

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 888**

51 Int. Cl.:

**B29C 43/34** (2006.01)  
**B29C 70/34** (2006.01)  
**B32B 5/00** (2006.01)  
**B32B 37/02** (2006.01)  
**B29K 105/06** (2006.01)  
**B29C 70/08** (2006.01)  
**B29C 70/38** (2006.01)  
**B29C 70/54** (2006.01)  
**B29C 70/30** (2006.01)  
**B29C 70/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.01.2018 PCT/JP2018/001527**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.08.2018 WO18142962**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2018 E 18748500 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024 EP 3578332**

54 Título: **Método para producir plástico reforzado con fibra**

30 Prioridad:

**02.02.2017 JP 2017017328**

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

**02.07.2024**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUJITA, YUZO;  
ADACHI, KENTARO y  
KARAKI, TAKUYA**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 974 888 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

Método para producir plástico reforzado con fibra

### 5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un plástico reforzado con fibra que tiene alta productividad y altas propiedades mecánicas.

### 10 **Antecedentes de la técnica**

Los plásticos reforzados con fibra que se componen de fibras de refuerzo y una resina tienen una alta resistencia específica y un alto módulo específico, así como excelentes propiedades mecánicas y altas propiedades funcionales tales como resistencia a la intemperie y resistencia química y, por consiguiente, los plásticos reforzados con fibra han recibido una amplia atención como materiales para uso industrial tales como elementos estructurales de aviones, naves espaciales, vehículos de motor, ferrocarriles, barcos, electrodomésticos y equipamiento deportivo, y su demanda aumenta año tras año.

Los métodos de producción de manera productiva de un plástico reforzado con fibra incluyen el moldeo a presión usando un SMC (compuesto para el moldeo de láminas) en el que están orientados aleatoriamente haces de fibras de refuerzo discontinuas impregnados con una resina. Sin embargo, dado que los plásticos reforzados con fibra en los que fibras de refuerzo discontinuas están orientadas aleatoriamente tienen a menudo una rigidez insuficiente, se ha desarrollado un método de moldeo para aumentar la rigidez combinándolos con fibras continuas (por ejemplo, el documento de patentes 1 y el documento de patentes 2). Tal combinación puede minimizar el uso de materiales de fibra continuos de alto coste y producir plásticos rígidos reforzados con fibra según el propósito. Otro método para producir un plástico reforzado con fibra usando un sustrato de cinta y un sustrato de lámina se describe en el documento WO 2016/017080 A1.

### 30 **Documentos de la técnica anterior**

#### **Documentos de patentes**

Documento de patentes 1: publicación de patente japonesa abierta a consulta por el público n.º 2013-176876  
Documento de patentes 2: traducción al japonés de la publicación internacional PCT n.º 2013-544310

### 35 **Sumario de la invención**

#### **Problemas que ha de resolver la invención**

40 Sin embargo, en el refuerzo que usa fibras continuas como en el documento de patentes 1 o el documento de patentes 2, cuando se conforma un elemento que tiene una forma complicada, se generan arrugas debido al estirado de las fibras de refuerzo y pueden quedar irregularidades o pueden producirse defectos de la resina.

45 Por consiguiente, un objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir de manera productiva un plástico reforzado con fibra que tiene una forma complicada excelente y que es capaz de presentar altas propiedades mecánicas.

#### **Soluciones a los problemas**

50 Para resolver este problema, la presente invención proporciona el siguiente método para producir un plástico reforzado con fibra.

1) Un método para producir un plástico reforzado con fibra usando un sustrato A de cinta y un sustrato B de lámina,

55 siendo el sustrato A de cinta un sustrato en forma de cinta que incluye una o más láminas de material a preimpregnado con incisiones;

60 siendo el material a preimpregnado con incisiones un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y que satisface la siguiente condición 1;

siendo el sustrato B de lámina un sustrato que incluye fibras de refuerzo orientadas aleatoriamente y una resina;

65 e

incluyendo el método para producir un plástico reforzado con fibra:

una etapa de colocación (A) de colocar una pluralidad de sustratos A de cinta en un molde de tal manera que cada uno de los sustratos A de cinta conforme una porción solapante en la que el sustrato A de cinta se solapa con uno o más de otros sustratos A de cinta y una porción no solapante en la que el sustrato A de cinta no se solapa con ningún otro sustrato A de cinta,

5

una etapa de colocación (B) de colocar un sustrato B de lámina, y una etapa de moldeo de calentar y prensar los sustratos A de cinta y el sustrato B de lámina colocados,

Condición 1

10

la longitud promedio  $x_a$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_a$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_a > 6,0x_a + 10$ .

2) Un método para producir un plástico reforzado con fibra usando un sustrato A de cinta y un sustrato C de lámina,

15

siendo el sustrato A de cinta un sustrato en forma de cinta que incluye una o más láminas de material a preimpregnado con incisiones;

20

siendo el material a preimpregnado con incisiones un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y que satisface la siguiente condición 1;

25

siendo el sustrato C de lámina un sustrato que incluye una o más láminas de material c preimpregnado con incisiones;

siendo el material c preimpregnado con incisiones un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y que satisface la siguiente condición 2; e

30

incluyendo el método para producir un plástico reforzado con fibra:

una etapa de colocación (A) de colocar una pluralidad de sustratos A de cinta en un molde de tal manera que cada uno de los sustratos A de cinta conforme una porción solapante en la que el sustrato A de cinta se solapa con uno o más de otros sustratos A de cinta y una porción no solapante en la que el sustrato A de cinta no se solapa con ningún otro sustrato A de cinta,

35

una etapa de colocación (C) de colocar un sustrato C de lámina, y una etapa de moldeo de calentar y prensar los sustratos A de cinta y el sustrato C de lámina colocados,

40

Condición 1

la longitud promedio  $x_a$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_a$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_a > 6,0x_a + 10$ .

45

Condición 2

la longitud promedio  $x_c$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_c$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_c \leq 6,0x_c + 10$ .

50

En lo sucesivo, la invención descrita en 1) se denominará la presente invención 1, la invención descrita en 2) se denominará la presente invención 2, y la presente invención 1 y la presente invención 2 se denominarán colectivamente la presente invención.

55

### **Efectos de la invención**

Según la presente invención, es posible proporcionar un método para producir de manera productiva un plástico reforzado con fibra que tiene una forma complicada y altas propiedades mecánicas.

60

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

La figura 1 es un ejemplo de una colocación de un sustrato A de cinta y un sustrato B de lámina.

La figura 2 es un ejemplo de un patrón con incisiones de un material c preimpregnado con incisiones.

65

La figura 3 es un ejemplo de formas de plásticos reforzados con fibra producidos en los ejemplos.

La figura 4 es un ejemplo de formas de plásticos reforzados con fibra producidos en los ejemplos.

### Realizaciones de la invención

5

Los presentes inventores estudiaron diligentemente para proporcionar un método para producir un plástico reforzado con fibra, siendo capaz el método de producir de manera productiva un plástico reforzado con fibra que tiene una forma complicada y puede presentar altas propiedades mecánicas. Entonces, tal problema se ha resuelto ideando un método para producir un plástico reforzado con fibra usando un molde, incluyendo el método una etapa de colocación (A) de colocar una pluralidad de sustratos A de cinta en un molde, una etapa de colocación (B) de colocar un sustrato B de lámina, y una etapa de moldeo de calentamiento y prensado tal como se describirá más adelante. Gracias al uso, como material base, de un sustrato B de lámina que tiene buena adaptabilidad a una forma complicada y buena productividad, así como al diseño de un sustrato A de cinta, que complementa las propiedades mecánicas, para tener adaptabilidad de forma y estar en una forma tan sencilla que puede colocarse rápidamente en un molde, se mejoran las propiedades mecánicas sin reducir la productividad. Una forma complicada se refiere a una forma que tiene una forma tridimensional. Los factores para conformar la forma tridimensional incluyen, pero no se limitan a, irregularidades de la superficie, curvatura en la dirección fuera del plano de la superficie de laminación del sustrato, variación del grosor, nervaduras, protuberancias, etc. Además, incluso en el caso de una forma bidimensional, se incluye en la forma complicada si su vista frontal producida al proyectar el elemento tiene cinco o más esquinas en el borde del mismo.

10

15

20

El sustrato A de cinta en la presente invención es un sustrato en forma de cinta que incluye uno o más materiales a preimpregnados con incisiones. El material a preimpregnado con incisiones es un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina, que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado y que satisface la condición 1 descrita a continuación. El sustrato A de cinta es un sustrato en forma de cinta que incluye uno o más materiales a preimpregnados con incisiones tal como se describió anteriormente, y es preferiblemente un sustrato en forma de cinta que incluye una pluralidad de materiales a preimpregnados con incisiones.

25

30

En el presente documento, la forma de cinta significa una forma que tiene una forma de paralelogramo en la que la longitud de los lados más largos es el doble o más de la longitud de los lados más cortos. Cabe señalar que cada lado puede no ser necesariamente una línea recta y puede tener una porción curva. Cuando un lado tiene una porción curva, la longitud del segmento de línea que conecta ambos extremos del lado se toma como la longitud del lado. La longitud de los lados más largos no está particularmente limitada siempre que sea al menos el doble de la longitud de los lados más cortos, pero se prefiere que la longitud de los lados más largos sea 100 o menos veces la longitud de los lados más cortos debido a puede deteriorarse la capacidad de manipulación si los lados más largos son excesivamente largos en relación con los lados más cortos.

35

40

En la presente invención, el sustrato A de cinta desempeña el papel de reforzar las propiedades mecánicas del sustrato B de lámina, que sirve como material base, pero cuando se conforma una forma que tiene una forma complicada usando un material preimpregnado unidireccional que no tiene incisiones y en el momento de hacer que el material preimpregnado se adapte a un molde durante una etapa de moldeo, no puede adaptarse en forma, y si se forma un charco de resina o se generan arrugas entre el molde y el material preimpregnado unidireccional, no pueden utilizarse las propiedades mecánicas por completo. Por tanto, se prefiere mejorar la adaptabilidad de forma empleando materiales preimpregnados con incisiones en los que se conforman incisiones. Sin embargo, las propiedades mecánicas de un material preimpregnado con incisiones varían dependiendo de la forma o el patrón de disposición de las incisiones. Por ejemplo, cuanto más corta sea la longitud de las incisiones (denominada a veces más adelante en el presente documento longitud de incisión) o cuanto más larga sea la longitud de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones (denominada a veces más adelante en el presente documentos longitud de fibra), menor será la disminución de las propiedades mecánicas del material preimpregnado original y mayores serán las propiedades mecánicas que presenta.

45

50

Por tanto, en los materiales a preimpregnados con incisiones en el sustrato A de cinta en la presente invención, la longitud promedio  $x_a$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_a$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_a > 6,0x_a + 10$  (más adelante en el presente documento, condición 1). La condición 1 significa que cuanto más larga es la longitud promedio  $x_a$  de las incisiones, más larga es la longitud promedio  $y_a$  de las fibras de refuerzo, y cuando la longitud promedio  $y_a$  de las fibras de refuerzo es corta, la longitud promedio  $x_a$  de las incisiones es más corta. Cuando se satisface la condición 1, se prefiere especialmente que  $y_a$  sea de 20 mm o más porque se presentan altas propiedades mecánicas.

55

60

La longitud promedio de las incisiones en la presente invención significa el valor promedio de las longitudes de todas las incisiones conformadas en un material preimpregnado con incisiones, pero dado que no es práctico medir realmente las longitudes de todas las incisiones, el valor promedio determinado a partir de los valores medidos usando una imagen tomada fotografiando el material preimpregnado con incisiones usando un dispositivo de obtención de imágenes tal como un microscopio digital se toma como la longitud promedio de las incisiones. El patrón de incisiones puede extraerse conectando los extremos de una incisión en la imagen

65

obtenida mediante un segmento de línea. Luego, la longitud del segmento de línea se toma como la longitud de la incisión, se miden las longitudes de 10 incisiones en total y el valor promedio de las mismas se toma como la longitud promedio de las incisiones. Las incisiones pueden ser o bien lineales o bien curvas, pero cuando una incisión es curva, la longitud del segmento de línea que conecta los extremos de la incisión se toma como la longitud de la incisión.

De manera similar, la longitud promedio de las fibras de refuerzo en la presente invención también significa el valor promedio de las longitudes de todas las fibras de refuerzo en un material preimpregnado con incisiones, pero dado que no es práctico medir realmente las longitudes de todas las fibras de refuerzo, el valor promedio determinado a partir de los valores medidos usando una imagen tomada mediante fotografía mediante el uso de un dispositivo de obtención de imágenes tal como un microscopio digital de la misma manera que para la longitud promedio de las incisiones se toma como la longitud promedio de las fibras de refuerzo. En la imagen, para cada una de dos incisiones adyacentes en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, los extremos de una incisión se conectan mediante un segmento de línea y se extrae un patrón con incisiones. Luego, la distancia entre los segmentos de línea paralelos a la dirección de orientación de la fibra de refuerzo se toma como la longitud de la fibra de refuerzo, y se mide la longitud de la fibra de refuerzo para 10 segmentos de línea en total, y se toma el valor promedio de los mismos como la longitud promedio de la fibra de refuerzo.

Para reforzar por completo el sustrato B de lámina, que sirve como material base, el objeto de la invención es lograr el refuerzo usando una pluralidad de sustratos A de cinta, y para transmitir eficientemente una tensión entre los sustratos A de cinta, colocar los sustratos A de cinta en un molde de tal manera que tengan una porción solapante en la que se solapan y una porción no solapante en la que no se solapan tal como se representa en la figura 1. Es decir, la etapa de colocación (A) en la presente invención es una etapa de colocar una pluralidad de sustratos A de cinta en un molde de tal manera que cada uno de los sustratos A de cinta conforme una porción solapante en la que el sustrato A de cinta se solapa con uno o más de otros sustratos A de cinta y una porción no solapante en la que el sustrato A de cinta no se solapa con ningún otro sustrato A de cinta.

El sustrato B de lámina que va a usarse para la presente invención 1 es un sustrato que incluye fibras de refuerzo orientadas aleatoriamente y una resina. Los ejemplos de tal sustrato B de lámina incluyen un sustrato en el que se disponen aleatoriamente haces de fibras de refuerzo que tienen una longitud de aproximadamente 10 a 50 mm, tal como un SMC (compuesto para el moldeo de láminas) y un sustrato en el que se disponen aleatoriamente fibras individuales. La cantidad de sustrato B de lámina cargado en el molde puede ajustarse laminando apropiadamente los sustratos B de lámina según el volumen del plástico reforzado con fibra que va a moldearse. Es decir, la etapa de colocación (B) en la presente invención es una etapa de colocación de un sustrato B de lámina en un molde, y el número y tamaño del sustrato B de lámina que va a usarse en la etapa de colocación (B) pueden elegirse apropiadamente según el objeto que va a moldearse.

El orden de realización de la etapa de colocación (A) y la etapa de colocación (B) no está particularmente limitado y puede realizarse en primer lugar cualquiera de ellas. Además, los sustratos A de cinta y el sustrato B de lámina pueden colocarse simultáneamente, es decir, es posible realizar la etapa de colocación (A) y la etapa de colocación (B) simultáneamente en una única etapa.

La etapa de moldeo en la presente invención 1 es una etapa de calentar y prensar los sustratos A de cinta y el sustrato B de lámina colocados. Es decir, en la etapa de moldeo, para integrar los sustratos A de cinta y el sustrato B de lámina colocados mediante las etapas de colocación (A) y (B), se realizan el calentamiento y prensado de los mismos y se produce de ese modo un plástico reforzado con fibra que tiene una forma complicada. Los medios para calentar y prensar en la etapa de moldeo pueden ser, por ejemplo, moldeo a presión.

La presente invención 2 es una realización en la que se usa un sustrato C de lámina en lugar del sustrato B de lámina en la presente invención 1. El sustrato C de lámina en el presente documento es un sustrato que incluye uno o más materiales c preimpregnados con incisiones. El material c preimpregnado con incisiones es un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y satisface la condición 2 descrita a continuación. El sustrato C de lámina es un sustrato que incluye uno o más materiales c preimpregnados con incisiones tal como se describió anteriormente, y es un sustrato que incluye una pluralidad de materiales c preimpregnados con incisiones. Las estructuras de laminación típicas de los materiales c preimpregnados con incisiones en el sustrato C de lámina pueden ser una estructura de laminación cuasi-isotrópica como  $[+45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/90^{\circ}]_{2s}$  donde la dirección de orientación de las fibras de refuerzo es de  $0^{\circ}$  y una estructura de laminación de capas transversales como  $[0^{\circ}/90^{\circ}]_2$ , pero sin limitarse a las mismas, y materiales c preimpregnados con incisiones pueden laminarse arbitrariamente dependiendo de la aplicación.

Preferiblemente, el patrón con incisiones del material c preimpregnado con incisiones es un patrón con incisiones opuesto al del material a preimpregnado con incisiones para el que las propiedades mecánicas son importantes para proporcionar al material c preimpregnado con incisiones una fluidez suficiente para cargarlo en los bordes de un molde que tiene una forma complicada. Según la invención, en los materiales c preimpregnados con

incisiones la longitud promedio  $x_c$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_c$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_c > 6,0x_c + 10$  (denominada más adelante en el presente documento condición 2). Cuando se satisface la condición 2, se prefiere especialmente que  $y_c$  sea menor de 20 mm, especialmente para mejorar la fluidez.

5 La presente invención 2 es un método para producir un plástico reforzado con fibra que incluye una etapa de colocación (A) de colocar una pluralidad de sustratos A de cinta en un molde de tal manera que cada uno de los sustratos A de cinta conforme una porción solapante en la que el sustrato A de cinta se solapa con uno o más de otros sustratos A de cinta y una porción no solapante en la que el sustrato A de cinta no se solapa con ningún otro sustrato A de cinta, una etapa de colocación (C) de colocar un sustrato (C) de lámina en el molde, y una etapa de moldeo de calentar y prensar los sustratos A de cinta y el sustrato C de lámina colocados. La etapa de colocación (A) es la misma etapa que la descrita en la presente invención 1.

15 La etapa de colocación (C) en la presente invención 2 es una etapa de colocar un sustrato C de lámina en un molde, y el número y tamaño del sustrato C de lámina que va a usarse en la etapa de colocación (C) como en la etapa de colocación (B) pueden elegirse apropiadamente según el objeto que va a moldearse.

20 Además, la etapa de moldeo en la presente invención 2 es una etapa de calentar y prensar los sustratos A de cinta y el sustrato C de lámina colocados. Es decir, como la etapa de moldeo en la presente invención 1, en la etapa de moldeo en la presente invención 2, para integrar los sustratos A de cinta y el sustrato C de lámina colocados mediante las etapas de colocación (A) y (C), se realizan el calentamiento y prensado de los mismo mediante moldeo a presión y se produce de ese modo un plástico reforzado con fibra que tiene una forma complicada.

25 El orden de realización de la etapa de colocación (A) y la etapa de colocación (C) no está particularmente limitado y puede realizarse en primer lugar cualquiera de ellas. Además, los sustratos A de cinta y el sustrato C de lámina pueden colocarse simultáneamente, es decir, es posible realizar la etapa de colocación (A) y la etapa de colocación (C) simultáneamente en una única etapa.

30 Mientras que la presente invención 1 se caracteriza por incluir la etapa de colocación (A), la etapa de colocación (B) y la etapa de moldeo descritas anteriormente, y la presente invención 2 se caracteriza por incluir la etapa de colocación (A), la etapa de colocación (C) y la etapa de moldeo, los sustratos que van a alimentarse al molde durante la etapa de colocación (A), la etapa de colocación (B) y la etapa de colocación (C) no se limitan a los sustratos A de cinta, el sustrato B de lámina o el sustrato C de lámina, y si es necesario puede colocarse una resina, una pintura o similar para mejorar la calidad de superficie.

35 Aunque tanto el sustrato B de lámina como el sustrato C de lámina son sustratos que tienen una fluidez favorable, el método de producción de la presente invención 1 que usa el sustrato B de lámina es ventajoso cuando se da importancia al coste. En cambio, dado que el uso del sustrato C de lámina hace más finas las irregularidades finas en la superficie de un plástico reforzado con fibra debido a la inclusión de fibras cortas, el plástico reforzado con fibra obtenido usando la presente invención 2 es ventajoso en cuanto a la calidad de superficie. Por tanto, se prefiere seleccionar uno de los sustratos de lámina, es decir, seleccionar la presente invención 1 o la presente invención 2, según el equilibrio de coste y calidad requerido. Alternativamente, también es posible elegir una estructura de refuerzo del sustrato A de cinta usando el sustrato B de lámina y el sustrato C de lámina en combinación.

45 En la presente invención, las fibras de refuerzo que van a aplicarse al sustrato A de cinta, al sustrato B de lámina y al sustrato C de lámina, es decir, las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones, las fibras de refuerzo en el sustrato B de lámina, y las fibras de refuerzo en el material c preimpregnado con incisiones no están particularmente limitadas y pueden ser fibras de vidrio, fibras de Kevlar, fibras de carbono, fibras de grafito, fibras de boro, o similares. Pueden usarse diferentes fibras de refuerzo para el sustrato A de cinta (el material a preimpregnado con incisiones), el sustrato B de lámina y el sustrato C de lámina (el material c preimpregnado con incisiones). Entre estas, se prefieren las fibras de carbono desde el punto de vista de la resistencia específica y el módulo elástico específico.

55 La resina con la que van a impregnarse las fibras de refuerzo, es decir, la resina en el material a preimpregnado con incisiones, la resina en el sustrato B de lámina y la resina en el material c preimpregnado con incisiones no están particularmente limitadas y pueden ser una resina termoplástica o una resina termoendurecible. Pueden usarse diferentes resinas para el sustrato A de cinta (el material a preimpregnado con incisiones), el sustrato B de lámina y el sustrato C de lámina (el material c preimpregnado con incisiones).

60 Los ejemplos de la resina termoplástica incluyen poliamida (PA), poliactal, poliacrilato, polisulfona, ABS, poliéster, material acrílico, poli(tereftalato de butileno) (PBT), policarbonato (PC), poli(tereftalato de etileno) (PET), polietileno, polipropileno, poli(sulfuro de fenileno) (PPS), polieteretercetona (PEEK), polieterimida (PEI), polietercetona (PEKK), polímeros de cristal líquido, poli(cloruro de vinilo), resinas fluoradas tales como politetrafluoroetileno, y silicona.

Los ejemplos de tal resina termoendurecible incluyen resina de poliéster insaturado, resina de éster vinílico, resina epoxídica, resina de benzoxazina, resina de fenol, resina de urea, resina de melamina y resina de poliimida. También pueden usarse formas modificadas de tales resinas y combinaciones de dos o más resinas.

5 Además, las resinas termoendurecibles pueden ser resinas que producen autocurado mediante calor o pueden contener un agente de curado, un acelerador de curado, o similar. Las resinas termoendurecibles también pueden ser aquellas en las que se mezcla un material de relleno o similar con el propósito de mejorar la resistencia al calor y las propiedades mecánicas.

10 No hay limitaciones particulares en el contenido en volumen ( $V_f$ ) de fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones y el material c preimpregnado con incisiones, que pueden elegirse según sea apropiado, pero para que el material a preimpregnado con incisiones presente suficientes propiedades mecánicas, se prefiere  $V_f =$  del 50 al 65 %, y para que el material c preimpregnado con incisiones muestre una fluidez suficiente, se prefiere  $V_f =$  del 40 al 60 %. Para el SMC o similar que constituye también el sustrato B de  
15 lámina, el  $V_f$  es preferiblemente tan bajo como sea posible cuando debe presentarse una fluidez suficiente, y un intervalo específico del mismo es preferiblemente  $V_f =$  del 30 al 50 %.

Con respecto a los métodos para producir el material a preimpregnado con incisiones y el material c preimpregnado con incisiones, es decir, un método de formación de una pluralidad de incisiones que dividen las  
20 fibras de refuerzo en un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina, pueden producirse mediante prensado de un material preimpregnado contra una cuchilla giratoria dotada de una cuchilla en su superficie, o pueden producirse mediante prensado de manera intermitente de un material preimpregnado usando una cuchilla Thomson, o pueden producirse usando un láser.

25 En la presente invención, en el material a preimpregnado con incisiones y en el material c preimpregnado con incisiones, se prefiere que sustancialmente todas las fibras de refuerzo en el material preimpregnado con incisiones estén divididas por incisiones. La expresión de que sustancialmente todas las fibras de refuerzo en el material preimpregnado con incisiones estén divididas por incisiones significa que las fibras continuas que  
30 representan el 95 % o más de las fibras de refuerzo (fibras continuas) antes de dividirse, se dividan mediante incisiones (lo mismo se aplica más adelante en el presente documento).

Como método para confirmar si sustancialmente todas las fibras de refuerzo en un material preimpregnado con incisiones están divididas o no mediante incisiones, dado que no es práctico confirmarlo midiendo toda el área del material preimpregnado con incisiones, se realiza la confirmación extrayendo una muestra de 10 mm de  
35 ancho como muestra representativa y considerando fibras de refuerzo que tienen una longitud de 100 mm o más como fibras continuas. En primer lugar, se corta desde una posición arbitraria una pequeña pieza de 10 mm por 10 mm de tamaño de una única capa de material preimpregnado con incisiones y luego se cura, y se pule una sección transversal de la misma perpendicular a la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, y se obtiene una imagen de la sección transversal. Luego, se binarizan porciones de fibra de refuerzo y porciones de resina  
40 mediante procesamiento de imágenes y se cuenta el número ( $N_1$ ) de las fibras de refuerzo incluidas en la sección transversal. A continuación, se corta el material preimpregnado con incisiones a un tamaño de 200 mm por 10 mm de tal manera que la longitud en la dirección de orientación de las fibras de refuerzo sea de 200 mm, y se cuece la resina a alta temperatura (un método de cocción). La temperatura para la cocción de la resina varía según el tipo de resina y, por ejemplo, es de 500 °C para una resina epoxídica. Luego, de las fibras de refuerzo  
45 restantes, se cuenta el número ( $N_2$ ) de fibras de refuerzo que tienen una longitud de 100 mm o más. Cuando  $N_2$  es el 5 % o menos de  $N_1$ , se considera que las fibras continuas en una cantidad del 95 % de las fibras continuas antes de dividirse, están divididas por incisiones.

Realizaciones preferidas de la presente invención 2 incluyen un método para producir un plástico reforzado con  
50 fibra, en el que cuando el sustrato C de lámina incluye dos materiales c preimpregnados con incisiones con sus direcciones de orientación de fibras de refuerzo que se cruzan perpendicularmente entre sí, en la etapa de colocación (C), se colocan dos o más sustratos C de lámina en el molde de tal manera que cualquiera de ellos se solape con uno o más de los otros sustratos C de lámina. Cuando el plástico reforzado con fibra que va a moldearse es relativamente grande, se prefiere colocar el sustrato C de lámina en un molde mientras se divide el  
55 sustrato de lámina a un tamaño menor de 0,5 m<sup>2</sup> de modo que pueda manipularse fácilmente manualmente, y cuando, en la etapa de colocación (C) de colocar una pluralidad de sustratos C de lámina, se colocan separados los sustratos C de lámina, y si se forma una línea de soldadura donde están en contacto entre sí los sustratos C de lámina que han fluido, existe el riesgo de que se reduzcan considerablemente las propiedades mecánicas en esa ubicación. Por tanto, cuando se colocan una pluralidad de sustratos C de lámina, se prefiere colocarlos solapándose al menos parcialmente y producir un plástico reforzado con fibra mientras se forma una región mixta  
60 de diferentes sustratos C de lámina. Cada uno de dos o más sustratos C de lámina se solapa con uno o más de otros sustratos C de lámina de tal manera que, cuando los sustratos C de lámina tienen forma de paralelogramo, cada uno de los sustratos C de lámina se coloca con un lado del mismo solapándose con otro sustrato C de lámina en de aproximadamente 10 a 50 mm. Además, cuando los sustratos C de lámina se colocan de manera  
65 solapante, los sustratos C de lámina incluyen preferiblemente dos materiales c preimpregnados con incisiones cuyas direcciones de orientación de las fibras de refuerzo se cruzan perpendicularmente entre sí para hacer que

una región mixta contenga fibras de refuerzo orientadas en múltiples direcciones para mejorar las propiedades mecánicas.

Realizaciones preferidas de la presente invención 2 incluyen una realización en la que la longitud promedio de las incisiones del material c preimpregnado con incisiones en el sustrato C de lámina es 1,5 o más veces la longitud promedio de las incisiones del material a preimpregnado con incisiones. En el plástico reforzado con fibra producido en la presente invención, los sustratos A de cinta desempeñan un papel de refuerzo, pero se prefiere que el sustrato C de lámina también tenga altas propiedades mecánicas en la medida de lo posible. Por tanto, en un método concebible, se hace que la fluidez del material c preimpregnado con incisiones sea mayor que la del material a preimpregnado con incisiones mientras que se hace que las longitudes de fibra del material a preimpregnado con incisiones y del material c preimpregnado con incisiones sean iguales o casi iguales. En este momento, incluso cuando el material a preimpregnado con incisiones satisface la condición 1 y el material c preimpregnado con incisiones satisface la condición 2, puede hacerse que el material c preimpregnado con incisiones tenga una mayor fluidez ajustando la longitud promedio de las incisiones conformadas en el material c preimpregnado con incisiones a 1,5 o más veces la longitud promedio de las incisiones conformadas en el material a preimpregnado con incisiones. Más preferiblemente, la longitud promedio de las incisiones conformadas en el material c preimpregnado con incisiones se ajusta a 2,0 o más veces la longitud promedio de las incisiones conformadas en el material a preimpregnado con incisiones. El límite superior de la longitud promedio de las incisiones conformadas en el material c preimpregnado con incisiones no está particularmente limitado, pero un límite superior práctico es 100 veces la longitud promedio de las incisiones conformadas en el material a preimpregnado con incisiones.

Realizaciones preferidas de la presente invención 2 incluyen una realización en la que cuando se extrae un círculo con un radio de 5 mm en una posición arbitraria en el plano del material c preimpregnado con incisiones, se incluyen 13 o más incisiones en el círculo. La expresión que dice que se incluye una incisión en el círculo se refiere a un estado en el que toda la incisión está incluida en el círculo. Para mejorar adicionalmente la fluidez del material c preimpregnado con incisiones, resulta eficaz acortar la longitud de fibra, pero dispersando las incisiones de manera más fina mientras se satisface la condición 2. Además de esto, es posible mejorar la fluidez mientras se mantiene la orientación de las fibras de refuerzo individuales durante el flujo sin deteriorar significativamente las propiedades mecánicas. Además, dispersando de manera fina las incisiones, pueden reducirse las aberturas de las incisiones individuales y también puede mejorarse la calidad de superficie del plástico reforzado con fibra resultante.

Realizaciones preferidas de la presente invención incluyen una realización en la que en el sustrato C de lámina, tal como se muestra en la figura 2, se conforman incisiones 1 (símbolo 3) e incisiones 2 (símbolo 4) en un material c preimpregnado con incisiones, y las incisiones 1 forman un ángulo  $\theta_1$  con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo, satisfaciendo el valor absoluto del ángulo  $\theta_1$ :  $0^\circ \leq \theta_1 < 10^\circ$ , y la longitud promedio  $x_{c1}$  de las incisiones satisface  $5 \text{ mm} \leq x_{c1} \leq 50 \text{ mm}$ , y las incisiones 2 forman un ángulo  $\theta_2$  con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo, satisfaciendo el valor absoluto del ángulo  $\theta_2$ :  $10^\circ < \theta_2 \leq 45^\circ$ , y la longitud promedio  $x_{c2}$  de las incisiones satisface  $0,5 \text{ mm} \leq x_{c2} < 5 \text{ mm}$ , y sustancialmente todas las fibras de refuerzo en el material c preimpregnado con incisiones están divididas por las incisiones 1 o las incisiones 2, y la longitud de las fibras de refuerzo divididas es de 0,1 a 15 mm. Existe la posibilidad de que la longitud de fibra sea menor de 0,1 mm en las proximidades de las intersecciones de las incisiones 1 y las incisiones 2, pero en la presente invención, la presencia de fibras de refuerzo de menos de 0,1 mm se considera insignificante cuando tales fibras representan menos del 5 % del volumen de todas las fibras de refuerzo contenidas en el material c preimpregnado con incisiones.

Con respecto al método para confirmar que la longitud de una fibra de refuerzo es de 0,1 a 15 mm, eso puede confirmarse usando una imagen fotografiada usando un microscopio digital o similar en cuanto a la longitud promedio de las fibras de refuerzo descrita anteriormente. Cuando las fibras de refuerzo están divididas sólo por las incisiones 1 o las incisiones 2, se mide la distancia L1 entre incisiones adyacentes a lo largo de la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, y en cuanto a las fibras de refuerzo divididas por las incisiones 1 y 2, se mide el valor L2 máximo de las longitudes de las fibras de refuerzo intercaladas entre las incisiones 1 y las incisiones 2. L1 y L2 se miden, cada una, en diez posiciones, y cuando L1 y L2 son de 15 mm o menos, se considera que la longitud de las fibras de refuerzo es de 0,1 a 15 mm.

Para mejorar la fluidez del material c preimpregnado con incisiones en el que se conforman incisiones 2 sin deterioro significativo de las propiedades mecánicas, resulta eficaz conformar incisiones 1 que tengan un ángulo infinitamente cercano a  $0^\circ$  con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo. En el material c preimpregnado con incisiones, cuanto menor es el ángulo  $\theta_1$ , menor es la disminución de las propiedades mecánicas del material preimpregnado antes de la conformación de las incisiones y, por tanto, se produce una pequeña disminución de las propiedades mecánicas del material c preimpregnado con incisiones que sólo tiene incisiones 2 conformadas y el número de incisiones conformadas puede aumentarse conformando las incisiones 1 en el material preimpregnado con incisiones en el que se han conformado las incisiones 2. El aumento del número de incisiones conformadas conduce a un aumento del número de sitios donde se deslizan las fibras de refuerzo que

se unen a través de las incisiones, de modo que se mejora la fluidez. Un intervalo particularmente preferible de  $x_{c1}$  es  $5 \text{ mm} \leq x_{c1} \leq 10 \text{ mm}$ . Aunque la incisión 1 es eficaz incluso si es una incisión paralela a las fibras de refuerzo, se prefiere particularmente que sea una incisión que divide las fibras de refuerzo, y se prefiere que  $1^\circ \leq \theta_1 < 10^\circ$ . Las incisiones 1 y las incisiones 2 pueden conformarse en etapas independientes para producir un material c preimpregnado con incisiones.

En una posible realización preferida de la presente invención, en la etapa de colocación (A), la razón del área total de la porción solapante con respecto al área total de la porción no solapante ("el área total de la porción solapante"/"el área total de la porción no solapante") es de 0,05 a 0,8. Si el área de la porción no solapante es excesivamente pequeña, las cargas que actúan sobre los sustratos A de cinta serán difíciles de transmitir, de modo que el efecto de refuerzo será débil. Por el contrario, si el área de la porción solapante es excesivamente grande, los sustratos A de cinta que tienen mayor rigidez que el sustrato B de lámina o el sustrato C de lámina pueden no adaptarse a una forma complicada y el plástico reforzado con fibra resultante puede quedar desdibujado. Por tanto, es importante colocar los sustratos A de cinta en el molde de tal manera que la proporción del área de la porción solapante con respecto al área de la porción no solapante sea apropiada. Otra razón preferible del área total de la porción solapante con respecto al área total de la porción no solapante es de 0,1 a 0,6.

Realizaciones preferidas de la presente invención incluyen una realización en la que los sustratos A de cinta se colocan de tal manera que, de los dos sustratos A de cinta que conforman la porción solapante al solaparse entre sí, la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante de un sustrato A de cinta difería de la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en la porción solapante del otro sustrato A de cinta y se cruzan ambas direcciones de fibra. Que, de los dos sustratos A de cinta, la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante de un sustrato A de cinta difería de la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante del otro sustrato A de cinta y se cruzan ambas direcciones de fibra significa el caso en el que en los dos materiales a preimpregnados con incisiones que conforman la porción solapante, de los ángulos formados por la dirección de fibra de las fibras de refuerzo de un material a preimpregnado con incisiones y la dirección de fibra de las fibras de refuerzo del otro material a preimpregnado con incisiones, el ángulo más pequeño es de  $5^\circ$  o más. Se prefiere que las direcciones de fibra de las fibras de refuerzo de los dos materiales a preimpregnados con incisiones que conforman la porción solapante sean diferentes entre sí porque esto conduce a una mayor fricción entre los materiales a preimpregnados con incisiones en la porción solapante y la posición de los sustratos A de cinta apenas se desplaza también durante el moldeo para dar una forma complicada.

Realizaciones preferidas de la presente invención incluyen una realización en la que el sustrato A de cinta incluye tres o más láminas del material a preimpregnado con incisiones, incluyendo un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas en la dirección longitudinal del sustrato A de cinta, un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a de  $40^\circ$  a  $50^\circ$  con respecto a la dirección longitudinal del sustrato A de cinta, y un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a de  $-40^\circ$  a  $-50^\circ$  con respecto a la dirección longitudinal del sustrato A de cinta. En particular, cuando se obtiene un producto moldeado que tiene un grosor relativamente pequeño tal como de 0,1 a 1 mm, se extruye el sustrato B de lámina o el sustrato C de lámina adyacente en la dirección del grosor del sustrato A de cinta y puede generarse una porción en la que la dirección del grosor se compone únicamente del sustrato A de cinta. Si todos los materiales a preimpregnados con incisiones incluidos en el sustrato A de cinta tienen la misma dirección de orientación de las fibras de refuerzo, se produce anisotropía de manera no deseada en la rigidez de tal porción. Por tanto, teniendo en cuenta la posibilidad de que se produzca una porción en la que la dirección del grosor se componga únicamente del sustrato A de cinta, se prefiere que el propio sustrato A de cinta tenga una rigidez aproximadamente isotrópica y, por tanto, incluya preferiblemente no sólo un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas en la dirección longitudinal sino también al menos un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a de  $40^\circ$  a  $50^\circ$  con respecto a la dirección longitudinal y un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a de  $-40^\circ$  a  $-50^\circ$  con respecto a la dirección longitudinal del sustrato A de cinta. En particular, se prefiere que se incluyan materiales a preimpregnados con incisiones orientados a  $+45^\circ$  y  $-45^\circ$  con respecto a la dirección longitudinal del sustrato A de cinta. Además, para hacer que la rigidez del sustrato A de cinta sea casi isotrópica, puede incluir un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a  $90^\circ$  con respecto a la dirección longitudinal. El orden de laminación de los materiales a preimpregnados con incisiones no está particularmente limitado.

## Ejemplos

Más adelante en el presente documento, la presente invención se describirá más específicamente a modo de ejemplos, pero la presente invención no se limita a las invenciones descritas en los ejemplos. En los siguientes ejemplos, se produjeron los sustratos A de cinta, los sustratos B de lámina y los sustratos C de lámina usando la

lámina de material preimpregnado "TORAYCA (marca registrada)" P3052S-15 (fibra de refuerzo: T700S, resina termoendurecible: 2500, contenido volumétrico de fibra de refuerzo: 58 %) (más adelante en el presente documento, denominado simplemente "material preimpregnado" significa esta lámina de material preimpregnado) como base, y luego se llevaron a cabo la evaluación 1 de capacidad de moldeo, la evaluación de rigidez y la evaluación 2 de capacidad de moldeo, que se describen a continuación. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 1.

#### Evaluación 1 de capacidad de moldeo

Usando un molde de doble cara, se produjo un plástico reforzado con fibra que tenía la forma que se muestra en la figura 3(a). En la etapa de colocación (A) de colocar los sustratos A de cinta en el molde, se cortaron sustratos A de cinta con una anchura de 30 mm, a un tamaño tan grande como sobresalían del molde, y luego se colocaron aquellos que iban a colocarse con los sustratos A de cinta cortándose entre sí y aquellos paralelos a los lados opuestos de un plástico reforzado con fibra, en el molde inferior calentado a 140 °C de antemano de tal manera que se conformasen una porción solapante en la que se solapasen los sustratos A de cinta y una porción no solapante en la que no se solapasen los sustratos A de cinta, tal como se muestra en la figura 3(b).

La razón del total del área de la porción solapante con respecto al total del área de las porciones no solapantes satisfizo de 0,05 a 0,8. De los dos sustratos A de cinta que conforman la porción solapante mediante solapamiento entre sí, la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante de un sustrato A de cinta difería de la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante del otro sustrato A de cinta, y se cruzan ambas direcciones de fibra.

Además, se cortó un sustrato B de lámina o un sustrato C de lámina con un grosor de aproximadamente 1 mm a un tamaño de 200 mm por 200 mm y se colocó en el molde. Luego, se colocó el molde superior calentado a 140 °C de antemano, y se aplicó presión a una presión de 6 MPa contra el área de 200 mm por 200 mm usando una máquina de prensado, y después de mantenerlo durante 30 minutos, se desprendió el producto del molde y, así, se obtuvo un plástico reforzado con fibra. Se evaluó la calidad del plástico reforzado con fibra obtenido según los siguientes criterios de cuatro fases. Se colocó un plástico reforzado con fibra sobre una mesa plana, y si había una porción en la que se elevaba el borde 1 mm o más, se consideraba que se había producido alabeo, y si había un escalón que podía detectarse fácilmente al tocarlo con la mano, se consideraba que se habían producido irregularidades.

- A: No hubo ni alabeo ni irregularidades y se obtuvo una buena calidad de superficie.
- B: Se produjo alabeo, pero no hubo irregularidades y la calidad de superficie era buena.
- C: Se generan irregularidades entre un sustrato A de cinta y el sustrato B de lámina o el sustrato C de lámina.
- D: Se observa una falta de resina resultante del estado en el que un sustrato no está en contacto con un molde.

#### Evaluación de rigidez

Para un plástico reforzado con fibra con una evaluación 1 de capacidad de moldeo de A o B entre los plásticos reforzados con fibra obtenidos en la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se evaluó la rigidez del mismo mediante prensado del centro del plástico reforzado con fibra a una velocidad de 1 mm/ min con un indentador de hierro con una punta semiesférica de 30 mm de diámetro usando un aparato para ensayos mecánicos, tal como se muestra en la figura 3(c). En el método de evaluación, se obtuvo  $E = 40/(h^3 \times (s_2 - s_1))$  como índice de evaluación usando un desplazamiento  $s_1$  en el que la fuerza de ensayo fue de 40 N, un desplazamiento  $s_2$  en el que la fuerza de ensayo fue de 80 N y un grosor  $h$  (mm) inmediatamente por debajo del indentador del plástico reforzado con fibra.

#### Evaluación 2 de capacidad de moldeo

Usando un molde de doble cara, se produjo un plástico reforzado con fibra que tenía la forma que se muestra en la figura 4(a). Con el molde de doble cara usado, puede conformarse una nervadura cruciforme de 1,8 mm de grosor y una altura de hasta 45 mm. En la etapa de colocación (A) de colocar los sustratos A de cinta en el molde, se cortaron sustratos A de cinta con una anchura de 10 mm a un tamaño tan grande que sobresalían del molde, y luego se colocaron los sustratos A de cinta de tal manera que para cruzasen entre sí, tal como se muestra en la figura 4(b) y se colocaron en el molde inferior calentado a 140 °C de antemano de tal manera que se conformasen una porción solapante en la que se solapasen los sustratos A de cinta y una porción no solapante en la que no se solapasen los sustratos A de cinta. Además, se cortó un sustrato B de lámina o un sustrato C de lámina con un grosor de aproximadamente 3 mm, a un tamaño de 100 mm por 100 mm y se colocó en el molde. Luego, se colocó el molde superior calentado a 140 °C de antemano, y se aplicó presión a una presión de 6 MPa contra el área de 100 mm por 100 mm usando una máquina de prensado, y después de mantenerlo durante 20 minutos, se desprendió el producto del molde y, así, se obtuvo un plástico reforzado con

fibra. Se evaluó la altura de la porción central de nervadura (el área con el símbolo 5) obtenida según los siguientes criterios de cinco fases.

S: La nervadura que contenía fibras de carbono tenía una altura de 40 mm o más.

5 A: La nervadura que contenía fibras de carbono tenía una altura de 30 mm o más y menos de 40 mm.

B: La nervadura que contenía fibras de carbono tenía una altura de 20 mm o más y menos de 30 mm.

C: La nervadura que contenía fibras de carbono tenía una altura de 10 mm o más y menos de 20 mm.

D: La nervadura que contenía fibras de carbono tenía una altura menor de 10 mm.

10 Ejemplo 1

El sustrato A de cinta era un sustrato en el que se laminaron tres capas del material a preimpregnado con incisiones en  $[+45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}]$  donde la dirección longitudinal del sustrato de cinta se tomó como  $0^{\circ}$ . Se produjeron materiales a preimpregnados con incisiones conformando incisiones en materiales preimpregnados usando una  
15 cuchilla de tal manera que las incisiones tuvieran una longitud de 1 mm, las incisiones formasen un ángulo de  $14^{\circ}$  con respecto a la dirección longitudinal de los sustratos A de cinta, y la longitud promedio de todas las fibras de refuerzo era de 25 mm. La longitud promedio  $x_a$  de las incisiones era de 1 mm, la longitud promedio  $y_a$  de las fibras de refuerzo divididas por la incisión era de 25 mm, y  $x_a$  y  $y_a$  satisficieron la condición 1 de  $y_a > 6,0x_a + 10$ . Se midió que el número de fibras continuas en el material a preimpregnado con incisiones era de 0 (cero) usando  
20 el método de cocción descrito anteriormente, de modo que se confirmó que sustancialmente todas las fibras de refuerzo estaban divididas por incisiones.

Como sustrato B de lámina, se usó un SMC producido cortando hilos cortados que tenían una longitud en la dirección longitudinal de 25 mm y una anchura de 5 mm de un material preimpregnado, calentándolos a  $70^{\circ}\text{C}$  en  
25 un molde y sometiéndolos a succión a vacío. El grosor era de 1 mm.

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se colocó un sustrato B de lámina en la etapa de colocación (B). Aunque el plástico reforzado con fibra resultante presentaba un ligero alabeo, no hubo ningún fallo perceptible en el moldeo. En la evaluación de rigidez, E era de 14. En la etapa de colocación (B) de la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se laminaron tres sustratos B de lámina y se mantuvo una nervadura de 21 mm en el plástico reforzado con fibra.  
30

Ejemplo 2

Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se usó el sustrato C de lámina en lugar del sustrato B de lámina. Se ajustó el sustrato C de lámina a 0,9 mm de grosor laminando materiales c preimpregnados con incisiones en una estructura de laminación de  $[0/90]_3$ . Se produjeron materiales c preimpregnados con incisiones conformando incisiones en materiales preimpregnados usando una  
40 cuchilla de tal manera que las incisiones tuvieran una longitud promedio de 1 mm, las incisiones formasen un ángulo de  $14^{\circ}$  con respecto a la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, y la longitud promedio de todas las fibras de refuerzo era de 12,5 mm. La longitud promedio  $x_c$  de las incisiones era de 1 mm, la longitud promedio  $y_c$  de las fibras de refuerzo divididas por la incisión era de 12,5 mm, y  $x_c$  e  $y_c$  satisficieron la condición 2 de  $y_c \leq 6,0x_c + 10$ . Además, cuando se extrajo un círculo con un radio de 5 mm en una posición arbitraria en el plano del material c preimpregnado con incisiones, se incluyeron 13 o más incisiones en el círculo. Se midió que el número de fibras continuas en el material c preimpregnado con incisiones era de 0 (cero) usando el método de cocción descrito anteriormente, de modo que se confirmó que sustancialmente todas las fibras de refuerzo estaban divididas por incisiones.  
45

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se colocó un sustrato C de lámina en la etapa de colocación (C). El plástico reforzado con fibra resultante estaba libre de alabeo e irregularidades y no hubo ningún fallo perceptible en el moldeo. Además, el desorden en la orientación de las fibras de refuerzo y las aberturas de las incisiones también eran pequeños. En la evaluación de rigidez, E era mayor que el del ejemplo 1. En la etapa de colocación (C) de la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se laminaron tres sustratos C de lámina y se mantuvo una nervadura de 35 mm en el plástico reforzado con fibra.  
50

55 Ejemplo 3

Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2, excepto que se intercambiaron los materiales c preimpregnados con incisiones por materiales c preimpregnados con incisiones producidos conformando incisiones en los materiales preimpregnados usando una cuchilla de tal manera que las incisiones tuvieran una longitud de 3 mm, las incisiones formasen un ángulo de  $14^{\circ}$  con respecto a la dirección de orientación de las fibras de refuerzo, y la longitud promedio de todas las fibras de refuerzo fuese de 25 mm. La longitud promedio  $x_c$  de las incisiones era de 3 mm, la longitud promedio  $y_c$  de las fibras de refuerzo divididas por la incisión era de 25 mm, y  $x_c$  e  $y_c$  satisficieron la condición 2 de  $y_c \leq 6,0x_c + 10$ .  $x_c$  era 1,5 o más veces la longitud promedio de las incisiones del material a preimpregnado con incisiones.  
60  
65

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, el plástico reforzado con fibra resultante estaba libre de alabeo e irregularidades y no hubo ningún fallo perceptible en el moldeo. El desorden en la orientación de las fibras de refuerzo y las aberturas de las incisiones parecían ser mayores que los del ejemplo 2, pero en la evaluación de rigidez, E era ligeramente mayor que el del ejemplo 2. En la etapa de colocación (C) de la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se laminaron tres sustratos C de lámina y se mantuvo una nervadura de 25 mm en el plástico reforzado con fibra.

Ejemplo 4

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se colocaron cuatro sustratos C de lámina de 100 mm por 100 mm de tamaño de tal manera que se solapasen los extremos 10 mm en la etapa de colocación (C), y se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2. No se realizó la evaluación 2 de capacidad de moldeo.

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, las juntas eran lisas y se logró una unión sin irregularidades. La rigidez también era equivalente a la del ejemplo 2.

Ejemplo 5

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se prepararon cuatro sustratos C de lámina de 100 mm por 100 mm de tamaño como en el ejemplo 4, pero se colocaron de tal manera que sus extremos no se solapasen en la etapa de colocación (C), y se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2. No se realizó la evaluación 2 de capacidad de moldeo.

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, las juntas eran lisas y se logró la unión sin irregularidades, pero creció una ligera grieta cuando se sometió a empuje la muestra con un indentador.

Ejemplo 6

Aunque el material c preimpregnado con incisiones usado en el ejemplo 2 tenía incisiones 2 que formaban un ángulo  $\theta_2$  con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo, satisfaciendo el valor absoluto del ángulo  $\theta_2$ :  $10^\circ < \theta_2 \leq 45^\circ$ , y que tenían una longitud de incisión  $x_{c2}$  que satisfacía  $0,5 \text{ mm} \leq x_{c2} < 5 \text{ mm}$ , incisiones 1 que formaban un ángulo  $\theta_1$  de  $2^\circ$  con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo, satisfaciendo el ángulo  $\theta_1$ :  $0^\circ \leq \theta_1 < 10^\circ$ , y que tenían una longitud de incisión promedio  $x_{c1}$  de 20 mm y que satisfacía  $5 \text{ mm} \leq x_{c1} \leq 50 \text{ mm}$  y que estaban dispuestas a intervalos de 25 mm con respecto a la dirección de fibra de las fibras de refuerzo, se conformaron además en un material c preimpregnado con incisiones usando una cuchilla de tal manera que el 50 % de las fibras de refuerzo contenidas en el material c preimpregnado con incisiones estaban divididas por las incisiones 1. La longitud promedio de las fibras de refuerzo contenidas en el material c preimpregnado con incisiones recién producido satisfizo de 0,1 y 15 mm. Se midió que el número de fibras continuas en el material c preimpregnado con incisiones era de 0 (cero) usando el método de cocción descrito anteriormente, de modo que se confirmó que sustancialmente todas las fibras de refuerzo estaban divididas por incisiones. Se realizó la evaluación de la misma manera que en el ejemplo 2 usando este material c preimpregnado con incisiones.

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, aunque se observaron más ondulaciones de las fibras de refuerzo que en el ejemplo 2, se logró el moldeo sin alabeo ni irregularidades. La evaluación de rigidez proporcionó resultados equivalentes a los del ejemplo 2. En la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se conformó una nervadura que era 42 mm más alta que la del ejemplo 2.

Ejemplo 7

Se preparó un material c preimpregnado con incisiones proporcionando un material preimpregnado con incisiones muy finas que tenían una longitud de incisión de 1 mm, una longitud de fibra de 2 mm y un ángulo de  $60^\circ$  con respecto a la dirección de la fibra de las fibras de refuerzo. La longitud promedio  $x_c$  de las incisiones era de 1 mm, la longitud promedio  $y_c$  de las fibras de refuerzo divididas por la incisión era de 2 mm, y estas satisficieron la condición 2 de  $y_c \leq 6,0x_c + 10$ . Además, cuando se extrajo un círculo con un radio de 5 mm en una posición arbitraria en el plano del material c preimpregnado con incisiones, se incluyeron 13 o más incisiones en el círculo. Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se cambió el material c preimpregnado con incisiones.

En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se observó una calidad superficial con orientación mantenida hasta cierto punto aunque las fibras de refuerzo eran cortas, pero había más desorden de las fibras de refuerzo que en el ejemplo 2. La evaluación de rigidez proporcionó valores más bajos que en el ejemplo 2. En la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se mostró una alta fluidez y se conformó una nervadura de hasta 45 mm, que era más alta que en los otros ejemplos.

Ejemplo 8

5 Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2 excepto que se cambió la estructura de laminación del sustrato A de cinta a [0]<sub>3</sub>.

10 En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, no hubo ningún fallo perceptible en el moldeo pero sí se observó alabeo. Aunque no se encontró ninguna porción conformada únicamente por el sustrato A de cinta en la dirección del grosor, dado que las fibras de refuerzo estaban orientadas unidireccionalmente en el sustrato A de cinta, se imaginó fácilmente que la anisotropía era localmente fuerte. En la evaluación de rigidez, se mostró una alta rigidez. En la evaluación 2 de capacidad de moldeo se confirmó la altura de la nervadura equivalente a la del ejemplo 2.

Ejemplo comparativo 1

15 Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que no se realizó la etapa de colocación (A) de colocar los sustratos A de cinta.

20 En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, pudo realizarse el moldeo sin provocar defectos perceptibles aunque se observó cierto alabeo. En la evaluación de rigidez, se deterioró la rigidez más que en el ejemplo 1. En la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se obtuvo una altura de nervadura equivalente a la del ejemplo 1.

Ejemplo comparativo 2

25 Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se usaron materiales preimpregnados sin incisiones para los sustratos A de cinta.

30 En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se estiraron los sustratos A de cinta que no se adaptaban a las irregularidades finas y se observó falta de resina en algunos lugares. No se realizó la evaluación 2 de capacidad de moldeo.

Ejemplo comparativo 3

35 Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2 excepto que no se realizó la etapa de colocación (A) de colocar los sustratos A de cinta.

40 En la evaluación 1 de capacidad de moldeo, pudo realizarse el moldeo sin provocar alabeo ni defectos perceptibles. En la evaluación de rigidez, se deterioró la rigidez mucho más que en el ejemplo 2. No se realizó la evaluación 2 de capacidad de moldeo.

Ejemplo comparativo 4

45 Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2, excepto que se usaron los materiales a preimpregnados con incisiones usados para el sustrato A de cinta como los materiales c preimpregnados con incisiones para constituir el sustrato C de lámina.

50 Aunque no se observó falta de resina en la evaluación 1 de capacidad de moldeo, se generaron algunas irregularidades en el límite entre el sustrato A de cinta y el sustrato C de lámina. En la evaluación 2 de capacidad de moldeo, se conformó una nervadura de 11 mm.

Ejemplo comparativo 5

55 Se produjo un plástico reforzado con fibra de la misma manera que en el ejemplo 2, excepto que no se usaron sustratos A de cinta y se usaron materiales preimpregnados con incisiones que no tenían incisiones como los materiales c preimpregnados con incisiones para constituir un sustrato C de lámina.

60 En la evaluación 1 de capacidad de moldeo se observó falta de resina en algunos lugares. En la evaluación 2 de capacidad de moldeo, la nervadura no contenía fibras de carbono y se escurrió la resina.

Tabla 1

Ejemplos	Evaluación 1 de capacidad de moldeo	Evaluación de rigidez	Evaluación 2 de capacidad de moldeo
Ejemplo 1	B	14	B
Ejemplo 2	A	19	A
Ejemplo 3	A	22	B
Ejemplo 4	A	19	-
Ejemplo 5	A	17	-
Ejemplo 6	A	19	S
Ejemplo 7	A	16	S
Ejemplo 8	B	28	A
Ejemplo comparativo 1	B	9	B
Ejemplo comparativo 2	D	-	-
Ejemplo comparativo 3	A	12	-
Ejemplo comparativo 4	C	-	C
Ejemplo comparativo 5	D	-	D

**Descripción de símbolos de referencia**

- 5 1: Sustrato A de cinta
- 2: Sustrato B de lámina
- 3: Incisión 1
- 10 4: Incisión 2
- 5: Porción central de nervadura

15

REIVINDICACIONES

1. Método para producir un plástico reforzado con fibra usando un sustrato (1) A de cinta y un sustrato (2) B de lámina,

5 siendo el sustrato (1) A de cinta un sustrato en forma de cinta que incluye una o más láminas de material a preimpregnado con incisiones,

10 siendo el material a preimpregnado con incisiones un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y que satisface la siguiente condición 1,

15 siendo el sustrato (2) B de lámina un sustrato que incluye fibras de refuerzo orientadas aleatoriamente y una resina, y

comprendiendo el método para producir un plástico reforzado con fibra:

20 una etapa de colocación (A) de colocar una pluralidad de sustratos (1) A de cinta en un molde de tal manera que cada uno de los sustratos (1) A de cinta conforme una porción solapante en la que el sustrato (1) A de cinta se solapa con una o más de otros sustratos (1) A de cinta y una porción no solapante en la que el sustrato (1) A de cinta no se solapa con ningún otro sustrato (1) A de cinta;

una etapa de colocación (B) de colocar un sustrato (2) B de lámina; y

25 una etapa de moldeo de calentar y prensar los sustratos (1) A de cinta y el sustrato (2) B de lámina colocados,

Condición 1

30 la longitud promedio  $x_a$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_a$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_a > 6,0x_a + 10$ .

2. Método para producir un plástico reforzado con fibra usando un sustrato (1) A de cinta y un sustrato C de lámina,

35 siendo el sustrato (1) A de cinta un sustrato en forma de cinta que incluye una o más láminas de material a preimpregnado con incisiones,

40 siendo el material a preimpregnado con incisiones un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y que satisface la siguiente condición 1,

45 siendo el sustrato C de lámina un sustrato que incluye una o más láminas de material c preimpregnado con incisiones,

50 siendo el material c preimpregnado con incisiones un material preimpregnado que incluye fibras de refuerzo orientadas unidireccionalmente y una resina y que tiene una pluralidad de incisiones que dividen las fibras de refuerzo conformadas en el material preimpregnado, y que satisface la siguiente condición 2, y

comprendiendo el método para producir un plástico reforzado con fibra:

55 una etapa de colocación (A) de colocar una pluralidad de sustratos (1) A de cinta en un molde de tal manera que cada uno de los sustratos (1) A de cinta conforme una porción solapante en la que el sustrato (1) A de cinta se solapa con uno o más de otros sustratos (1) A de cinta y una porción no solapante en la que el sustrato (1) A de cinta no se solapa con ningún otro sustrato (1) A de cinta;

una etapa de colocación (C) de colocar un sustrato C de lámina; y

60 una etapa de moldeo de calentar y prensar los sustratos (1) A de cinta y el sustrato C de lámina colocados,

Condición 1

65 la longitud promedio  $x_a$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_a$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_a > 6,0x_a + 10$ .

Condición 2

la longitud promedio  $x_c$  (mm) de las incisiones y la longitud promedio  $y_c$  (mm) de las fibras de refuerzo divididas por las incisiones satisfacen  $y_c \leq 6,0x_c + 10$ .

5 3. Método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 2, en el que el sustrato C de lámina incluye dos materiales c preimpregnados con incisiones con sus direcciones de orientación de fibras de refuerzo que se cruzan perpendicularmente entre sí, y

10 en la etapa de colocación (C), se colocan dos o más sustratos C de lámina en el molde de tal manera que cualquiera de ellos se solape con uno o más de los otros sustratos C de lámina.

15 4. Método para producir un plástico reforzado con fibra según la reivindicación 2 ó 3, en el que la longitud promedio de las incisiones de los materiales c preimpregnados con incisiones es 1,5 veces o más la longitud promedio de las incisiones de los materiales a preimpregnados con incisiones.

5 5. Método para producir un plástico reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que cuando se extrae un círculo con un radio de 5 mm ubicado en una posición arbitraria en un plano de los materiales c preimpregnados con incisiones, se incluyen 13 o más incisiones en el círculo.

20 6. Método para producir un plástico reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que

las incisiones (3) 1 y las incisiones (4) 2 se conforman en el material c preimpregnado con incisiones,

25 con las incisiones (3) 1, el valor absoluto de un ángulo  $\theta_1$  formado con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo satisface  $0^\circ \leq \theta_1 < 10^\circ$ , y la longitud promedio  $x_{c1}$  de las incisiones satisface  $5 \text{ mm} \leq x_{c1} \leq 50 \text{ mm}$ ,

30 con las incisiones (4) 2, el valor absoluto de un ángulo  $\theta_2$  formado con la dirección de fibra de las fibras de refuerzo satisface  $10^\circ < \theta_2 \leq 45^\circ$ , y la longitud promedio  $x_{c2}$  de las incisiones satisface  $0,5 \text{ mm} \leq x_{c2} < 5 \text{ mm}$ ,

sustancialmente todas las fibras de refuerzo contenidas en el material c preimpregnado con incisiones están divididas por las incisiones (3) 1 o las incisiones (4) 2, y la longitud de las fibras reforzadas divididas es de 0,1 a 15 mm.

35 7. Método para producir un plástico reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que en la etapa de colocación (A), la razón del total del área de la porción solapante con relación al total del área de la porción no solapante es de 0,05 a 0,8.

40 8. Método para producir un plástico reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que de los dos sustratos (1) A de cinta que conforman la porción solapante mediante solapamiento entre sí, la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante de un sustrato (1) A de cinta difiere de la dirección de fibra de las fibras de refuerzo en el material a preimpregnado con incisiones ubicado en el lado de la porción solapante del otro sustrato (1) A de cinta, y se cruzan ambas direcciones de fibra.

45 9. Método para producir un plástico reforzado con fibra según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el sustrato (1) A de cinta incluye tres o más láminas del material a preimpregnado con incisiones,

50 incluyendo un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas en una dirección longitudinal del sustrato (1) A de cinta, un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a de 40 a 50° con respecto a la dirección longitudinal del sustrato (1) A de cinta, y un material a preimpregnado con incisiones en el que las fibras de refuerzo están orientadas a de -40 a -50° con respecto a la dirección longitudinal del sustrato (1) A de cinta.

55

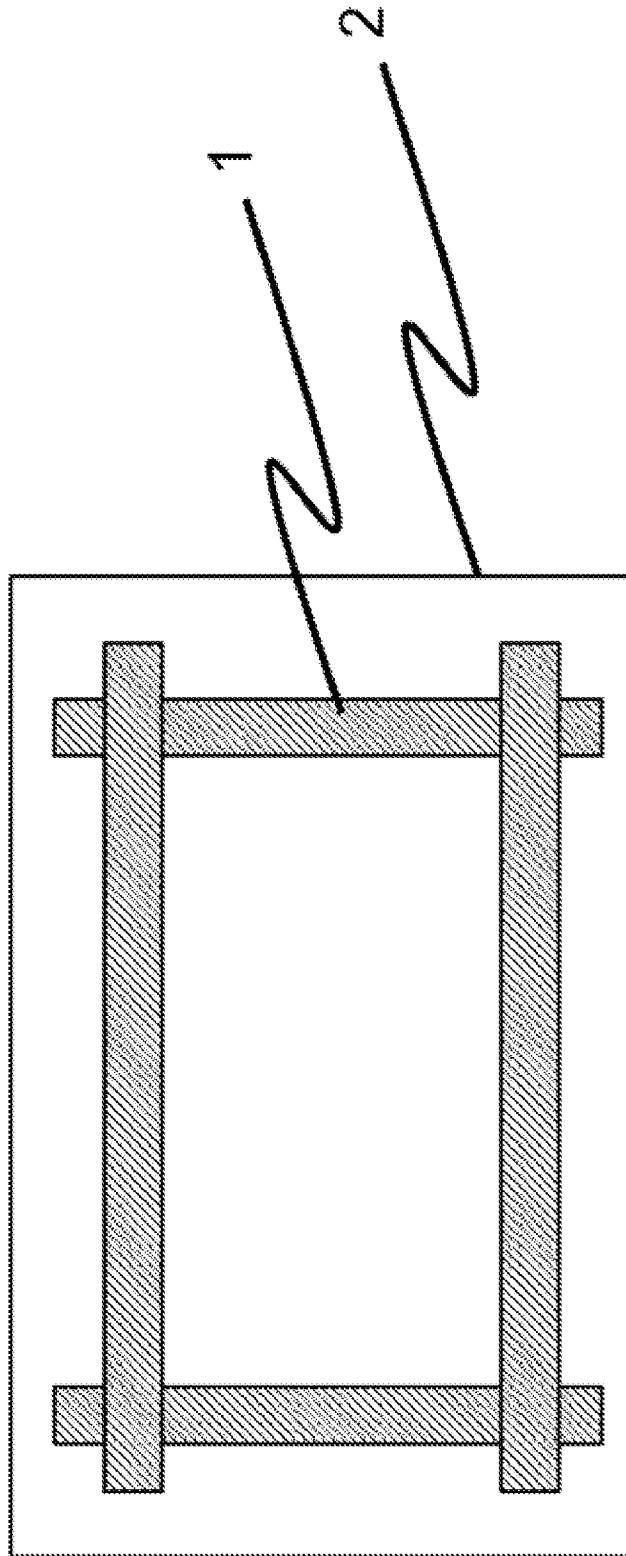


Figura 1

Figure 2

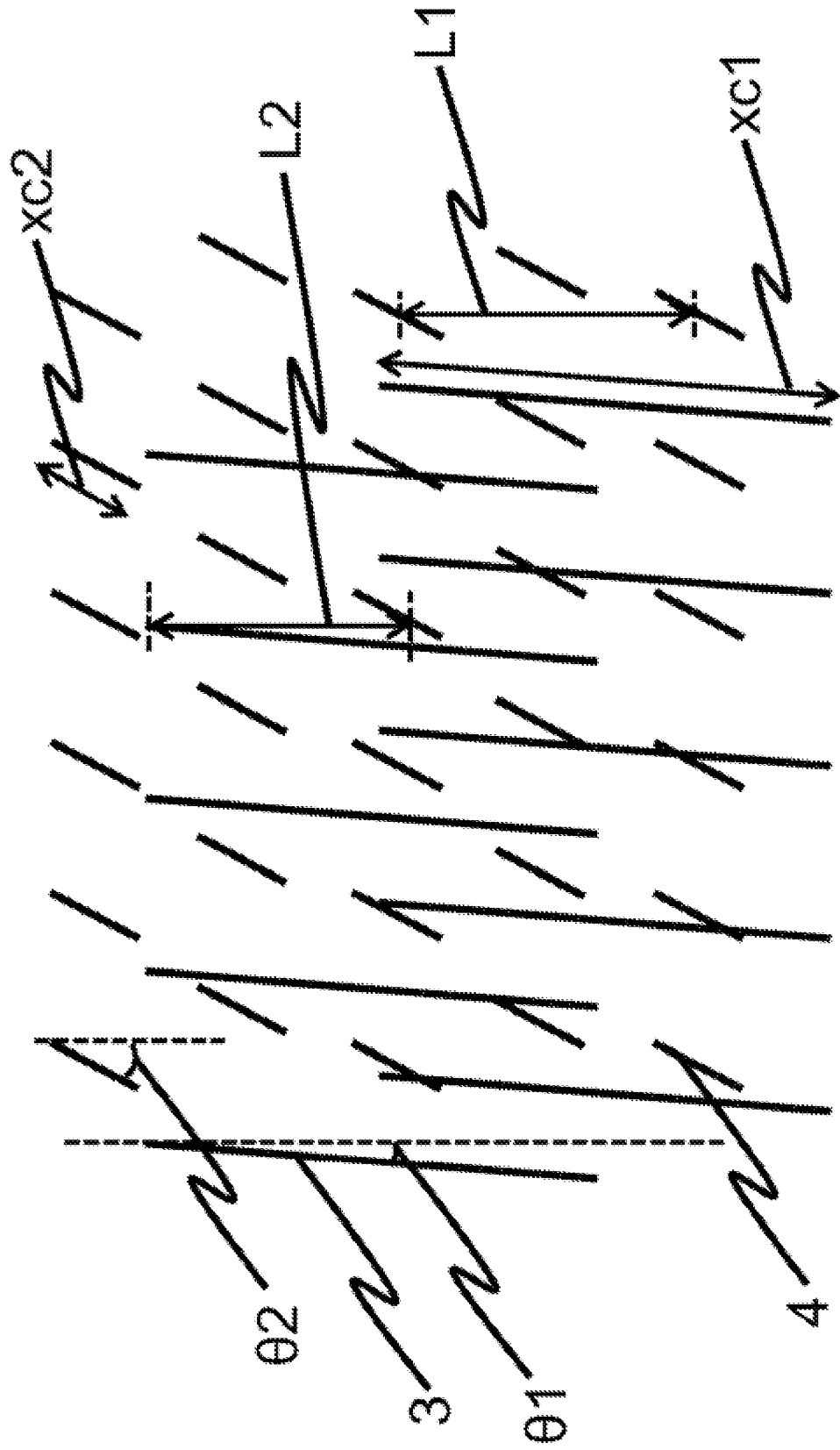


Figura 3

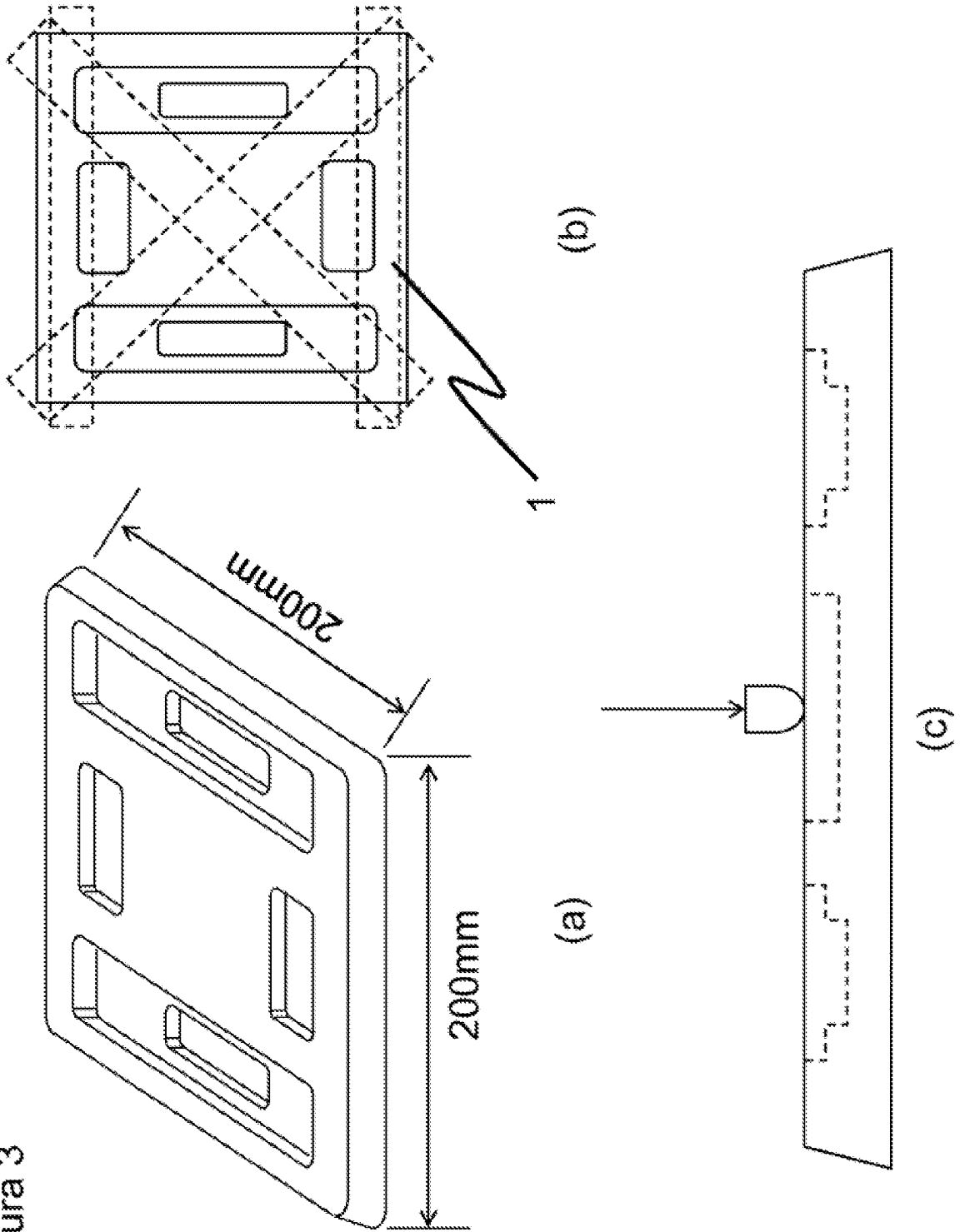
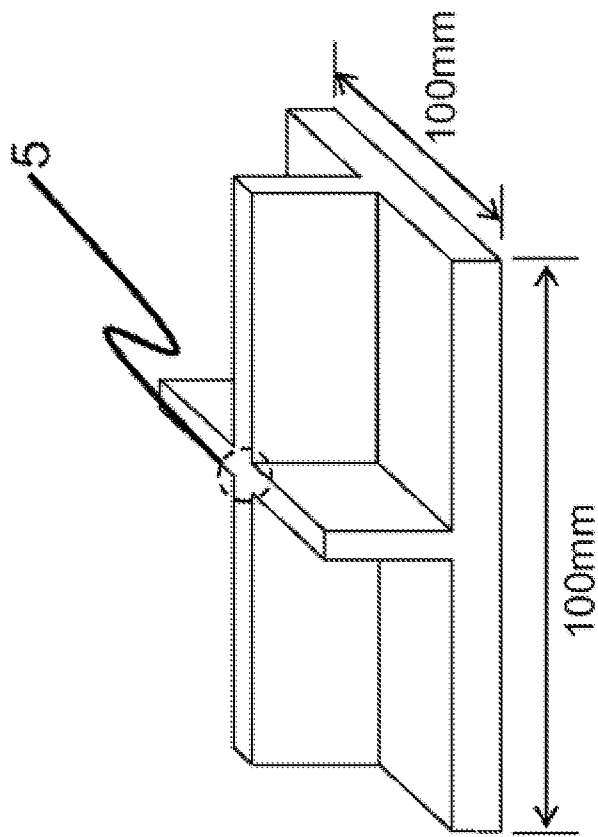
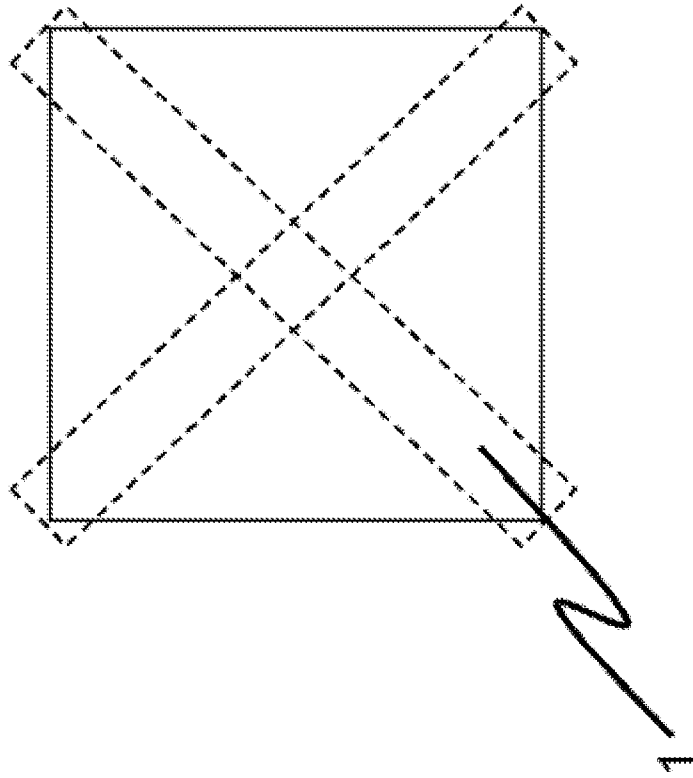


Figura 4



(a)



(b)