización representada en la figura 1, cuando se observa una sección transversal longitudinal del cuerpo de placa 1, una capa en la que la fibra de refuerzo está orientada en una cierta dirección (por ejemplo, la capa 3a) y una capa en la que la fibra de refuerzo está orientada en una dirección diferente (por ejemplo, la capa 3b) forman capas separadas, respectivamente, y la estructura laminada tiene una estructura en la que múltiples capas 3a, 3b, ... 3h constituidas con dichas capas separadas se superponen a su vez en la dirección del grosor del cuerpo de placa 1.

Ejemplos de esta estructura laminada se representan en la figura 3A, la figura 3B y la figura 3C. En estas figuras, de forma análoga a las capas 5b y 5d constituidas con múltiples fibras de refuerzo dispuestas en una dirección especificada (dirección horizontal en las figuras) y una resina de matriz, incluso la continuidad de las fibras de refuerzo se rompe y hay una región de resina 6 en una porción rota, en las capas adyacentes 5a y 5c se disponen fibras de refuerzo en una dirección diferente (dirección perpendicular al papel en las figuras). Las fibras de refuerzo en cada capa están respectivamente segmentadas en dirección longitudinal en una longitud de fibra de 10 a 100 mm, pero las fibras de refuerzo se soportan en dirección longitudinal por la capa adyacente una con otra. Consiguientemente, aunque las fibras de refuerzo presentes en la capa estén segmentadas en su dirección longitudinal, cada segmento de las fibras de refuerzo está presente en la misma capa. Los respectivos segmentos de las fibras de refuerzo en tal disposición se toman en conjunto y se denominan la capa de fibra de refuerzo en la invención.

Mientras que, cuando varias hojas de SMC o BMC, en las que las fibras de refuerzo están dispuestas aleatoriamente, están superpuestas y sometidas a un moldeo en prensa, dado que las fibras de refuerzo de longitud limitada están dispuestas de forma independiente y aleatoria y superpuestas en su cara lateral, respectivamente, no se forma una capa clara en la dirección del grosor del plástico reforzado con fibra, y tal estado de presencia de la fibra de refuerzo no está incluido en un estado de las fibras de refuerzo que forman una capa de fibra de refuerzo a la que hace referencia la invención.

En la invención, al menos una capa entre las capas 3a, 3b, 3c y 3d que forma la porción saliente 2a tiene una forma que se extiende a lo largo de una forma de la porción saliente 2a. El hecho de que la capa es una forma que se extiende a lo largo de la forma de la porción saliente 2a significa un estado en el que la capa, por ejemplo, la capa 3a tiene las mismas direcciones que las respectivas direcciones de las superficies respectivas 2aS1, 2aS2 y 2aS3 (consúltese la figura 1) que constituyen la porción saliente 2a.

Ejemplos de formación de tales capas se representan en las figuras 4A, 4B y 4C. En la sección transversal longitudinal de una porción saliente 4A2a representada en la figura 4A, la porción saliente 4A2a tiene tres planos 7a,

7b y 7c en los lados derecho e izquierdo y la parte superior. En la sección transversal longitudinal de una porción saliente 4B2a representada en la figura 4B, la porción saliente 4B2a tiene cinco planos 7d, 7e, 7f, 7g y 7h en los lados derecho e izquierdo, la parte superior, el lado derecho de la parte superior, y la parte superior de la porción escalonada. En la sección transversal longitudinal de una porción saliente 4C2a representada en la figura 4C, la porción saliente 4C2a tiene planos 7i y 7k, y una superficie curvada 7j en los lados derecho e izquierdo y la parte superior semicircular.

En la porción saliente 4A2a representada en la figura 4A, las capas 8a, 8b, 8c, 8d y 8e que constituyen la porción saliente 4A2a se encuentran respectivamente en la dirección a lo largo de las superficies respectivas. En la porción saliente 4B2a representada en la figura 4B, las capas 8f, 8g, 8h, 8i y 8j que constituyen la porción saliente 4B2a se encuentran respectivamente en la dirección a lo largo de las superficies respectivas. En la porción saliente 4C2a representada en la figura 4C, las capas 8k, 8l, 8m, 8n y 8o que constituyen la porción saliente 4C2a se encuentran respectivamente en la dirección a lo largo de las superficies respectivas. La forma que se extiende a lo largo de la forma de porción saliente significa que la superficie central de una capa correspondiente a una superficie que constituye la porción saliente es sustancialmente paralela a la superficie. El término "sustancialmente paralelo" se usa porque hay que dar amplitud al significado de "paralelo" dado que no es ordinario que la superficie central de una capa sea un plano exacto. Un caso en el que la superficie central de una capa correspondiente a una capa que constituye la porción saliente está en una desviación de la superficie del grosor de capa o menos, se denomina "sustancialmente paralelo".

Un cuerpo de placa convencional (plástico reforzado con fibra) 5 se representa en la figura 5. En la figura 5, el cuerpo de placa 5 está constituido con porciones de placa 51a y 51b, y una porción saliente 52a. La porción de placa 51a tiene una estructura laminada de capas de fibra de refuerzo 53a, 53b, 53c, 53d, 53e, 53f, 53g y 53h, y la porción saliente 52a tiene una estructura laminada de capas de fibra de refuerzo 53a, 53b, 53c y 53d. La fibra de refuerzo de la porción saliente 52a es continua con la fibra de refuerzo de las porciones de placa 51a y 51b. Sin embargo, las capas 53a, 53b, 53c y 53d no se extienden a lo largo de una forma de la porción saliente 52a en el extremo de punta de la porción saliente 52a. Es decir, en el cuerpo de placa 5, la capa en la porción saliente 52a no tiene una forma similar a la forma de la porción saliente 52a. En este caso, cuando se añade un esfuerzo a la porción saliente 52a, el extremo de punta de la porción saliente 52a es un punto de inicio de rotura y produce una disminución de las características físicas del cuerpo de placa 5.

En la invención, a no ser que se indique lo contrario, "porción de placa" se refiere a que una porción de placa de su forma superficial es una superficie curvada simple, superficie cuadrática, superficie esférica o análogos que tiene una curvatura de 1/100 o menos incluyendo plana.

Como un método de formar la porción saliente en la invención, hay un método de formar la porción saliente prensando un laminado de material base intermedio tal como prepreg o semipreg en un molde de dos lados que tiene una porción cóncava para formar la porción saliente en al menos un molde. No es claro el mecanismo por el que la porción saliente se forma de esta manera, pero se considera lo siguiente.

En primer lugar, en un molde de dos lados, prensando un laminado que es un material base intermedio constituido con fibras de refuerzo de longitud limitada de 10 a 100 mm de longitud de fibra, cada capa del laminado fluye en la dirección de la superficie de laminado (dirección de capa interior), manteniendo al mismo tiempo un estado laminado. Y cuando se satura el flujo en la dirección de capa interior, y cuando hay un espacio cóncavo en un molde, el laminado también fluye, manteniendo al mismo tiempo el estado laminado, al espacio cóncavo, es decir, en dirección perpendicular o en una dirección que tiene un cierto ángulo (dirección de capa exterior) a la dirección de la superficie de laminado inicial, penetrando en el espacio. Se estima que la porción saliente es formada por el laminado que penetra en el espacio. Mientras que, en este paso de flujo, dado que las fibras de refuerzo no están rotas, el cuerpo de placa (plástico reforzado con fibra) a formar contiene fibras de refuerzo de una longitud de fibra de 10 a 100 mm que corresponde a la longitud de fibra de la fibra de refuerzo del material inicial.

A causa de la presencia de múltiples capas de capas de fibra de refuerzo de diferente dirección de orientación de la fibra de refuerzo, la porción saliente tiene excelente estabilidad dimensional. Cuando la dirección de orientación de la fibra de refuerzo es una dirección solamente, es fácil que la porción saliente produzca un rizo o análogos debido a anisotropía del encogimiento por calor o el coeficiente de expansión lineal, y se deteriora la exactitud dimensional. Además, cuando la porción saliente es un nervio, y cuando se añaden esfuerzos en dos direcciones o cuando se añade un esfuerzo tortuoso al nervio, cuando una dirección de orientación de la fibra de refuerzo es una dirección solamente, dependiendo de la dirección de adición del esfuerzo, la resistencia o la rigidez como un nervio es insuficiente. Por esa razón, hay que reforzar las capas de fibra de al menos dos capas diferentes en la dirección de orientación de la fibra de refuerzo una con otra. Entre ellas, es preferible que las múltiples capas de fibra de refuerzo sean un laminado isotrópico por ejemplo de $[0/90]_{ns}$, $[0/\pm 60]_{ns}$ o $[+45/0/-45/90]_{ns}$, y que además tengan una estructura laminada simétrica, en consideración de dicha reducción del rizo del cuerpo de placa (plástico reforzado con fibra) propiamente dicho.

Una forma en sección transversal de la porción saliente del plástico reforzado con fibra (cuerpo de placa) de la invención es, por ejemplo, un polígono (por ejemplo, rectángulo), círculo o elipse, y una forma en sección transversal

longitudinal es, por ejemplo, un cuadrado (por ejemplo, rectángulo), triángulo o semicírculo. Cuando la porción saliente es un nervio, se usa preferiblemente una porción saliente en forma de placa cuya forma en sección transversal es un rectángulo y cuya forma en sección transversal longitudinal es un rectángulo, o una porción saliente en forma de varilla cuya forma en sección transversal es un círculo y cuya forma en sección transversal longitudinal es un rectángulo. Cuando la porción saliente es un saliente, se usa preferiblemente una porción saliente cuya forma completa es de semiesfera, columna poligonal, columna circular, cónica poligonal o cónica circular.

En la invención, es preferible que la altura $2h$ (consúltese la figura 1) de la porción saliente sea de 0,5 a 50 veces el grosor $1t$ (consúltese la figura 1) de la porción de placa, y es más preferible que sea de 1 a 25 veces. Cuando la altura $2h$ de la porción saliente es de dicho rango, es fácil lograr el efecto de la porción saliente. Cuando la altura $2h$ de la porción saliente es inferior a 0,5 veces el grosor $1t$ de la porción de placa, por ejemplo, cuando la porción saliente es un nervio, el efecto de aumento de la rigidez por el nervio puede disminuir. Por otra parte, cuando la altura $2h$ de la porción saliente es superior a 50 veces el grosor $1t$ de la porción de placa, puede ser difícil que la porción saliente forme la estructura de capa.

En la invención, cuando una forma de la porción saliente es la forma de placa o la forma de varilla antes descrita, es preferible que el grosor $2t$ de la porción saliente (consúltese la figura 1) sea de 0,1 a 4 veces el grosor $1t$ de la porción de placa y es más preferible que sea de 0,5 a 3 veces. Cuando el grosor $2t$ de la porción saliente está en dicho rango, es fácil lograr el efecto de la porción saliente. Cuando el grosor $2t$ de la porción saliente es inferior a 0,1 veces el grosor de la porción de placa, por ejemplo, cuando la porción saliente es un nervio, puede ser pequeño el efecto de aumento de la rigidez por el nervio, y cuando la porción saliente es un saliente, puede no lograrse la exactitud dimensional de la porción de encaje. Por otra parte, cuando el grosor $2t$ de la porción saliente es superior a 4 veces el grosor de la porción de placa, es difícil lograr apropiadamente un equilibrio de material entre la porción de placa y la porción saliente, y puede ser difícil hacer la porción de placa y la porción saliente en una estructura de capa similar.

Un ejemplo del plástico reforzado con fibra (cuerpo de placa) de la invención se hace laminando múltiples prepregs o semipregs constituidos con una hoja de fibra de refuerzo en la que las fibras de refuerzo de longitud de fibra 10 a 100 mm están dispuestas en dirección longitudinal y una resina de matriz para obtener un laminado integrado, y el laminado se conforma y solidifica por presión en un molde cuya temperatura T es sustancialmente constante, y se saca del molde mientras se mantiene la temperatura T del molde.

Si la resina de matriz es una resina termoestable, las propiedades de manejo son buenas cuando la hoja de fibra de refuerzo que tiene una longitud de fibra de 10 a 100 mm se maneja como prepeg o semipreg. Además, la viscosidad de la resina de matriz se puede poner más baja que en el caso de una resina termoplástica, y consiguientemente, el diseño de material en el que la capa de fibra de refuerzo puede fluir fácilmente es fácil. Como resultado, en el cuerpo de placa se puede formar fácilmente una porción saliente deseada.

Como la resina termoestable se indica una resina epoxi, una resina de poliéster insaturado, una resina de vinil éster, una resina de fenol, una resina acrílica, etc, y su mezcla también es aceptable. Entre ellas, como la resina termoestable es especialmente preferible una resina epoxi con la que se pueda obtener un plástico reforzado con fibra de excelentes características mecánicas.

El prepeg y semipreg son materiales base intermedios de estado semicurado en los que las fibras de refuerzo están completa o parcialmente impregnadas con una resina de matriz, respectivamente. Cuando una hoja de fibra de refuerzo cuya fibra está segmentada en la dirección longitudinal se maneja en una configuración del prepeg o semipreg, su manejo es muy fácil. Y una hoja de prepeg unidireccional o hoja de semipreg unidireccional constituida con múltiples fibras de refuerzo unidireccionalmente en paralelo y una resina de matriz se puede diseñar fácilmente en un laminado o cuerpo de placa que tenga las características deseadas controlando la condición de laminado de estas múltiples hojas de tal manera que las direcciones de disposición de las fibras de refuerzo sean diferentes. Dado que la dirección de disposición de las fibras de refuerzo es una dirección, es fácil aumentar el contenido de las fibras de refuerzo del prepeg, y es posible evitar la disminución de la resistencia debido al rizado de las fibras de refuerzo. Por lo tanto, se puede afirmar que el uso del prepeg o semipreg es adecuado para preparar un plástico reforzado con fibra que tenga una resistencia alta y un módulo alto.

El prepeg o semipreg se procesa a un plástico reforzado con fibra mediante un paso de prensado y calentamiento en un moldeo en autoclave, moldeo en horno, o moldeo en prensa, y además un paso de solidificación de la resina de matriz.

Entre estos métodos de moldeo, cuando se consideran la productividad y la moldeabilidad, se emplea preferiblemente el método de moldeo en prensa con una prensa. Dado que el método de moldeo en prensa es simple en comparación con otros métodos de moldeo, en la preparación del moldeo, y además también en el tratamiento posterior al moldeo, tiene una productividad predominantemente excelente. Además, cuando la resina de matriz es una resina termoestable, es posible el desmoldeo mientras la temperatura T del molde se mantiene sustancialmente constante. Consiguientemente, el paso de enfriamiento de molde que es necesario cuando la resina de matriz es una resina termoplástica se puede omitir cuando la resina de matriz es una resina termoestable. Es

decir, es posible sacar de un molde un cuerpo de placa moldeado sin esperar al enfriamiento del molde después de acabar un paso de moldeo en prensa caliente, y se logra un aumento grande de la productividad del cuerpo de placa deseado cuando se usa una resina termoestable como la resina de matriz. Que la temperatura del molde T es sustancialmente constante significa que una variación de la temperatura del molde está dentro del rango de $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Es preferible que el plástico reforzado con fibra (cuerpo de placa) de la invención se produzca en una condición en la que la temperatura del molde T y temperatura exotérmica máxima T_p de la resina termoestable en base a una determinación de colorimetría de exploración diferencial (DSC) cumplan la ecuación siguiente (I).

$$T_p - 60 \leq T \leq T_p + 20 \quad \dots \text{ (I)}$$

Es más preferible cumplir la ecuación siguiente (II).

$$T_p - 30 \leq T \leq T_p \quad \dots \text{ (II)}$$

Cuando la temperatura del molde T es inferior a T_p-60 , el tiempo necesario para curar la resina es muy largo, y la curación es insuficiente también en algunos casos. Por otra parte, no es preferible que sea superior a $T_p + 20$, dado que, por una reacción rápida de la resina, se produce generación de vacío en la resina y un curado defectuoso. En cambio, la temperatura exotérmica máxima T_p en base a DSC es un valor medido en condición de una velocidad de calentamiento de $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Es preferible que el plástico reforzado con fibra (cuerpo de placa) de la invención se produzca en una condición en la que la viscosidad más baja de la resina termoestable en base a un análisis mecánico dinámico (DMA) es de 0,1 a $100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Más preferiblemente, es de 0,1 a $10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$. Cuando la viscosidad más baja sea inferior a $0,1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, la resina fluye solamente cuando es empujada, y la fibra de refuerzo no se llena suficientemente hasta el extremo de punta de la porción saliente en algunos casos. Por otra parte, cuando es superior a $100 \text{ Pa}\cdot\text{s}$, dado que la fluidez de la resina es pobre, la fibra de refuerzo y la resina no se llenan suficientemente hasta el extremo de punta de la porción saliente en algunos casos. En cambio, la viscosidad más baja en base a DMA es un valor medido en una condición de velocidad de calentamiento de $1,5^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Como realizaciones de la hoja de fibra de refuerzo, en la que las fibras de refuerzo con una longitud de fibra de 10 a 100 mm están dispuestas en una dirección predeterminada, en dirección longitudinal, usada en la invención, por ejemplo, puede haber una realización en la que las fibras de refuerzo discontinuas obtenibles por medio de rotación tal como una rotación del sistema de zona de estirado se forman en una hoja (realización A), o puede haber una realización en la que fibras de refuerzo discontinuas (por ejemplo, fibras troceadas) están dispuestas unidireccionalmente y se forman en una hoja (realización B), o puede haber una realización en la que cortes intermitentes de una longitud limitada de una dirección que cruza las fibras de refuerzo se hacen en toda la zona de una hoja de prepreg unidireccional constituida con las fibras de refuerzo continuas (realización C).

La rotación del sistema de zona de estirado es uno de los métodos de rotación en los que las fibras se cortan en unidades de fibra cortas añadiendo tensión a las fibras continuas en un estado de cordón, y tiene la característica de que los puntos de corte en las fibras cortas no se concentran en una posición dispersándose uniformemente a lo largo de toda la longitud del cordón. La realización A es un método en el que se forma un conjunto disponiendo los extremos cortados de las fibras de refuerzo de tal manera que no se monten en una sola fibra unitaria, y dado que las fibras de refuerzo fluyen en una sola fibra unitaria, aunque su moldeabilidad sea ligeramente inferior, dado que la transmisión de esfuerzo se realiza muy efectivamente, es posible el desarrollo de características mecánicas muy altas, y dado que las porciones cortadas de la fibra de refuerzo están dispersadas, se puede obtener una estabilidad de excelente calidad.

La realización B es un método en el que los extremos cortados de las fibras de refuerzo se montan en múltiples fibras unitarias, y se disponen de forma bastante regular formando un conjunto, y dado que esto genera inevitablemente irregularidad de la disposición, la distribución o análogos de las fibras de refuerzo, la calidad de su estabilidad es ligeramente inferior, pero dado que fluye en múltiples fibras unitarias, se puede obtener una moldeabilidad muy excelente.

La realización C es un método en el que los extremos cortados de las fibras de refuerzo están montados en múltiples fibras unitarias, y están dispuestas regularmente formando un conjunto, y dado que las fibras de refuerzo están dispuestas regularmente, tienen una estabilidad y características mecánicas excelentes, y dado que fluye en múltiples fibras unitarias, la moldeabilidad también es excelente.

Cada realización antes descrita se puede seleccionar apropiadamente dependiendo de su uso, pero entre ellas, se puede afirmar que la realización C, que tiene un equilibrio excelente entre características mecánicas y moldeabilidad y se puede producir de forma simple, es la realización más preferible en la invención.

Como un método para hacer cortes en las fibras de refuerzo para segmentar las fibras de refuerzo, con el fin de

convertir las múltiples fibras de refuerzo dispuestas en una dirección predeterminada en una hoja de fibra de refuerzo en las que las fibras de refuerzo que tienen una longitud de fibra de 10 a 100 mm están dispuestas en dirección longitudinal, al material base intermedio de hoja de prepreg unidireccional o hoja de semipreg unidireccional o análogos constituida con las múltiples fibras de refuerzo dispuestas en una dirección predeterminada y una resina, se menciona un método de hacer cortes por una operación manual usando un cortador, o mediante una operación mecánica usando una máquina cortadora (método A), un método en el que dicho material base intermedio es troquelado con un punzón cortador dispuesto en una posición predeterminada (método B), o un método de hacer cortes de forma continua con un rodillo de giro provisto de una cuchilla en una posición predeterminada, en un paso de producción del material base intermedio (método C).

Cuando las fibras de refuerzo se cortan simplemente, es adecuado el método A, cuando se produce en serie en consideración a la productividad, el método B es adecuado, y cuando se produce más en serie es adecuado el método C.

Como la fibra de refuerzo usada en la invención se prefiere la fibra de carbono. La fibra de carbono tiene una gravedad específica baja, además, tiene propiedades especialmente excelentes de resistencia específica y módulo específico, y además, también tiene excelente resistencia al calor y resistencia química, y consiguientemente, es adecuada como elementos como un panel de carrocería de automóvil cuyo peso se desea reducir. Entre ellos, es preferible fibra de carbono a base de PAN de la que se puede obtener fácilmente una fibra de carbono de alta resistencia.

Como aplicaciones del plástico reforzado con fibra (cuerpo de placa) de la invención, se indican elementos de bicicletas tal como el cigüeñal o el bastidor, elementos deportivos tal como el eje o la cabeza de un palo de golf, elementos de automóvil como una puerta, hoja, elemento, módulo o bastidor, piezas de máquina como brazo de robot, en los que son deseables la resistencia, la rigidez y la ligereza. Entre ellos, se usa preferiblemente como elementos de automóvil, tales como paneles de hoja, bastidor de hoja, módulo de extremo delantero o módulo interior de puerta, elementos de bicicleta como el cigüeñal, en los que, además de la resistencia y la ligereza, la forma del elemento es complicada y es deseable la moldeabilidad de la forma con otros elementos.

La invención se explica mejor a continuación con referencia a ejemplos y ejemplos comparativos, pero la invención no se limita especialmente a ellos.

Método de preparación de hoja de prepreg unidireccional:

Se obtuvo una composición de resina epoxi mediante el procedimiento siguiente.

(a) Resina epoxi ("Epikote (marca comercial)" 828: 30 partes en peso, Epikote 1001: 35 partes en peso, Epikote 154: 35 partes en peso, producidos por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.) y resina termoplástica, polivinil formal ("Vinylec (marca comercial)" K producido por Chisso Corp.): 5 partes en peso se sometieron a agitación durante 1 a 3 horas calentándose al mismo tiempo a 150 a 190°C, para disolver uniformemente el polivinil formal.

(b) Después de bajar la temperatura de la resina a 55 a 65°C, se añadieron 3,5 partes en peso de agente de curado, diciandiamida (DICY7 producido por Japan Epoxi Resins Co., Ltd.) y 4 partes en peso de acelerador de curado, 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetil urea (DCMU99 producido por Hodogaya Chemical Co., Ltd.), y después del amasado a la temperatura durante 30 a 40 minutos, se sacó el contenido de la amasadora obteniendo una composición de resina epoxi.

La composición de resina epoxi obtenida se recubrió en un papel de liberación usando una recubridora de rodillo inverso, para preparar una película de resina.

A continuación, a fibras de carbono (resistencia a la tracción 4.900 MPa, módulo de tracción 235 GPa) dispuestas unidireccionalmente en un estado de hoja, se superpusieron dos hojas de la película de resina por ambos lados de las fibras de carbono, y calentaron y prensaron para impregnarlas con la composición de resina, y se preparó una hoja de prepreg unidireccional de un peso unitario de fibra de carbono de 150 g/m² y una relación en peso de resina de 33%.

La temperatura exotérmica máxima T_p de la composición de resina epoxi obtenida en base a DSC era 152°C. Con un instrumento de medida, usando DSC2910 (producto número) producido por T·A·Instruments Ltd., se midió en una condición de velocidad de calentamiento de 10°C /min.

La viscosidad más baja en base a DMA era 0,5 Pa·s. Con un instrumento de medida, usando un instrumento de medición dinámica de propiedades viscoelásticas "ARES" producido por T·A·Instruments Ltd., la viscosidad más baja se determinó a partir de una curva de relación entre temperatura y viscosidad en una condición de velocidad de calentamiento 1,5°C /min, frecuencia de vibración 0,5 Hz y placa paralela (diámetro 40 mm).

Método de evaluación de características mecánicas:

Las características mecánicas se evaluaron mediante medición de rigidez al curvado mediante una prueba de curvado de 3 puntos. A partir de un artículo moldeado que tenía un nervio, se obtuvo una pieza de prueba por corte a una forma de 100 ± 1 mm de longitud y $30 \pm 0,2$ mm de anchura de tal manera que el nervio fuese continuo en la dirección longitudinal de la pieza de prueba, y además se sitúa en la porción central de la pieza de prueba.

La pieza de prueba obtenidas se colocaron con el nervio mirando hacia abajo (lado de punto de soporte), y ajustaron de tal manera que la distancia de los puntos de soporte fuese 80 mm, y los puntos de soporte se soportasen por la porción de placa. Usando una máquina de prueba universal 4208, producida por Instron Corp., como un instrumento de medida, se realizó una prueba de curvado de 3 puntos en una condición de velocidad de travesía de 2,0 mm/min. El número de piezas de prueba medidas fue $n = 5$. A partir de la curva de deflexión de carga obtenida, se calculó la rigidez al curvado, y se evaluó por el valor dividido por el peso de la pieza de prueba (rigidez específica al curvado).

Ejemplo 1

Se preparó una hoja de prepreg unidireccional 11 representada en la figura 6 según el método de preparación de prepreg. En la figura 6, la dirección de disposición de múltiples fibras de refuerzo (dirección longitudinal de fibra) en la hoja de prepreg unidireccional 11 se representa con la flecha 9 (dirección hacia arriba y hacia abajo en la figura 6), y la dirección ortogonal a la dirección de disposición de las fibras de refuerzo (dirección ortogonal a fibra) se representa con la flecha 10 (dirección hacia la derecha e izquierda en la figura 6). En la hoja de prepreg unidireccional 11, usando una cortadora automática, se hicieron cortes regulares 12 del mismo intervalo, tal como se representa en la figura 6, de forma continua en dirección ortogonal a las fibras. En la figura 6, la anchura de cada corte a era 10 mm, el intervalo (paso) b de cada corte en dirección longitudinal de fibra, es decir, la longitud cortada de las fibras de refuerzo, era 30 mm, y el intervalo c entre cortes adyacentes en la dirección ortogonal a las fibras era 10 mm.

A partir de la hoja de prepreg unidireccional 11 así preparada, se cortaron dieciséis hojas de material base de prepreg; el tamaño de una hoja era 300x300 mm. Éstas se laminaron a cuasi-isotrópicas en conjunto ([+45/0/-45/90]_{2s}), para preparar un laminado de prepreg. Los materiales base de prepreg laminados en el laminado de prepreg son dieciséis hojas, pero en la capa de 90° de la capa central, dado que dos hojas de la misma dirección de fibra estaban superpuestas, el número de laminado se maneja como quince capas.

Se preparó un molde representado en la figura 8, en el que se facilita una ranura (ranura de nervio) 14 para formar la porción saliente (nervio) representada en la figura 7 espaciados uno de otro. En la figura 8, un molde 13A tiene dos ranuras 14A1 y 14A2 para formar el nervio. Este molde 13A se usa como el molde superior explicado a continuación.

Después de colocar el laminado de prepreg preparado anteriormente en un molde inferior que tenía un área de 300x300 mm, el laminado de prepreg se sometió, en una máquina de moldeo a presión del tipo de calentamiento equipada con el molde superior 13A, a un tratamiento de calentamiento, presión y conformación en una condición de moldeo de la prensa de presión de 6 MPa, calentamiento a una temperatura de 150°C, moldeo durante un tiempo de moldeo de 30 minutos, para curar la resina de matriz, y se obtuvo un artículo moldeado en forma de placa (cuerpo de placa) que tenía un nervio.

En el cuerpo de placa obtenido, el grosor de una porción de placa 1t era 2,0 mm, las fibras de refuerzo se llenaron hasta el extremo de punta del nervio, y cuando se observó una sección transversal del nervio, se confirmó que, como se representa en la figura 1, se había formado una estructura laminada en el nervio, y las fibras de refuerzo en la estructura laminada eran continuas a partir de las fibras de refuerzo en la estructura laminada de la porción de placa, y se obtuvieron ocho capas que forman el nervio como capas que tenían la misma forma que el nervio, es decir, una forma correspondiente a ambos lados y la parte superior del nervio.

Como resultado de la prueba de curvado de 3 puntos, la rigidez específica al curvado del cuerpo de placa obtenido era un valor muy alto de 1.100 (kN·mm²/g).

Ejemplo 2

Se preparó un artículo moldeado (cuerpo de placa) de la misma forma que en el ejemplo 1, a excepción de que se usó un molde superior 13B en el que la posición de la ranura para formar la porción saliente del molde superior se cambió a ranuras en forma de cruz 14B1 y 14B2 como se representa en la figura 9.

En el cuerpo de placa obtenido, el grosor de la porción de placa 1t era 2,0 mm, las fibras de refuerzo se llenaron hasta el extremo de punta del nervio, y cuando se observó una sección transversal del nervio, se confirmó que, como se representa en la figura 1, se había formado una estructura laminada en el nervio, y las fibras de refuerzo en la estructura laminada eran continuas a partir de las fibras de refuerzo en la estructura laminada de la porción de placa, y ocho capas del nervio colocadas como capas que tenían la misma forma que el nervio, es decir, una forma correspondiente a ambos lados y a la parte superior del nervio.

Como resultado de la prueba de curvado de 3 puntos, la rigidez específica al curvado del cuerpo de placa obtenido era un valor muy alto de 1.050 (kN·mm²/g).

5 Ejemplo comparativo 1

Se obtuvo un artículo moldeado en forma de placa (cuerpo de placa) de la misma forma que en el ejemplo 1, pero sin hacer los cortes en la hoja de prepreg unidireccional.

10 En el cuerpo de placa obtenido, el grosor de la porción de placa era 2,3 mm, y en el nervio, aproximadamente en una porción de 50%, el llenado de la fibra de refuerzo era defectuoso. Cuando se observó la sección transversal del nervio, se halló que una porción de aproximadamente 80% del nervio formado está formada con la resina, y las capas de fibra de refuerzo que constituyen la estructura laminada del nervio no tenían una forma que se extendiese a lo largo de la forma del nervio.

15 Como resultado de la prueba de curvado de 3 puntos, la rigidez específica al curvado del cuerpo de placa obtenido era de sólo 150 (kN·mm²/g).

20 Ejemplo comparativo 2

Se obtuvo un artículo moldeado en forma de placa (cuerpo de placa) de la misma forma que en el ejemplo 1, a excepción de que se usó un molde superior que no tenía una ranura para formar la porción saliente.

25 El grosor del cuerpo de placa obtenido era 2,4 mm. Del cuerpo de placa obtenido se cortaron dos piezas en forma de placa de 10 mm de ancho. A continuación, con el fin de hacer una forma similar al cuerpo de placa del ejemplo 1, usando un adhesivo a base de epoxi del tipo de dos líquidos, a la superficie del cuerpo de placa obtenido en este ejemplo comparativo se unieron las dos piezas en forma de placa, para preparar un cuerpo de placa plano con nervios. Mientras que, con el fin de mejorar la adhesión de la porción unida, antes de la unión las piezas en forma de placa, la porción a unir se sometió a un tratamiento de chorreado con arena.

30 En la figura 10 se representa una vista en sección transversal longitudinal cerca de un nervio del cuerpo de placa obtenido que tenía nervios. En la figura 10, el cuerpo de placa 101 está constituido por porciones de placa 101a y 101b y la porción saliente (nervio) 102a formada por unión de las piezas en forma de placa. Las porciones de placa 101a y 101b están formadas con capas de fibra de refuerzo 103a, 103b, 103c, 103d, 103e, 103f, 103g y 103h en las que coexiste una resina de matriz.

35 Cuando se observó una sección transversal del nervio 102a, como se representa en la figura 10, el nervio 102a tenía una estructura laminada, pero las fibras de refuerzo en la estructura laminada del nervio 102a y las fibras de refuerzo en la estructura laminada de las porciones de placa 101a y 101b no eran continuas; además, en el extremo de punta del nervio 102a, se interrumpía la continuidad de cada capa que constituye la estructura laminada, y cada capa no tenía una forma que se extendiese a lo largo de la forma del nervio 102a.

40 Como resultado de la prueba de curvado de 3 puntos, justo después de comenzar la prueba, el nervio 102a se desprendió de la porción de placa 101a, y la rigidez específica al curvado del cuerpo de placa 101 era un valor muy bajo de 80 (kN·mm²/g).

45 Ejemplo comparativo 3

Ocho hojas del material base de prepreg preparado en el ejemplo 1 se laminaron a [+45/0/-45/90]₂, para preparar el laminado de prepreg A. Del preparado laminado de prepreg A se cortaron dos piezas de laminado de prepreg B cuyo tamaño eran 300x20 mm.

50 A continuación, los dos laminados de prepreg obtenidos B se insertaron en la ranura del mismo molde superior que en el ejemplo 1 plegado por la mitad de tal manera que las respectivas capas de 90° estuviesen dentro, y el lado plegado estaba en el extremo de punta de la ranura, y a continuación el laminado de prepreg A se colocó en un molde inferior que tenía un área de 300x300 mm, para preparar un artículo moldeado en forma de placa (cuerpo de placa) que tiene un nervio en la misma condición que en el ejemplo 1.

55 Una vista en sección transversal longitudinal cerca de un nervio del cuerpo de placa preparado se representa en la figura 11. En la figura 11, el cuerpo de placa 111 está constituido con las porciones de placa 111a y 111b y la porción saliente (nervio) 112a. La porción de placa 111a se ha formado con las capas de fibra de refuerzo 113a, 113b, 113c, 113d, 113e, 113f, 113g y 113h en las que coexiste una resina de matriz.

60 Cuando se observó una sección transversal del nervio 112a, como se representa en la figura 11, se halló que el nervio 112a tenía una estructura laminada y ocho capas tenían una forma que se extendía a lo largo de la forma de nervio 112a, pero las fibras de refuerzo en la estructura laminada del nervio 112a y las fibras de refuerzo en la

65

estructura laminada de la porción de placa 111a no eran continuas.

5 Como resultado de la prueba de curvado de 3 puntos, justo después de comenzar la prueba, el nervio 112a se desprendió de la porción de placa 111a, y la rigidez específica al curvado del cuerpo de placa 111 era un valor muy bajo de 100 (kN·mm²/g).

Ejemplo comparativo 4

10 Usando la misma fibra de carbono (número de filamentos, 12.000 fibras) y la composición de resina epoxi usada en el ejemplo 1, se preparó una hoja SMC de 25 mm de longitud de fibra, un peso unitario de fibra de carbono de 750 g/m² y una relación en peso de resina 50%. La hoja SMC se cortó a un tamaño de 300x300 mm, se laminaron dos hojas, para preparar un artículo moldeado en forma de placa (cuerpo de placa) que tenía dos nervios en línea recta en la misma condición que en el ejemplo 1.

15 El cuerpo de placa obtenido tenía un grosor de la porción de placa de 2,0 mm, y las fibras se llenaron hasta el extremo de punta del nervio, pero cuando se observó una sección transversal del nervio, se halló que las fibras de refuerzo estaban apiladas respectivamente independientemente en orientación aleatoria, y en respectivas porciones de la porción de placa y el nervio no se formaron capas claras de las fibras de refuerzo en respectivas direcciones de grosor.

20 Como resultado de la prueba de curvado de 3 puntos, la rigidez específica al curvado del cuerpo de placa obtenido era muy baja de 250 (kN·mm²/g).

Aplicabilidad industrial

25 En un plástico reforzado con fibra de la invención, cada capa que constituye la estructura laminada de la porción de placa y la porción saliente contiene fibras de refuerzo discontinuas juntas, y además, al menos una parte de las fibras de refuerzo se extienden desde la porción de placa a la porción saliente, y al menos una de las capas que constituye la estructura laminada de la porción saliente tiene una forma que se extiende a lo largo de una forma de la porción saliente. Con esta estructura, la porción saliente del plástico reforzado con fibra de la invención tiene características mecánicas deseadas.

35 Según un método para producir un plástico reforzado con fibra de la invención, especialmente, se puede minimizar la disminución, en el proceso de producción, de las características mecánicas de la porción saliente, tal como nervio o saliente, que es importante en la constitución de un elemento estructural, y además, el plástico reforzado con fibra se puede producir de forma simple.

40 Un plástico reforzado con fibra de la invención se usa preferiblemente, por ejemplo, como un elemento estructural de equipos de transporte (como automóviles, aviones o barcos), un elemento estructural de máquinas industriales, un elemento estructural de instrumentos de precisión o un elemento estructural de artículos deportivos (como una bicicleta o un palo de golf).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para producir un plástico reforzado con fibra incluyendo un cuerpo de placa (1) que tiene una porción de placa (1a, 1b) y una porción saliente (2a) que se alza desde al menos una superficie de la porción de placa (1a, 1b), en el que la porción de placa (1a, 1b) y la porción saliente (2a) incluyen múltiples fibras de refuerzo (4) y una resina de matriz integrada con las múltiples fibras de refuerzo (4), que incluye
- 10 (a) un paso de preparación de laminado para preparar un laminado de prepreg que incluye al menos dos hojas de material base de prepreg cada una de las cuales incluye una hoja de fibra de refuerzo incluyendo múltiples fibras de refuerzo (4) cada una de las cuales tiene una longitud de 10 a 100 mm y que están dispuestas unidireccionalmente, y una resina de matriz de estado no curado impregnada completa o parcialmente en la hoja de fibra de refuerzo, se laminan en una condición diferente en la dirección de disposición de las fibras de refuerzo (4),
- 15 (b) un paso de preparación de dispositivo de moldeo para preparar un dispositivo de moldeo para moldear el cuerpo de placa (1), que incluye un molde que tiene una porción cóncava para formar la porción saliente (2a) y otro molde para formar la porción de placa (1a, 1b) conjuntamente con el molde,
- 20 (c) un paso de colocación de laminado para colocar el laminado de prepreg preparado en el paso de preparación de laminado entre los moldes del dispositivo de moldeo preparado en el paso de preparación de dispositivo de moldeo,
- 25 (d) un paso de formación de cuerpo de placa para formar el cuerpo de placa (1) en el que la porción de placa (1a, 1b) y la porción saliente (2a) se conforman calentando y prensando el laminado de prepreg colocado en los moldes en el paso de colocación de laminado, donde cada capa del laminado fluye en la dirección de la superficie de laminado y, cuando se satura el flujo en la dirección de superficie de laminado, a la porción cóncava, es decir, en dirección perpendicular o en una dirección que tiene un cierto ángulo a la dirección de la superficie de laminado inicial, para penetrar en la porción cóncava, manteniendo al mismo tiempo un estado laminado, luego fluye el laminado, manteniendo al mismo tiempo el estado laminado, en la dirección de capa exterior de la superficie de laminado inicial, la resina de matriz se solidifica, y
- 30 (e) un paso de desmoldeo de cuerpo de placa para sacar de los moldes el cuerpo de placa (1) formado en el paso de formación de cuerpo de placa.
- 35 2. El método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 1, donde el laminado de prepreg contiene una capa base de fibra de refuerzo integrada con el laminado de prepreg en la superficie opuesta a la superficie en la que se forma la porción saliente (2a), donde las fibras de refuerzo en la capa base de fibra de refuerzo son múltiples fibras de refuerzo continuas.
- 40 3. El método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 1, donde la resina de matriz es una resina termoestable.
- 45 4. El método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 3, donde, mientras se mantiene constante la temperatura de los moldes, se realizan el paso de formación de cuerpo de placa y el paso de desmoldeo de cuerpo de placa.
- 50 5. El método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 3, donde la viscosidad de la resina termoestable en el paso de formación de cuerpo de placa es del rango de 0,1 a 100 Pa·s.
6. El método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 3, donde la temperatura T de los moldes y una temperatura exotérmica máxima Tp de la resina termoestable en el paso de formación de cuerpo de placa cumplen la relación de $T_p - 60 \leq T \leq T_p + 20$.
- 55 7. El método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 1, donde las múltiples fibras de refuerzo (4) que tienen la longitud de 10 a 100 mm en el laminado de prepreg preparado en el paso de preparación de laminado se preparan poniendo cortes (12) en múltiples fibras de refuerzo (4) dispuestas unidireccionalmente según un paso de corte (b) que tiene la longitud de 10 a 100 mm, donde una o tanto las posiciones como las direcciones de los cortes (12) son diferentes al menos entre los materiales base de prepreg colocados de forma adyacente.

Fig. 1

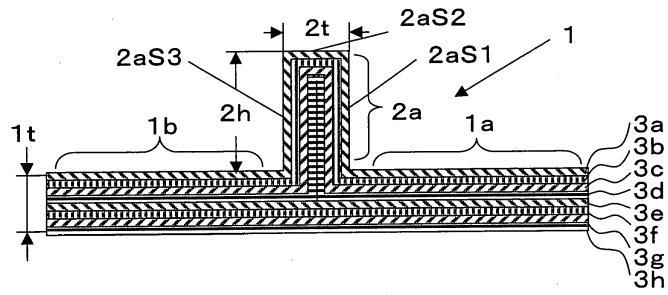


Fig. 2

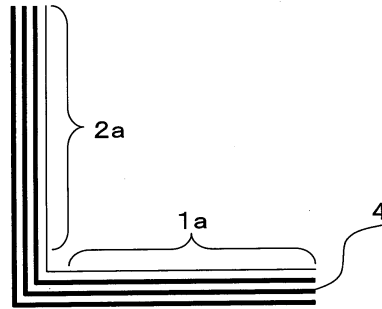


Fig. 3A

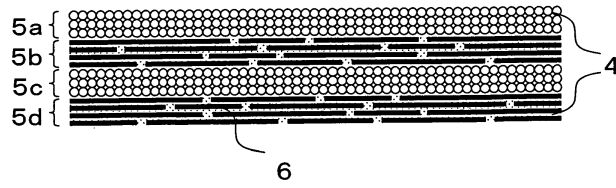


Fig. 3B

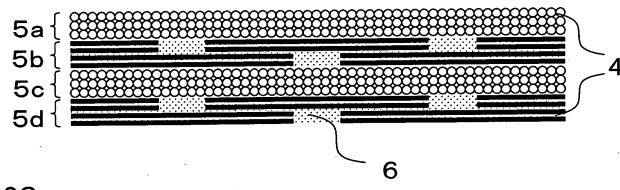


Fig. 3C

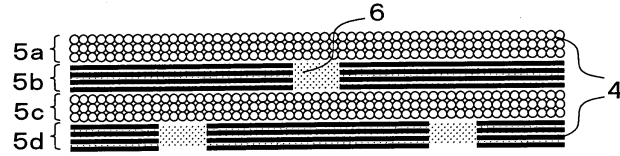


Fig. 4A

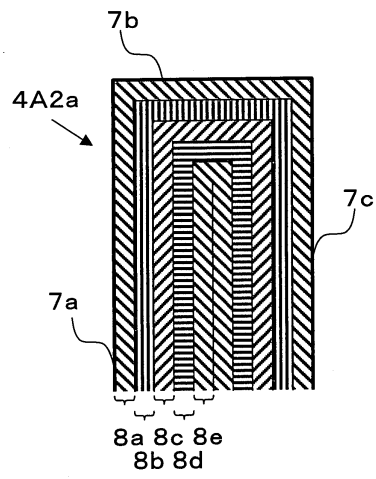


Fig. 4B

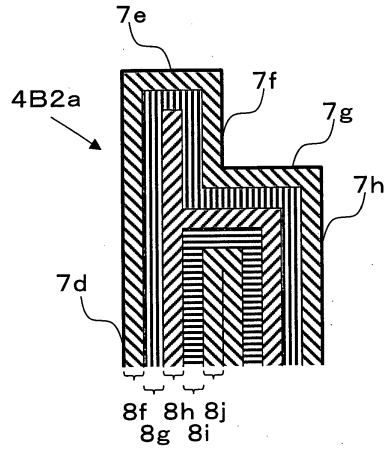


Fig. 4C

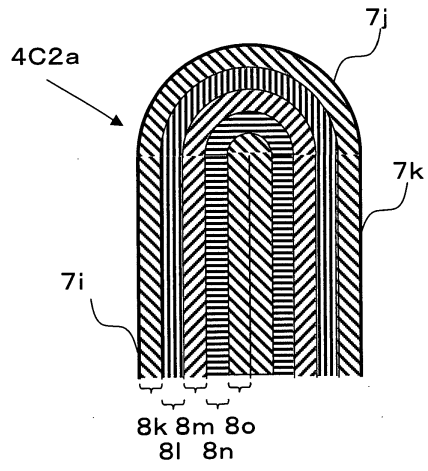


Fig. 5

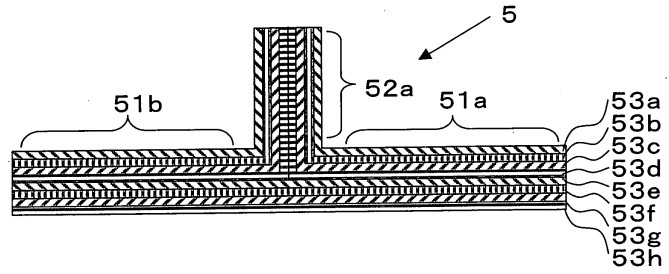


Fig. 6

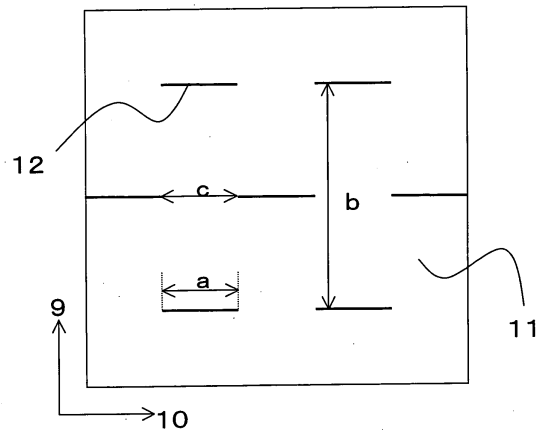


Fig. 7

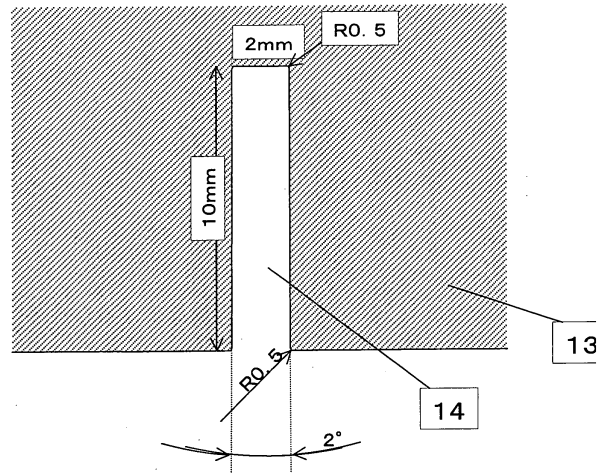


Fig. 8

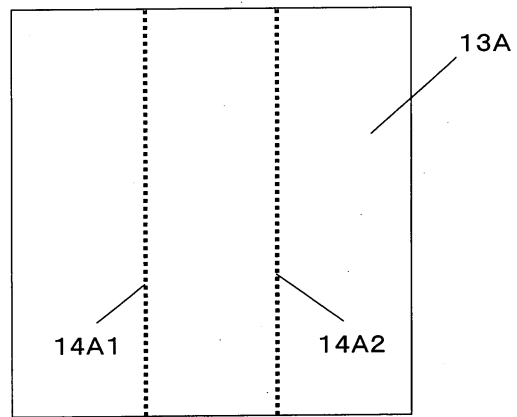


Fig. 9

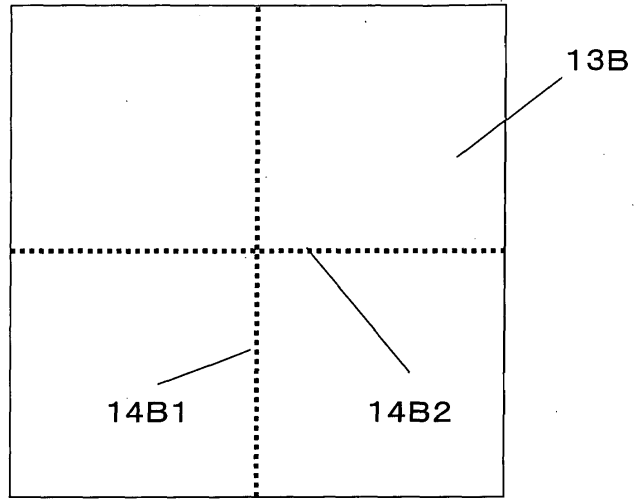


Fig. 10

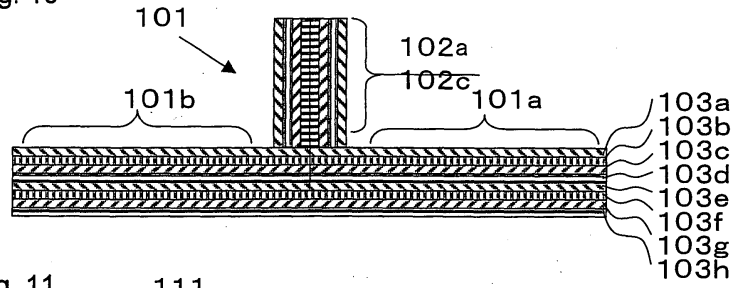


Fig. 11

