

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 958 957**

51 Int. Cl.:

B29B 11/16 (2006.01)

B29B 15/12 (2006.01)

B29K 101/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2019 PCT/JP2019/032496**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2020 WO20040154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2019 E 19852720 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2023 EP 3842202**

54 Título: **Método de producción para material preimpregnado, cinta de material preimpregnado y material compuesto reforzado con fibra, y dispositivo de producción de material preimpregnado**

30 Prioridad:

22.08.2018 JP 2018155066

22.08.2018 JP 2018155077

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

16.02.2024

73 Titular/es:

TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)

**1-1, Nihonbashi-muromachi, 2-chome, Chuo-ku
Tokyo 103-8666, JP**

72 Inventor/es:

**OCHI, TAKASHI;
KONO, YOSHIKAZU;
NISHINO, SO;
AOKI, JUNICHI;
MINOURA, KIYOSHI y
SUZUKI, TAMOTSU**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 958 957 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 de producción para material preimpregnado, cinta de material preimpregnado y material compuesto reforzado con fibra, y dispositivo de producción de material preimpregnado

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a: métodos de producción de un material preimpregnado, una cinta de material preimpregnado y un material compuesto reforzado con fibra, y a un aparato de producción de material preimpregnado; y particularmente se refiere a un método y a un aparato para impregnar una lámina de fibras de refuerzo con una resina de matriz de manera uniforme.

10

Antecedentes de la técnica

Los materiales compuestos reforzados con fibra (FRP) en los que una resina de matriz que contiene una resina termoplástica o una resina termoendurecible se refuerza con una fibra de refuerzo se usan en diversos campos tales como materiales aeroespaciales, materiales para automóviles, materiales industriales, recipientes de presión, materiales de construcción, alojamientos, aplicaciones médicas y aplicaciones deportivas. Los materiales reforzados con fibras de carbono (CFRP) se usan ampliamente y de manera adecuada, particularmente en casos en los que se requiere una alta propiedad mecánica y ligereza. Por otro lado, en casos en los que el coste tiene prioridad con respecto a una propiedad mecánica y ligereza, se usan materiales compuestos reforzados con fibra de vidrio (GFRP). FRP se obtiene impregnando un haz de fibras de refuerzo con una resina de matriz para obtener un material de base intermedio, que se lamina y se conforma, y se somete a curado térmico adicional si se usa una resina termoendurecible, entonces se producen elementos compuestos por FRP. En las aplicaciones anteriormente mencionadas, con frecuencia se usan objetos planos u objetos formados plegando objetos planos, y objetos de tipo lámina bidimensional se usan más ampliamente como materiales de base intermedios de FRP que tiras unidimensionales y objetos de tipo mecha, desde el punto de vista de la eficiencia de laminación y la capacidad de moldeo logradas en la producción de tales elementos.

15

20

25

Además, un intento por potenciar la eficiencia de producción para elementos compuestos por FRP ha fomentado recientemente la mecanización y automatización de la laminación de materiales de base intermedios de tipo lámina, y, en este caso, se usan de manera adecuada materiales de base intermedios de tipo cinta estrecha. Los materiales de base intermedios de tipo cinta estrecha pueden obtenerse cortando longitudinalmente materiales de base intermedios de tipo lámina ancha para dar cintas que tienen una anchura deseada o impregnando una lámina de fibras de refuerzo estrecha directamente con resinas de matriz.

30

35

Como materiales de base intermedios de tipo lámina bidimensional, se usan ampliamente materiales preimpregnados obtenidos impregnando láminas de fibras de refuerzo con resinas de matriz. Los ejemplos de láminas de fibras de refuerzo usadas para materiales preimpregnados incluyen materiales de base UD obtenidos en forma de tipo lámina disponiendo fibras de refuerzo unidireccionalmente y materiales textiles de fibras de refuerzo que son materiales textiles tejidos obtenidos disponiendo fibras de refuerzo de manera multidireccional. Los materiales de base UD se usan con frecuencia particularmente en casos en los que la propiedad mecánica resulta prioritaria.

40

45

Un procedimiento de fusión en caliente, que es uno de los métodos de producción de materiales preimpregnados, es un método en el que se funde una resina de matriz y después se aplica sobre láminas desprendibles, se produce una estructura laminada en la que una lámina de fibras de refuerzo está intercalada entre las láminas de resina de matriz en el lado superior y el lado inferior de la lámina de fibras de refuerzo, y después se impregna el interior de la lámina de fibras de refuerzo con la resina de matriz mediante calor y presión. Existe un problema ya que este método tiene muchas etapas, no puede aumentar la velocidad de producción, y resulta costoso.

50

Para una impregnación más eficiente, por ejemplo, el documento de patente 1 ha realizado una propuesta. Se trata de un método en el que se funde fibra de vidrio y se hila, y se deja que el material hilado resultante agrupado en forma de tira o en forma de mecha pase a través de un recipiente de líquido lleno con una resina termoplástica y que tiene un trayecto de flujo cónico.

55

Como otro ejemplo, el documento de patente 2 describe un método en el que se forma una película de recubrimiento en ambas caras de un objeto de tipo lámina de manera simultánea, pero se trata de un método en el que se deja que un objeto de tipo lámina pase a través de una guía de banda y se recubre usando una rasqueta de tipo tubo con el fin de evitar la fluctuación del objeto de tipo lámina en la formación de la película de recubrimiento.

60

Como método de producción de material preimpregnado de tipo tira que usa una resina termoplástica, se conoce un método de pultrusión de tipo horizontal en el que un haz de fibras de refuerzo de tipo tira se transporta en la dirección horizontal (dirección longitudinal) y se deja que pase a través de una hilera, en el que al haz de fibras

65

de refuerzo de tipo tira se le proporciona y se impregna con una resina termoplástica (documento de patente 3 y documento de patente 4). Según el documento de patente 3, se deja que una fibra de refuerzo de tipo cinta pase a través de una cruceta (en la figura 2 en el documento de patente 3) y al haz de fibras de refuerzo de tipo cinta se le proporciona una resina inmediatamente antes de una hilera lineal en la cruceta. El documento de patente 4 explica que se introduce una pluralidad de haces de fibras de refuerzo de tipo tira por separado en una hilera llena con resina termoplástica fundida, se abren, se impregnan y se laminan usando una guía fija (por ejemplo, una barra escurridora) y finalmente se extraen a partir de la hilera como una lámina de material preimpregnado.

Lista de referencias

Bibliografía de patentes

Documento de patente 1: documento WO2001/028951A1

Documento de patente 2: documento JP3252278B2

Documento de patente 3: documento JP H06-031821A

Documento de patente 4: documento WO2012/002417A1

Sumario de la invención

Problema técnico

Sin embargo, el método en el documento de patente 1 sólo permite producir un objeto de tipo tira o de tipo mecha y no es aplicable a la producción de un material preimpregnado de tipo lámina al que se refiere la presente invención. Además, el documento de patente 1 explica que, con el fin de potenciar la eficiencia de impregnación, se deja que un fluido de resina termoplástica incida contra un lado del haz de fibras de refuerzo de tipo tira o de tipo mecha para generar activamente la turbulencia en un trayecto de flujo cónico. Se considera que se pretende que esto perturbe parte de la disposición del haz de fibras de refuerzo de modo que la resina de matriz puede fluir al interior, pero se concibe que aplicar esta idea a una lámina de fibras de refuerzo provoca que se perturbe la disposición de las fibras de refuerzo, dando como resultado no sólo la degradación del grado del material preimpregnado sino también la reducción de la propiedad mecánica de FRP.

Además, el objeto de tipo lámina en el documento de patente 2 es una película, tela, papel, lámina metálica, placa de perforación, material de lámina de tipo red o similar, y no está destinado a una lámina de fibras de refuerzo a la que se refiere la presente invención. Si se aplica la tecnología del documento de patente 2 a una lámina de fibras de refuerzo compuesta por fibra de carbono, la abrasión en la guía de banda genera pelusa, que se concibe que hace difícil que se desplace la lámina de fibras de refuerzo. Además, la tecnología del documento de patente 2 está destinada al recubrimiento con resina, no a la impregnación.

Según la tecnología del documento de patente 3, una fibra de refuerzo de tipo cinta pasa a través de un chip de guiado de tipo hendidura sin resina en la porción delantera de una hilera en una cruceta y, por consiguiente, es más probable que la porción delantera se obstruya con pelusa y además no tiene ninguna función para retirar la pelusa, lo que se concibe que hace difícil el desplazamiento de la fibra de refuerzo de tipo cinta de manera continua durante un tiempo prolongado. Se considera que esta tendencia es notable particularmente con fibra de carbono, que es más probable que genere pelusa.

Además, el método del documento de patente 4 hace que sea más probable que se retenga pelusa en un recipiente de líquido durante la producción continua y que la pelusa obstruya una porción de pultrusión. Existe un problema ya que, en particular, el desplazamiento de un haz de fibras de refuerzo de tipo tira de manera continua a alta velocidad provoca que la frecuencia de obstrucción con pelusa sea muy alta y, por consiguiente, permite llevar a cabo la producción únicamente a una velocidad muy baja y no logra aumentar la productividad. Además, un método de pultrusión de tipo horizontal hace que sea necesario sellar herméticamente la hilera para prevenir fugas de líquido y hace que resulte insuficiente recoger pelusa durante la producción continua. Además, en el método de pultrusión de tipo horizontal, impregnar el interior de una lámina de fibras de refuerzo con una resina de matriz provoca que las burbujas que quedan en la lámina de fibras de refuerzo se descarguen, mediante una fuerza ascendente, en una dirección perpendicular a la dirección de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo y, por consiguiente, la descarga de las burbujas avanza de tal manera que las burbujas empujan la resina de matriz que entra para la impregnación. Debido a esto, existe un problema ya que no sólo se impide el movimiento de las burbujas por el líquido, sino que además se impide la impregnación con la resina de matriz por las burbujas, dando como resultado una baja eficiencia de impregnación. Con respecto a esto, el documento de patente 4 también propone expulsar burbujas a través de un respiradero, pero la expulsión sólo tiene lugar cerca de la salida de una hilera y se considera que el efecto de la expulsión es limitativo.

Por tanto, aún no se ha establecido un método eficiente de aplicación de una resina de matriz a una lámina de

fibras de refuerzo tal como un material de base UD o un material textil de fibras de refuerzo, particularmente un método eficiente de producción de un material preimpregnado de tipo lámina usando un material de base UD.

5 Un objeto de la presente invención se refiere a un método de producción de un material preimpregnado, y se trata de proporcionar un método de producción y un aparato para producir un material preimpregnado, en los que se suprime la generación de pelusa, la producción continua es posible sin obstrucción con pelusa, se impregna de manera eficiente una lámina de fibras de refuerzo con una resina de matriz, puede hacerse que la velocidad de producción sea superior y, además, se impide que la lámina de fibras de refuerzo resultante, por ejemplo, se pliegue y tiene un peso por unidad de superficie uniforme.

10

Solución al problema

El problema anteriormente mencionado se resuelve mediante el método y el aparato según la presente invención, tal como se definen en las reivindicaciones independientes 1 y 4, respectivamente.

15

Efectos ventajosos de la invención

20 El método de producción de un material preimpregnado según la presente invención o el aparato de producción de material preimpregnado según la presente invención hacen posible suprimir y prevenir significativamente la obstrucción con pelusa. Además, el método permite que la lámina de fibras de refuerzo se desplace de manera continua a una alta velocidad, y hace posible potenciar la productividad de la lámina de fibras de refuerzo dotada de una resina de matriz y obtener un material preimpregnado impregnado con la resina de matriz de manera uniforme.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal esquemática que representa un método de producción de un material preimpregnado en una realización de un primer método de producción según la presente invención.

30 La figura 2a es una vista en sección transversal esquemática que representa un método de producción de un material preimpregnado en una realización de un segundo método de producción según la presente invención.

35 La figura 2b es una vista en sección transversal de detalle a escala ampliada de las porciones de la sección de recubrimiento y el dispositivo 19 de impregnación adicional en la figura 1.

La figura 2c es una vista en sección transversal de detalle de un método según una realización distinta de la de la figura 2a, método en el que se usa una lámina 3 desprendible.

40 La figura 3 es una vista en sección transversal esquemática que representa un método de producción de un material preimpregnado en una realización de un tercer método de producción según la presente invención.

La figura 4 es una vista en sección transversal de detalle a escala ampliada de la sección de recubrimiento porción en la figura 1.

45 La figura 5 es una vista lateral desde abajo de la sección de recubrimiento en la figura 4, tal como se observa en la dirección A en la figura 4.

50 La figura 6a es una vista en sección transversal que representa la estructura del interior de la sección de recubrimiento en la figura 4, tal como se observa en la dirección B en la figura 4.

La figura 6b es una vista en sección transversal que representa el flujo de la resina 2 de matriz en el hueco 26 de separación en la figura 6a.

55 La figura 7 es una vista en sección transversal de detalle a escala ampliada de la sección de recubrimiento en la figura 3.

La figura 8 es una vista en sección transversal de detalle de una lámina 1a de fibras de refuerzo en contacto con una barra 35 en el recipiente 22 de líquido.

60 La figura 9 es una vista en sección transversal de detalle de una barra 35 según otra realización.

La figura 10 es una vista que representa un ejemplo de instalación de un mecanismo de regulación de la anchura.

65 La figura 11 es una vista en sección transversal de detalle que explica la estructura del interior de la sección de recubrimiento en la figura 7, tal como se observa en la dirección B en la figura.

La figura 12 es una vista en sección transversal de detalle que explica la estructura interna de la sección 41 de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 11.

- 5 La figura 13 es una vista que representa un ejemplo de una barra de la que ambos extremos tienen, cada uno, un elemento de regulación de la anchura.

La figura 14 es una vista que representa elementos de regulación de la anchura según una realización distinta de la de la figura 13.

10

La figura 15 es una vista en sección transversal de detalle que explica la estructura interna de la sección 42 de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 11.

15

La figura 16 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20b de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 4.

La figura 17 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20c de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 16.

20

La figura 18 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20d de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 16.

La figura 19 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20e de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 16.

25

La figura 20 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 30 de recubrimiento según una realización distinta de la de la presente invención.

30

La figura 21 es un diagrama esquemático que representa un ejemplo de una realización de un procedimiento de producción de material preimpregnado usando el primer método de producción según la presente invención.

La figura 22 es un diagrama esquemático de un ejemplo de otro procedimiento de producción de material preimpregnado usando el segundo método de producción según la presente invención.

35

La figura 23 es un diagrama esquemático de un ejemplo de otro procedimiento de producción de material preimpregnado usando el segundo método de producción según la presente invención.

La figura 24 es un diagrama esquemático de un ejemplo de otro procedimiento de producción de material preimpregnado usando el segundo método de producción según la presente invención.

40

La figura 25 es un diagrama esquemático de un ejemplo de otro procedimiento de producción de material preimpregnado usando el segundo método de producción según la presente invención.

45

La figura 26 es un diagrama esquemático que representa un ejemplo de una realización de un procedimiento de producción de material preimpregnado usando el primer método de producción según la presente invención.

La figura 27 es un diagrama esquemático que representa un ejemplo de una realización de una sección de recubrimiento usada en un tercer método de producción según la presente invención.

50

La figura 28 es un diagrama esquemático que representa un ejemplo de una realización de otra sección de recubrimiento usada en un tercer método de producción según la presente invención.

Descripción de realizaciones

55

Se describirán realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos. Con respecto a esto, la siguiente descripción ilustra realizaciones de la presente invención, no debe interpretarse que la presente invención esté limitada a las realizaciones, y pueden realizarse diversas modificaciones en la invención en la medida en que no se alejen del objeto y efecto de la presente invención.

60

<Resumen del método de producción de material preimpregnado>

65

La presente invención da a conocer tres métodos novedosos de producción de un material preimpregnado. Estos métodos de producción son iguales ya que dejar que una lámina de fibras de refuerzo pase de manera sustancialmente vertical hacia abajo a través del interior de una sección de recubrimiento que almacena una resina de matriz proporciona una lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en la que la lámina de fibras de refuerzo está dotada de la resina de matriz. En estos métodos de producción, se usan los

siguientes tres métodos de producción para potenciar adicionalmente el grado de impregnación del material preimpregnado resultante.

5 En primer lugar, se resumirá un primer método de producción según la presente invención con referencia a la figura 1. Un dispositivo 100 de recubrimiento incluye: rodillos 13 y 14 de transporte como mecanismo de desplazamiento para desplazar una lámina 1a de fibras de refuerzo en la dirección sustancialmente vertical hacia abajo Z; y una sección 20 de recubrimiento como mecanismo de recubrimiento que está dispuesta entre los rodillos de transporte y almacena una resina 2 de matriz. Además, antes y después del dispositivo 100 de recubrimiento, es posible proporcionar una pluralidad de bastidores 11 para desenrollar fibras 1 de refuerzo, un
10 dispositivo 12 de disposición para obtener una lámina 1a de fibras de refuerzo en la que se disponen las fibras 1 de refuerzo desenrolladas de manera unidireccional (dispuestas en la dirección de profundidad de la página en la figura 1), y un dispositivo 17 de enrollado para un material 1c preimpregnado y, además, el dispositivo 100 de recubrimiento está equipado con un dispositivo de suministro para una resina de matriz, aunque no se muestra el dispositivo de suministro en el dibujo. Un dispositivo 19 de impregnación adicional está incluido además entre la
15 sección 20 de recubrimiento y el rodillo 14 de transporte. En el primer método de producción, se trata de un dispositivo de calentamiento sin contacto. También es posible aplicar una lámina 3 desprendible a un material 1c preimpregnado que se ha sometido al procedimiento de impregnación adicional en el dispositivo de calentamiento sin contacto. En la figura 1, la lámina 3 desprendible se aplica únicamente a una cara del material 1c preimpregnado, pero también puede aplicarse a ambas.

20 A continuación, se resumirá un segundo método de producción con referencia a la figura 2a. Un dispositivo 100 de recubrimiento incluye: rodillos 13 y 14 de transporte como mecanismo de desplazamiento para desplazar una lámina 1a de fibras de refuerzo en la dirección sustancialmente vertical hacia abajo Z; y una sección 20 de recubrimiento como mecanismo de recubrimiento que está dispuesta entre los rodillos de transporte y almacena una resina 2 de matriz. Además, antes y después del dispositivo 100 de recubrimiento, es posible proporcionar una pluralidad de bastidores 11 para desenrollar las fibras 1 de refuerzo, un dispositivo 12 de disposición para
25 obtener una lámina 1a de fibras de refuerzo en la que se disponen las fibras 1 de refuerzo desenrolladas de manera unidireccional (dispuestas en la dirección de profundidad de la página en la figura 2), y un dispositivo 17 de enrollado para un material 1c preimpregnado y, además, el dispositivo 100 de recubrimiento está equipado con un dispositivo de suministro para una resina de matriz, aunque no se muestra el dispositivo de suministro en el dibujo. Un dispositivo 19 de impregnación adicional está incluido además entre la sección 20 de recubrimiento y el rodillo 14 de transporte. A la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz también se le puede proporcionar la lámina 3 desprendible cuando se introduce en el dispositivo 19 de impregnación adicional. En este caso, es posible incluir un dispositivo 18 de suministro de lámina desprendible que suministra una lámina
30 3 desprendible a ambas caras de una lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz obtenida inmediatamente debajo de la sección 20 de recubrimiento. La lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz también puede introducirse y se le puede proporcionar la lámina 3 desprendible usando un rodillo 15 de transporte y un rodillo 16 de transporte. La figura 2a muestra que la lámina 3 desprendible está aplicándose a cada una de ambas caras de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz, pero la lámina 3 desprendible puede aplicarse a una cara. Además, también es posible incluir un dispositivo 18a de calentamiento de lámina desprendible para calentar la lámina 3 desprendible. La figura 1 muestra que el dispositivo 18a de calentamiento de lámina desprendible está calentando ambas caras de la lámina 3 desprendible, pero el dispositivo puede calentar sólo una cara. Además, la figura 2a muestra que se usa un dispositivo de calentamiento sin contacto con la lámina 3 desprendible como dispositivo 18a de calentamiento de
40 lámina desprendible, pero puede usarse un tipo de dispositivo de calentamiento con contacto.

A continuación, se resumirá un tercer método de producción con referencia a la figura 3. Un dispositivo 101 de recubrimiento incluye: rodillos 13 y 14 de transporte como mecanismo de desplazamiento para desplazar una lámina 1a de fibras de refuerzo en la dirección sustancialmente vertical hacia abajo Z; y una sección 40 de recubrimiento como mecanismo de recubrimiento que está dispuesta entre los rodillos 13 y 14 de transporte y almacena una resina 2 de matriz. La sección 40 de recubrimiento incluye, en la misma, un grupo de barras 35 (35a, 35b y 35c) que se extienden en la dirección de profundidad en la página. Además, antes y después del dispositivo 101 de recubrimiento, es posible proporcionar una pluralidad de bastidores 11 para desenrollar las
50 fibras 1 de refuerzo, un dispositivo 12 de disposición para obtener una lámina 1a de fibras de refuerzo en la que se disponen las fibras 1 de refuerzo desenrolladas de manera unidireccional (dispuestas en la dirección de profundidad de la página en la figura 3), y un dispositivo 17 de enrollado para un material 1c preimpregnado y, además, el dispositivo 100 de recubrimiento está equipado con un dispositivo de suministro para una resina de matriz, aunque no se muestra el dispositivo de suministro en el dibujo. Además, el dispositivo 101 de recubrimiento puede estar equipado con un dispositivo 18 de suministro de lámina desprendible para suministrar una lámina 3 desprendible, si es necesario. En la figura 3, la lámina 3 desprendible se aplica únicamente a una cara del material 1c preimpregnado, pero también puede aplicarse a ambas caras.

<Lámina de fibras de refuerzo>

65 En este caso, los ejemplos de la fibra 1 de refuerzo incluyen fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de metal, fibras de óxido de metal, fibras de nitruro de metal, fibras orgánicas (fibras de aramida, fibras de polibenzoxazol,

fibras de poli(alcohol vinílico), fibras de polietileno y similares) y similares, y se usan preferiblemente fibras de carbono, desde el punto de vista de la propiedad mecánica y ligereza de FRP.

5 Los ejemplos de la lámina 1a de fibras de refuerzo usada en la presente invención incluyen un material de base UD dispuesto de manera unidireccional y un material textil de fibras de refuerzo como material textil tejido.

10 Un material de base UD dispuesto de manera unidireccional como lámina 1a de fibras de refuerzo se refiere a una pluralidad de fibras de refuerzo dispuestas de manera unidireccional en un plano, y la pluralidad de fibras de refuerzo no tienen que estar necesariamente integradas, por ejemplo, mediante entrelazado. Es decir, la lámina de fibras de refuerzo se denomina así por conveniencia para representar un estado en el que están dispuestas las fibras de refuerzo, porque el método de producción según la presente invención hace posible obtener un objeto de tipo lámina impregnado con una resina de matriz cuando se ha recubierto el objeto con la resina de matriz. En este caso, la lámina de fibras de refuerzo no se limita a ninguna que tenga ningún grosor o anchura particular, y el grosor y la anchura pueden seleccionarse de manera adecuada según el propósito o la aplicación.

15 En el caso de fibra de carbono, habitualmente alrededor de 1.000 a 1.000.000 fibras individuales ensambladas en forma de cinta se denominan "estopa", y tales estopas pueden disponerse para obtener una lámina de fibras de refuerzo, pero las estopas pueden laminarse en la dirección de grosor. Con respecto a esto, la lámina de fibras de refuerzo es fácil de manipular y, por consiguiente, es preferible cuando la relación de aspecto definida usando la anchura y el grosor es de 10 o más. En la presente invención, se entiende que una "estopa" de tipo

20 cinta es una forma de la lámina de fibras de refuerzo.

Además, el método usado para formar una lámina 1a de fibras de refuerzo puede ser un método conocido y no está limitado a ninguno en particular, y es preferible, desde los puntos de vista de eficiencia de procedimiento y uniformidad de disposición, disponer de manera preliminar fibras individuales para formar un haz de fibras de refuerzo, seguido por disponer adicionalmente el haz de fibras de refuerzo para formar una lámina 1a de fibras de refuerzo. Por ejemplo, en el caso de fibra de carbono, una "estopa" que es un haz de fibras de refuerzo de tipo cinta se enrolla sobre una bobina tal como se mencionó anteriormente, y puede obtenerse una lámina de fibras de refuerzo como material de base UD disponiendo el haz de fibras de refuerzo de tipo cinta extraído de la bobina. Además, es preferible tener un mecanismo de disposición para disponer de manera ordenada haces de fibras de refuerzo extraídos de las bobinas ajustadas sobre los bastidores de modo que no puede haber ningún solapamiento ni plegado no deseado en los haces de fibras de refuerzo en la lámina de fibras de refuerzo y ninguna división entre los haces de fibras de refuerzo. Como mecanismo de disposición de fibras de refuerzo, puede usarse un rodillo conocido, un tipo de peine de dispositivo de disposición o similar. Además, disponer en capas una pluralidad de láminas de fibras de refuerzo dispuestas de manera preliminar resulta útil desde el punto de vista de reducir las divisiones entre las fibras de refuerzo. Con respecto a esto, los bastidores están preferiblemente dotados de un mecanismo de control de la tensión que se hace funcionar cuando se extraen las fibras de refuerzo. Como mecanismo de control de la tensión, puede usarse uno conocido, y los ejemplos del mismo incluyen un mecanismo de frenado. Además, también puede controlarse la tensión, por ejemplo, ajustando una guía de hilos.

40 Un material textil de fibras de refuerzo como lámina de fibras de refuerzo en la presente invención se refiere a una lámina formada a partir de fibras de refuerzo dispuestas de manera multiaxial o aleatoria. Los ejemplos específicos del mismo incluyen no sólo materiales textiles tejidos, materiales textiles tricotados y similares, sino también fibras de refuerzo dispuestas de manera bidimensional y multiaxial y fibras de refuerzo orientadas de manera aleatoria tales como materiales textiles no tejidos, esteras y papel. En este caso, la fibra de refuerzo puede conformarse para dar una lámina usando un método tal como proporcionar aglutinante, entrelazado, soldadura o fusión. Los ejemplos de materiales textiles tejidos que pueden usarse incluyen no sólo estructuras de material textil básicas tales como ligamentos tafetán, sarga, satén y materiales textiles no ondulados, sino también estructuras al bias, ligamentos gasa, materiales textiles tejidos de manera multiaxial, materiales textiles tejidos múltiples y similares. En un material textil tejido formado combinando una estructura al bias y un material de base UD, no sólo la estructura UD impide que el material textil tejido se deforme mediante una tensión en un procedimiento de recubrimiento e impregnación, sino que además la estructura al bias también provoca una casi isotropía y, por tanto, es una forma preferible. Además, un material textil tejido múltiple resulta ventajoso porque la cara superior y/o la cara inferior del material textil tejido y la estructura y propiedades del interior del material textil tejido pueden diseñarse por separado. Un material textil tricotado preferible es material tricotado por urdimbre teniendo en cuenta la estabilidad de forma en el procedimiento de recubrimiento e impregnación, y también es posible usar trenzado que es tricotado circular.

60 El grosor del material textil de fibras de refuerzo no está limitado a ningún valor particular siempre que el valor esté dentro de un intervalo que permite obtener los efectos de la presente invención. Sólo se necesita que el grosor se determine teniendo en cuenta el rendimiento de FRP requerido y la estabilidad del procedimiento de recubrimiento. El grosor es preferiblemente de 1 mm o menos, más preferiblemente 0,3 mm o menos, teniendo en cuenta la capacidad de paso a través de la sección estrechada.

65 Un material textil de fibras de refuerzo adecuado según el propósito está comercialmente disponible en el mercado o puede producirse, y se indican ejemplos del mismo tal como se menciona a continuación. Los

ejemplos de materiales textiles tejidos incluyen: tela "TORAYCA (marca registrada)" C06142, C06347B, C05642 y similares, fabricada por Toray Industries, Inc.; y materiales textiles tejidos fabricados por Hexcel Corporation, incluyendo: materiales textiles "HexForce (marca registrada)" y "PrimeTex (marca registrada)", tal como 84, G0801, XAGP282P, 43195, G0939, G0803, 43364, XSGP196P, SGP203CS, XC1400, 48200, 48287 y 46150; 5 materiales textiles "Injetex (marca registrada)", tales como GB201, G0986 y G0926; materiales textiles híbridos de fibra de carbono y fibra de vidrio, tales como G1088, G0874, G0973 y 43743; materiales textiles de fibra de aramida, tales como 20796 y 21263; y materiales textiles tejidos de cuarzo, tales como 610 y 593. Los ejemplos de materiales textiles no tejidos, esteras y papel incluyen estera "TORAYCA (marca registrada)" B030, B050, BV03 y similares, fabricada por Toray Industries, Inc.; "CARBOLIGHT (marca registrada)" CEO-030, CBP-030, 10 ZX-020 y similares, fabricado por Oribest Co., Ltd.; y similares.

<Suavizado de lámina de fibras de refuerzo>

En la presente invención, aumentar la suavidad de superficie de la lámina de fibras de refuerzo puede potenciar 15 la uniformidad de la cantidad de recubrimiento en la sección de recubrimiento. Por este motivo, la lámina de fibras de refuerzo se introduce preferiblemente en el recipiente de líquido después de suavizarse. El método de tratamiento de suavizado no está limitado a ninguno en particular, y los ejemplos del mismo incluyen un método en el que se aplica presión física usando rodillos opuestos o similares y un método en el que se mueven fibras de refuerzo usando un flujo de aire. Un método en el que se aplica presión física resulta fácil y conveniente, es 20 menos probable que perturbe la disposición de las fibras de refuerzo y, por consiguiente, es preferible. Más específicamente, puede usarse calandrado o similar. El método en el que se usa un flujo de aire no sólo es menos probable que provoque abrasión, sino que además también tiene el efecto de ensanchar una lámina de fibras de refuerzo y, por consiguiente, es preferible.

25 <Ensamblamiento de lámina de fibras de refuerzo>

En la presente invención, también es preferible, desde el punto de vista de permitir producir de manera eficiente un material preimpregnado delgado, que la lámina de fibras de refuerzo se introduzca en el recipiente de líquido después de tratarse para ensanchar el haz de fibras. El método de tratamiento de ensanchamiento del haz de 30 fibras no está limitado a ninguno en particular, y los ejemplos del mismo incluyen un método en el que se aplica vibración de manera mecánica, un método en el que se expande el haz de fibras de refuerzo usando un flujo de aire y similares. Los ejemplos de métodos en los que se aplica vibración de manera mecánica incluyen un método en el que se pone una lámina de fibras de refuerzo en contacto con rodillos vibratorios, tal como se describe, por ejemplo, en el documento JP 2015-22799 A. En cuanto a la dirección de vibración, preferiblemente se aplica vibración en la dirección del eje Y (dirección horizontal) o en la dirección del eje Z (dirección vertical), 35 suponiendo que la dirección de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo es el eje X. También es preferible usar una combinación de los rodillos horizontalmente vibratorios y los rodillos verticalmente vibratorios. Además, proporcionar una pluralidad de protuberancias sobre la superficie del rodillo de vibración hace posible suprimir la abrasión de la fibra de refuerzo sobre el rodillo y, por consiguiente, es preferible. Como método en el 40 que se usa un flujo de aire, por ejemplo, puede usarse un método descrito en SEN-I GAKKAISHI, vol. 64, P-262-267 (2008).

<Calentamiento previo de lámina de fibras de refuerzo>

En la presente invención, introducir la lámina de fibras de refuerzo en el recipiente de líquido después de calentar la lámina suprime una reducción de la temperatura de la resina de matriz y potencia la uniformidad de la 45 viscosidad de la resina de matriz y, por consiguiente, es preferible. La lámina de fibras de refuerzo se calienta preferiblemente hasta, o hasta las inmediaciones de, la temperatura de la resina de matriz, y los ejemplos de diversos medios de calentamiento que pueden usarse con este fin incluyen calentamiento por aire, calentamiento por infrarrojos, calentamiento por infrarrojos lejanos, calentamiento por láser, calentamiento por contacto, 50 calentamiento por medio caliente (vapor) y similares. Entre otros, un dispositivo de calentamiento por infrarrojos es fácil y conveniente y puede calentar directamente la lámina de fibras de refuerzo y, por consiguiente, puede lograr un calentamiento eficiente hasta una temperatura deseada incluso a una alta velocidad de desplazamiento y es preferible.

55 <Resina de matriz>

Una resina de matriz usada en la presente invención puede usarse como composición de resina que contiene cualquiera de las diversas resinas, partículas, endurecedores mencionados a continuación y que además 60 contiene cualquiera de diversas clases de aditivos. Un material preimpregnado obtenido según la presente invención está en un estado en el que una lámina de fibras de refuerzo se impregna con una resina de matriz, y la lámina de fibras de refuerzo puede laminarse directamente y moldearse como material preimpregnado de tipo lámina para proporcionar elementos compuestos por FRP. El grado de impregnación puede controlarse según el diseño de la sección de recubrimiento y mediante un procedimiento de impregnación adicional llevado a cabo 65 tras el recubrimiento. Puede seleccionarse de manera adecuada una resina de matriz según la aplicación y generalmente se usa una resina termoplástica o resina termoendurecible. La resina de matriz puede ser una

resina en estado fundido fundida mediante calentamiento o una resina de matriz que es una resina de matriz a temperatura ambiente. Además, la resina de matriz puede conformarse para dar una disolución o barniz usando un disolvente.

5 Los ejemplos de resinas de matriz que pueden usarse incluyen resinas de matriz generalmente usadas para FRP, tales como resinas termoplásticas, resinas termoendurecibles y resinas fotocurables. Si son líquidos a temperatura ambiente, pueden usarse directamente. Si son sólidos o líquidos viscosos a temperatura ambiente, pueden calentarse para reducir la viscosidad, pueden fundirse para usarse como masa fundida o pueden disolverse en un disolvente para usarse como disolución o barniz.

10 Los ejemplos de resinas termoplásticas que pueden usarse incluyen polímeros que tienen, en la cadena principal, un enlace seleccionado de un enlace de carbono-carbono, un enlace de amida, un enlace de imida, un enlace de éster, un enlace de éter, un enlace de carbonato, un enlace de uretano, un enlace de urea, un enlace de tioéter, un enlace de sulfona, un enlace de imidazol y un enlace de carbonilo. Los ejemplos específicos incluyen poliacrilato, poliolefina, poliamida (PA), aramida, poliéster, policarbonato (PC), poli(sulfuro de fenileno) (PPS), polibencimidazol (PBI), poliimida (PI), polieterimida (PEI), polisulfona (PSU), polietersulfona (PES), polietercetona (PEK), polieteretercetona (PEEK), polietercetona (PEKK), poliariletercetona (PAEK), poliamidaimida (PAI) y similares. En campos que requieren resistencia al calor, tales como aplicaciones en aviación, PPS, PES, PI, PEI, PSU, PEEK, PEKK, PAEK y similares resultan adecuados. Por otro lado, en aplicaciones industrial y en automóviles, PA, poliéster, PPS, una poliolefina tal como polipropileno (PP), y similares resultan adecuados con el fin de aumentar la eficiencia de moldeo. Puede tratarse de polímeros, o pueden usarse oligómeros o monómeros, debido a la baja viscosidad y recubrimiento a baja temperatura. No es necesario mencionar que pueden copolimerizarse dependiendo del propósito, o pueden mezclarse diversas clases de los mismos para usarse como combinaciones/aleaciones de polímeros.

25 Los ejemplos de resinas termoendurecibles incluyen resinas epoxídicas, resinas de maleimida, resinas de poliimida, resinas que tienen un terminal de acetileno, resinas que tienen un terminal de vinilo, resinas que tienen un terminal de alilo, resinas que tienen un terminal de ácido náxico y resinas que tienen un terminal de éster de cianato. Estas pueden usarse generalmente en combinación con un endurecedor o un catalizador de curado. Además, estas resinas termoendurecibles pueden usarse de manera adecuada en mezcla.

30 Como resinas termoendurecibles adecuadas para la presente invención, se usan de manera adecuada resinas epoxídicas porque las resinas epoxídicas tienen una excelente resistencia al calor, resistencia química y propiedad mecánica. En particular, son preferibles aminas, fenoles y resinas epoxídicas cuyo precursor es un compuesto que tiene un doble enlace carbono-carbono. Los ejemplos específicos incluyen, pero no se limitan a: resinas epoxídicas cuyos precursores son aminas, tales como diversos isómeros de tetraglicidil-diaminodifenilmetano, triglicidil-p-aminofenol, triglicidil-m-aminofenol y triglicidilaminocresol; resinas epoxídicas cuyos precursores son fenoles, tales como resinas epoxídicas de bisfenol A, resinas epoxídicas de bisfenol F, resinas epoxídicas de bisfenol S, resinas epoxídicas novolaca de fenol y resinas epoxídicas novolaca de cresol; resinas epoxídicas cuyos precursores son compuestos que tienen un doble enlace carbono-carbono, tales como resinas epoxídicas alicíclicas; y similares. También se usan resinas epoxídicas bromadas resultantes de la bromación de estas resinas epoxídicas. Las resinas epoxídicas cuyos precursores son aminas aromáticas y que se ejemplifican mediante tetraglicidil-diaminodifenilmetano son las más adecuadas para la presente invención porque las resinas epoxídicas tienen una buena resistencia al calor y buena adhesividad a fibras de refuerzo.

45 Las resinas termoendurecibles se usan preferiblemente en combinación con endurecedores. Por ejemplo, para resinas epoxídicas, puede usarse un endurecedor si el endurecedor es un compuesto que tiene un grupo activo que puede reaccionar con un grupo epoxídico. Preferiblemente, los compuestos que tienen un grupo amino, un grupo anhídrido de ácido o un grupo azido son adecuados. Específicamente, diversos isómeros de dicianidamida y diaminodifenilsulfona, y tipos de ésteres de ácido aminobenzoico, son adecuados. Según una descripción específica, dicianidamida proporciona una excelente estabilidad en almacenamiento del material preimpregnado y, por consiguiente, se usa de manera preferible. Además, diversos isómeros de diaminodifenilsulfona proporcionan objetos curados que tienen una buena resistencia al calor y, por consiguiente, son los más adecuados para la presente invención. Como tipos de ésteres de ácido aminobenzoico, se usan preferiblemente di-p-aminobenzoato de trimetileneglicol y di-p-aminobenzoato de neopentilglicol y tienen una resistencia al calor inferior pero tienen una excelente resistencia a la tracción, en comparación con diaminodifenilsulfona y, por consiguiente, se usan selectivamente según la aplicación. No es necesario mencionar que también puede usarse un catalizador de curado si es necesario. Además, un endurecedor o un catalizador de curado y un agente complejante que puede formar un complejo pueden usarse juntos, desde el punto de vista de potenciar el tiempo útil de empleo de una resina de matriz.

60 En la presente invención, también se usa de manera adecuada una mezcla de una resina termoendurecible y una resina termoplástica. Una mezcla de una resina termoendurecible y una resina termoplástica proporciona mejores resultados que una resina termoendurecible usada de manera individual. Esto se debe a que una resina termoendurecible y una resina termoplástica tienen características antinómicas: es decir, una resina termoendurecible es generalmente quebradiza de manera desventajosa pero puede moldearse a baja presión en

un autoclave, y, por el contrario, una resina termoplástica es generalmente dura de manera ventajosa pero difícil de moldear a baja presión en un autoclave y, por consiguiente, usarlas en mezcla puede proporcionar un equilibrio entre propiedades y capacidad de moldeo. Una mezcla de este tipo que va a usarse contiene preferiblemente más del 50 % en masa de resina termoendurecible, desde el punto de vista de la propiedad mecánica de FRP obtenida curando material preimpregnado.

<Partícula de polímero>

En la presente invención, también es preferible el uso de una resina de matriz que contiene partículas de polímero porque el uso puede potenciar la tenacidad y la resistencia al impacto del CFRP obtenido. En este caso, la temperatura de transición vítrea (T_g) o la temperatura de fusión (T_f) de partículas de polímero que es 20 °C o más superior a la temperatura de una resina de matriz hace que sea más fácil conservar la forma de la partícula de polímero en la resina de matriz y, por consiguiente, es preferible. La T_g de partículas de polímero puede medirse en las siguientes condiciones usando un dispositivo de DSC de temperatura modulada. Como dispositivo de DSC de temperatura modulada, el dispositivo Q1000 fabricado por TA Instruments, Inc. es adecuado, y puede usarse basándose en una calibración llevada a cabo usando indio de alta pureza bajo una atmósfera de nitrógeno. Las condiciones de medición pueden basarse en una tasa de rampa de temperatura de 2 °C/min, y la condición de modulación de temperatura puede basarse en un ciclo de 60 segundos y una amplitud de 1 °C. Los componentes reversibles se separan del flujo de calor total obtenido en estas condiciones y la temperatura en el punto central de la señal de escalón puede considerarse como T_g.

Además, la T_f puede medirse usando un dispositivo de DSC común a una tasa de rampa de temperatura de 10 °C/min, y la temperatura en la parte superior de pico de la señal en forma de pico correspondiente a la fusión se considera como T_f.

Además, las partículas de polímero son preferiblemente insolubles en una resina de matriz y, como tales partículas de polímero, pueden usarse las adecuadas descritas, por ejemplo, en el documento WO2009/142231 como referencia. Más específicamente, preferiblemente pueden usarse poliamidas y poliimidas, y las más preferibles son las poliamidas que tienen una excelente tenacidad y, por consiguiente, pueden potenciar significativamente la resistencia al impacto. Los ejemplos de poliamidas que pueden usarse de manera adecuada incluyen poliamida 12, poliamida 11, poliamida 6, poliamida 66, copolímeros de poliamida 6/12 y una poliamida modificada para tener una semi-IPN (estructura de red de interpenetración macromolecular) con un compuesto epoxídico (poliamida de semi-IPN) descrita en el ejemplo 1 del documento JP H01-104624A. En cuanto a la forma de esta partícula de resina termoplástica, la partícula puede ser una partícula esférica, una partícula no esférica o una partícula porosa, y la forma esférica es particularmente preferible en el método de producción según la presente invención con el fin de reducir la propiedad de flujo de resina. Además, la forma esférica es un aspecto preferible ya que la forma esférica no tiene ningún punto de inicio para la concentración de esfuerzos y proporciona una alta resistencia al impacto.

Los ejemplos de partículas de poliamida comercialmente disponibles que pueden usarse incluyen SP-500, SP-10, TR-1, TR-2, 842P-48, 842P-80 (todos los cuales se fabrican por Toray Industries, Inc.), "Orgasol (marca registrada)" 1002D, 2001UD, 2001EXD, 2002D, 3202D, 3501D, 3502D (todos los cuales se fabrican por Arkema K.K.), "Grilamid (marca registrada)" TR90 (fabricado por Emser Werke, Inc.), "TROGAMID (marca registrada)" CX7323, CX9701, CX9704 (fabricado por Degussa AG) y similares. Estas partículas de poliamida pueden usarse de manera individual o en combinación de dos o más clases de las mismas.

Además, las partículas de polímero se retienen preferiblemente en la capa de resina intermedia del CFRP con el fin de conferir una alta tenacidad a la capa de resina intermedia. Para ello, el tamaño de partícula promedio en número de las partículas de polímero está preferiblemente en el intervalo de desde 5 hasta 50 μm, más preferiblemente en el intervalo de desde 7 hasta 40 μm, todavía más preferiblemente en el intervalo de desde 10 hasta 30 μm. Tener un tamaño de partícula promedio en número de 5 μm o más hace posible que las partículas no penetren en el haz de fibras de refuerzo, pero se retienen en la capa de resina intermedia del material compuesto reforzado con fibra obtenido. Tener un tamaño de partícula promedio en número de 50 μm o menos hace posible que el grosor de la capa de resina de matriz en la superficie del material preimpregnado se vuelva adecuado y finalmente que el contenido en masa de fibra en el CFRP obtenido se vuelva adecuado.

<Viscosidad de la resina de matriz que está aplicándose>

Una resina de matriz usada en la presente invención tiene preferiblemente una viscosidad óptima seleccionada desde el punto de vista de la procesabilidad y estabilidad. Específicamente, es preferible que la resina de matriz que está aplicándose tenga una viscosidad en el intervalo de desde 1 hasta 60 Pa·s porque una viscosidad de este tipo hace posible suprimir el goteo del líquido en la salida de la sección estrechada y que se potencien las propiedades de desplazamiento a alta velocidad y las propiedades de desplazamiento estable de la lámina de fibras de refuerzo. Tal como se usa en el presente documento, la viscosidad se refiere a una medida a una tasa de deformación de 3,14 s⁻¹ a una temperatura de resina de matriz en el recipiente de líquido. Como dispositivo de medición, puede usarse un dispositivo de medición de la viscoelasticidad tal como de un tipo de discos paralelos

o un tipo cónico.

<Etapa de recubrimiento>

5 Una etapa en la que se usa un material de base UD como lámina de fibras de refuerzo se describirá con referencia a la figura 1. El método de proporcionar a la lámina 1a de fibras de refuerzo la resina 2 de matriz en el dispositivo 100 de recubrimiento es un método en el que una pluralidad de las fibras 1 de refuerzo desenrolladas a partir de los bastidores 11 se disponen de manera unidireccional (en la dirección de profundidad de la página) a través del dispositivo 12 de disposición para obtener la lámina 1a de fibras de refuerzo y, después, se deja que la
10 lámina 1a de fibras de refuerzo pase a través de la sección 20 de recubrimiento en la dirección sustancialmente vertical hacia abajo Z para proporcionar a ambas caras de la lámina 1a de fibras de refuerzo la resina 2 de matriz. Esto hace posible obtener una lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. Con respecto a esto, en casos en los que se usa un material textil de fibras de refuerzo, sólo es necesario sustituir el bastidor 11 en la figura 1 por un dispositivo de desenrollado para un material textil de fibras de refuerzo y sustituir
15 un dispositivo 12 de disposición en la figura 1 por rodillos de presión de modo que puede extraerse el material textil. Puede obtenerse un material 1c preimpregnado dejando además que la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz pase a través del dispositivo de impregnación adicional en el primer y segundo métodos de producción o dejando además que la lámina pase a través de la sección de recubrimiento en el tercer método de producción. El material 1c preimpregnado y la lámina 3 desprendible pueden enrollarse
20 simultáneamente usando un dispositivo 17 de enrollado. En particular, en casos en los que parte o la totalidad de la resina 2 de matriz contenida en la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz todavía está presente en la superficie de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz y tiene una alta fluidez y adhesividad cuando la resina 2 de matriz alcanza el rodillo 14 de transporte, la lámina 3 desprendible puede evitar que la parte de la resina 2 de matriz sobre la superficie de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz se transfiera al rodillo 14 de transporte. Además, el método puede evitar la adhesión entre partes de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz y proporciona una fácil manipulación en el procesamiento posterior. La lámina desprendible no está limitada a ninguna en particular siempre que la lámina desprendible logre el efecto anteriormente mencionado, y los ejemplos de la misma incluyen no sólo una lámina de papel desprendible sino también una película de polímero orgánico cuya superficie está recubierta con un agente de desprendimiento, y similares.

A continuación, con referencia a las figuras 4 a 6, se describirá en detalle una etapa de proporcionar a la lámina 1a de fibras de refuerzo la resina 2 de matriz. La figura 4 es una vista en sección transversal de detalle a escala ampliada de la sección 20 de recubrimiento en las figuras 1 y 2a. La sección 20 de recubrimiento tiene elementos
35 21a y 21b constituyentes de pared que son opuestos entre sí con un hueco D dado entre los mismos, y entre los elementos 21a y 21b constituyentes de pared, están formados un recipiente 22 de líquido cuya área en sección transversal disminuye de manera continua en la dirección verticalmente hacia abajo Z (es decir, en la dirección de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo) y una sección 23 estrechada de tipo hendidura posicionada por debajo del recipiente 22 de líquido (en el lado de descarga de la lámina 1a de fibras de refuerzo) y que tiene un área en sección transversal menor que el área en sección transversal del lado superior del recipiente 22 de líquido (el lado de introducción de la lámina 1a de fibras de refuerzo). En la figura 4, la lámina 1a de fibras de refuerzo está dispuesta en la dirección de profundidad de la página.

En la sección 20 de recubrimiento, la lámina 1a de fibras de refuerzo introducida en el recipiente 22 de líquido se
45 desplaza en la dirección verticalmente hacia abajo Z, y, al mismo tiempo, está acompañada por la resina 2 de matriz que rodea la lámina de fibras de refuerzo. Durante esto, la resina 2 de matriz que lo acompaña se comprime gradualmente y la presión de la resina 2 de matriz aumenta hacia la porción inferior del recipiente 22 de líquido, porque el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye en la dirección vertical hacia abajo Z (en la dirección de desplazamiento de la lámina 1a de fibras de refuerzo). Cuando la presión en la porción inferior del recipiente 22 de líquido aumenta, resulta más difícil que el flujo de líquido que lo acompaña fluya adicionalmente hacia la porción inferior, y el líquido que lo acompaña fluye en dirección a los elementos 21a y 21b constituyentes de pared, y después se obstruye por los elementos 21a y 21b constituyentes de pared, dando como resultado un flujo hacia arriba. Como resultado, se forma un flujo circular T a lo largo del plano de la lámina 1a de fibras de refuerzo y las superficies de pared de los elementos 21a y 21b constituyentes de pared en
50 el recipiente 22 de líquido. Por tanto, aunque la fibra 1a de refuerzo de tipo lámina traiga pelusa al recipiente 22 de líquido, la pelusa se mueve a lo largo del flujo circular T y no puede acercarse a la porción inferior del recipiente 22 de líquido, en la que la presión de líquido es mayor, o la sección 23 estrechada. Además, tal como se menciona a continuación, las burbujas se adhieren a la pelusa y, por consiguiente, la pelusa se mueve hacia arriba a lo largo del flujo circular T, y pasa cerca de la superficie de líquido en la parte superior del recipiente 22 de líquido. Esto también hace posible no sólo que se impida que la pelusa obstruya la porción inferior del recipiente 22 de líquido y la sección 23 estrechada, sino también que la pelusa retenida se recoja fácilmente a través de la superficie de líquido en la parte superior del recipiente 22 de líquido. Además, cuando la lámina 1a de fibras de refuerzo se desplaza a una alta velocidad, la presión de líquido aumenta adicionalmente y, por consiguiente, el efecto de eliminación de pelusa se vuelve mayor. Como resultado, esto hace posible
65 proporcionar a la lámina 1a de fibras de refuerzo la resina 2 de matriz a una velocidad superior y potencia significativamente la productividad.

Además, la presión de líquido aumentada tiene el efecto de hacer que sea más fácil impregnar la lámina 1a de fibras de refuerzo con la resina 2 de matriz. Esto se basa en la propiedad (ley de Darcy) según la cual el grado al que se impregna un objeto poroso tal como un haz de fibras de refuerzo con una resina de matriz aumenta mediante la presión de la resina de matriz. Esto también puede potenciar el efecto de impregnación porque el desplazamiento de la lámina 1a de fibras de refuerzo a una velocidad superior aumenta adicionalmente la presión de líquido. Con respecto a esto, se impregna la resina 2 de matriz mediante sustitución de gas-líquido con burbujas que quedan en la lámina 1a de fibras de refuerzo y se descargan las burbujas de los huecos en la lámina 1a de fibras de refuerzo mediante la presión de líquido y la fuerza ascendente en la dirección de orientación (en la dirección verticalmente hacia arriba) de las fibras. En este caso, las burbujas se descargan sin empujar la resina 2 de matriz que entra para la impregnación y, por consiguiente, también tiene el efecto de no impedir la impregnación. Además, parte de las burbujas se descargan en la dirección fuera del plano (en la dirección normal) desde la superficie de la lámina 1a de fibras de refuerzo, y las burbujas se eliminan rápidamente mediante la presión de líquido y la fuerza ascendente en la dirección verticalmente hacia arriba y, por consiguiente, no se retienen en esa porción inferior del recipiente 22 de líquido, lo cual proporciona un alto efecto de impregnación, mediante lo cual también se logra el efecto de fomentar la descarga de las burbujas de manera eficiente. Estos efectos permiten impregnar eficazmente la lámina 1a de fibras de refuerzo con la resina 2 de matriz, y, como resultado, hace posible obtener un material 1b preimpregnado de alta calidad, impregnado de manera uniforme con la resina 2 de matriz.

Además, la presión de líquido aumentada permite alinear automáticamente la lámina 1a de fibras de refuerzo con el centro del hueco D, y la lámina 1a de fibras de refuerzo no experimenta abrasión directamente contra las superficies de pared del recipiente 22 de líquido y la sección 23 estrechada, mediante lo cual también se logra en este caso el efecto de suprimir la generación de pelusa. Esto se debe a que, cuando cualquier perturbación externa o similar hace que la lámina 1a de fibras de refuerzo se aproxime a cualquier lado en el hueco D, la resina 2 de matriz se empuja y se comprime en el hueco más estrecho resultante en el lado al que se aproxima y, por consiguiente, la presión de líquido aumenta adicionalmente en el lado al que se aproxima, empujando la lámina 1a de fibras de refuerzo de vuelta al centro del hueco D.

La sección 23 estrechada está diseñada para tener un área en sección transversal más pequeña que el lado superior del recipiente 22 de líquido. Tal como se entiende a partir de la figura 4 y la figura 6a, el área en sección transversal más pequeña se debe simplemente al hecho de que la longitud en la dirección perpendicular al pseudoplaneo de la lámina de fibras de refuerzo es más pequeña, es decir, la distancia entre los elementos constituyentes de pared es más estrecha. Esto está destinado a lograr el efecto de impregnación y el efecto de alineación automática aumentando la presión de líquido en la sección estrechada tal como se mencionó anteriormente. Además, la forma en sección transversal de la cara más superior de la sección 23 estrechada está preferiblemente realizada para adaptarse a la forma en sección transversal de la cara más inferior del recipiente 22 de líquido, desde el punto de vista de las propiedades de desplazamiento de la lámina 1a de fibras de refuerzo y el control de flujo de la resina 2 de matriz, pero, si es necesario, la forma en sección transversal de la cara más superior de la sección 23 estrechada puede hacerse ligeramente más grande.

Con respecto a esto, la lámina 1a de fibras de refuerzo en la sección 20 de recubrimiento en la figura 4 se desplaza en una dirección completamente vertical hacia abajo Z (a 90 grados con respecto a la cara horizontal), pero, sin limitación con respecto a esto, puede desplazarse en la dirección sustancialmente vertical hacia abajo en la medida en que pueda obtenerse el efecto de recogida de pelusa y el efecto de descarga de burbujas, y que la lámina 1a de fibras de refuerzo puede desplazarse de manera estable y continua.

Además, la cantidad total de la resina 2 de matriz aplicada a la lámina 1a de fibras de refuerzo puede controlarse en el hueco D en la sección 23 estrechada. Por ejemplo, en casos en los que se desea que la cantidad total de la resina 2 de matriz aplicada a la lámina 1a de fibras de refuerzo sea más grande (se desea que el peso por unidad de superficie sea más grande), los elementos 21a y 21b constituyentes de pared pueden disponerse de tal manera que el hueco D sea más ancho.

La figura 5 es una vista lateral desde abajo de la sección 20 de recubrimiento, tal como se observa en la dirección A en la figura 4. En la sección 20 de recubrimiento, se proporcionan elementos 24a y 24b de pared lateral para evitar que la resina 2 de matriz experimente fugas por ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo en la dirección de disposición, y la salida 25 de la sección 23 estrechada está formada en el espacio rodeado por los elementos 21a y 21b constituyentes de pared y los elementos 24a y 24b de pared lateral. En este caso, la salida 25 es de tipo hendidura, y la relación de aspecto en sección transversal (Y/D en la figura 3) puede establecerse según la forma de la lámina 1a de fibras de refuerzo a la que se le desea proporcionar la resina 2 de matriz.

La figura 6a es una vista en sección transversal que representa la estructura del interior de la sección 20 de recubrimiento, tal como se observa en la dirección B. En este caso, para hacer que la vista sea más fácil de observar, se omite el elemento 21b constituyente de pared y, además, la lámina 1a de fibras de refuerzo se representa como si las fibras 1 de refuerzo estuvieran dispuestas con una separación entre las fibras, pero, en

realidad, es preferible disponer las fibras 1 de refuerzo sin separación entre las fibras, desde el punto de vista del grado del material preimpregnado de tipo lámina y la propiedad mecánica de FRP.

5 La figura 6b representa el flujo de la resina 2 de matriz en el hueco 26 de separación. Cuando el hueco 26 de separación es grande, se genera un flujo circular R de la resina 2 de matriz en el borde en la dirección representada. Este flujo circular R en el borde se convierte en un flujo hacia fuera (Ra) en la porción inferior del recipiente 22 de líquido y, por consiguiente, da como resultado un rasgado de la lámina de fibras de refuerzo (provocando la división del haz de fibras de tipo lámina) o expansión de la distancia entre las fibras de refuerzo y, debido a esto, hay una posibilidad de que se provoque una ausencia de uniformidad de la disposición en las
10 fibras de refuerzo en el material preimpregnado de lámina de fibras de refuerzo resultante. Por otro lado, el flujo circular R se convierte en un flujo hacia dentro (Rb) en la porción superior del recipiente 22 de líquido y, por consiguiente, la lámina 1a de fibras de refuerzo se comprime en la dirección de anchura, dando como resultado un plegado de borde de la lámina de fibras de refuerzo en algunos casos. En un dispositivo, tal como ejemplificado mediante el documento de patente 2 (documento JP3252278B2), para recubrir ambas caras de un
15 material de base de tipo lámina integrado (particularmente, una película) con una resina de matriz, un flujo circular de este tipo tal como se provoca en el borde en el hueco 26 de separación afecta de manera insignificante a la calidad y, por consiguiente, no llama la atención.

20 A la vista de esto, en la presente invención se lleva a cabo una regulación de la anchura para hacer que el hueco 26 de separación sea menor, mediante lo cual se suprime preferiblemente la generación del flujo circular en el borde. Específicamente, la anchura L del recipiente 22 de líquido, es decir, la distancia L entre los elementos 24a y 24b de placa lateral, se adapta preferiblemente para satisfacer la relación mencionada a continuación, midiéndose la anchura W de la lámina de fibras de refuerzo inmediatamente debajo de la sección 23 estrechada.

$$25 \quad L \leq W + 10 \text{ (mm)}$$

Esto suprime la generación de un flujo circular en el borde y hace posible suprimir la división y el plegado de borde de la lámina 1a de fibras de refuerzo y obtener el material 1b preimpregnado en el que las fibras 1 de refuerzo están dispuestas de manera uniforme a lo largo de toda la anchura (W) del material 1b preimpregnado y que tiene un alto grado y alta estabilidad. Además, esta tecnología aplicada a un material preimpregnado puede
30 no sólo potenciar el grado y la calidad del material preimpregnado sino también potenciar la propiedad mecánica y la calidad de FRP obtenidos usando el material preimpregnado. La relación entre L y W es más preferiblemente $L \leq W + 2$ (mm) y, por tanto, puede suprimirse adicionalmente la división y el plegado de borde de la lámina de fibras de refuerzo.

35 Además, es preferible realizar ajustes de modo que el límite inferior de L sea igual o superior a $W - 5$ (mm), desde el punto de vista de potenciar la uniformidad de la dimensión en la dirección de anchura del material 1b preimpregnado.

40 Con respecto a esto, esta regulación de la anchura se lleva a cabo preferiblemente al menos en la porción inferior del recipiente 22 de líquido (la posición G en la figura 6a), desde el punto de vista de suprimir la generación del flujo circular R en el borde debido a una alta presión de líquido en la porción inferior del recipiente 22 de líquido. Además, esta regulación de anchura se lleva a cabo más preferiblemente en toda la región del recipiente 22 de líquido, mediante lo cual puede suprimirse la generación del flujo circular R en el borde de
45 manera sustancialmente completa, y, como resultado, puede suprimirse la división y el plegado de borde de la lámina de fibras de refuerzo de manera sustancialmente completa.

Además, la regulación de anchura puede llevarse a cabo únicamente en el recipiente 22 de líquido si se lleva a cabo únicamente desde el punto de vista de suprimir el flujo circular en el borde en el hueco 26 de separación, pero es preferible llevar a cabo la regulación de anchura también en la sección 23 estrechada de la misma
50 manera, desde el punto de vista de suprimir la aplicación excesiva de la resina 2 de matriz en los lados del material 1b preimpregnado.

55 En el tercer método de producción según la presente invención, la etapa de recubrimiento es básicamente la misma que en el primer y segundo métodos de producción, pero el tercer método de producción está caracterizado porque la impregnación se hace avanzar mediante una o más barras montadas en la sección de recubrimiento. Esto se describirá en detalle a continuación.

60 Haciendo referencia a la figura 3, se pone una lámina 1a de fibras de refuerzo en contacto con un grupo de barras 35 en la sección 20 de recubrimiento, en la que las barras se extienden en la dirección de profundidad en la página. Por tanto, las burbujas contenidas en el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo se exprimen hacia fuera y se descargan, permitiendo impregnar el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo con una resina de matriz de manera más eficiente. Si es necesario, puede aplicarse adicionalmente una lámina 3 desprendible en el material 1c preimpregnado de la misma manera que en el primer y segundo métodos de producción y
65 después enrollarse.

A continuación, se describirá el mecanismo de impregnación en la sección de recubrimiento con referencia a la figura 7. En la sección 40 de recubrimiento, la lámina 1a de fibras de refuerzo introducida en el recipiente 22 de líquido se desplaza en la dirección verticalmente hacia abajo Z, y, al mismo tiempo, se pone en contacto con las barras 35a, 35b y 35c en este orden en la resina 2 de matriz. Cuando esto tiene lugar, la lámina 1a de fibras de refuerzo se prensa contra la barra, el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo se impregna con la resina 2 de matriz llevada al interior de la división entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra, y al mismo tiempo, se descargan las burbujas contenidas en la lámina 1a de fibras de refuerzo hacia fuera a través de la cara opuesta de la lámina 1a de fibras de refuerzo desde la cara en contacto con la barra de tal manera que las burbujas se exprimen hacia fuera mediante la barra. Esto hace posible impregnar el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo con la resina 2 de matriz de manera uniforme. Además, las burbujas descargadas hacia fuera de la lámina 1a de fibras de refuerzo se mueven hacia arriba mediante una fuerza ascendente y se descargan adicionalmente hacia fuera del recipiente 22 de líquido y, por tanto, no hay ninguna acumulación de burbujas alrededor del grupo de barras 35. Además, la lámina 1a de fibras de refuerzo que ha pasado a través del grupo de barras 35 se desplaza en la dirección verticalmente hacia abajo Z, y, al mismo tiempo, está acompañada por la resina 2 de matriz que rodea la lámina de fibras de refuerzo. Durante esto, la resina 2 de matriz acompañante se comprime gradualmente, y la presión de la resina 2 de matriz aumenta hacia la porción inferior del recipiente 22 de líquido, porque el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye en la dirección vertical hacia abajo Z (en la dirección de desplazamiento de la lámina 1a de fibras de refuerzo). Cuando la presión en la porción inferior del recipiente 22 de líquido aumenta, resulta más difícil que el flujo de líquido acompañante fluya adicionalmente hacia la porción inferior, y el líquido acompañante fluye en la dirección de los elementos 21a y 21b constituyentes de pared, y después se obstruye por los elementos 21a y 21b constituyentes de pared, dando como resultado un flujo hacia arriba. Como resultado, se forma un flujo circular T a lo largo del plano de la lámina 1a de fibras de refuerzo y las superficies de pared de los elementos 21a y 21b constituyentes de pared en el recipiente 22 de líquido. Por tanto, aunque la lámina 1a de fibras de refuerzo traiga pelusa al recipiente 22 de líquido o aunque el contacto entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y el grupo de barras 35 genere pelusa, la pelusa se mueve a lo largo del flujo circular T, y no puede acercarse a la porción inferior del recipiente 22 de líquido, en la que la presión de líquido es mayor, o la sección 23 estrechada. Además, tal como se menciona a continuación, las burbujas se adhieren a la pelusa y, por consiguiente, la pelusa se mueve hacia arriba a lo largo del flujo circular T, y pasa cerca de la superficie de líquido en la parte superior del recipiente 22 de líquido. Esto también hace posible no sólo que se impida que la pelusa obstruya la porción inferior del recipiente 22 de líquido y la sección 23 estrechada, sino también que la pelusa retenida se recoja fácilmente a través de la superficie de líquido en la parte superior del recipiente 22 de líquido. Además, cuando la lámina 1a de fibras de refuerzo se desplaza a alta velocidad, la presión de líquido aumenta adicionalmente y, por consiguiente, el efecto de eliminación de pelusa se vuelve superior. Como resultado, esto hace posible proporcionar a la lámina 1a de fibras de refuerzo la resina 2 de matriz a una velocidad superior y potencia significativamente la productividad.

Además, la presión de líquido aumentada tiene el efecto de impregnar el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo con la resina 2 de matriz. Esto se basa en la propiedad (ley de Darcy) según la cual el grado al que se impregna un objeto poroso tal como un haz de fibras de refuerzo con una resina de matriz se aumenta mediante la presión de la resina de matriz. Aunque la lámina 1a de fibras de refuerzo se impregne insuficientemente con la resina 2 de matriz en el grupo de barras 35, la lámina se impregna con la resina 2 de matriz de nuevo en la sección inferior del recipiente 22 de líquido, haciendo por tanto posible obtener un material 1b preimpregnado cuyo grado de impregnación es alto. Además, esto también puede potenciar el efecto de impregnación porque desplazar la lámina 1a de fibras de refuerzo a una velocidad superior aumenta adicionalmente la presión de líquido.

Además, la presión de líquido aumentada permite alinear automáticamente la lámina 1a de fibras de refuerzo con el centro del hueco D, y la lámina 1a de fibras de refuerzo no experimenta abrasión directamente contra las superficies de pared del recipiente 22 de líquido y la sección 23 estrechada, mediante lo cual también se logra en este caso el efecto de suprimir la generación de pelusa. Esto se deba a que, cuando cualquier perturbación externa o similar hace que la lámina 1a de fibras de refuerzo se aproxime a cualquier lado en el hueco D, la resina 2 de matriz se empuja y se comprime en el hueco más estrecho resultante en el lado al que se aproxima y, por consiguiente, la presión de líquido aumenta adicionalmente en el lado al que se aproxima, empujando la lámina 1a de fibras de refuerzo de vuelta al centro del hueco D.

Además, la cantidad total de la resina 2 de matriz aplicada a la lámina 1a de fibras de refuerzo puede controlarse en el hueco D en la sección 23 estrechada. Por ejemplo, en casos en los que se desea que la cantidad total de la resina 2 de matriz aplicada a la lámina 1a de fibras de refuerzo sea más grande (se desea que el peso por unidad de superficie sea más grande), los elementos 21a y 21b constituyentes de pared pueden disponerse de tal manera que el hueco D sea más ancho.

Con respecto a esto, la lámina 1a de fibras de refuerzo en la sección 40 de recubrimiento en la figura 7 se desplaza parcialmente en la dirección completamente vertical hacia abajo Z (a 90 grados con respecto a la cara horizontal), pero, sin limitación con respecto a esto, puede desplazarse en la dirección sustancialmente vertical hacia abajo en la medida en que puedan obtenerse el efecto de recogida de pelusa y el efecto de descarga de burbujas, y que la lámina 1a de fibras de refuerzo puede desplazarse de manera estable y de manera continua.

Además, la lámina 1a de fibras de refuerzo cambia en la dirección de desplazamiento cuando se pone en contacto con el grupo de barras 35, y este cambio en la dirección sólo se necesita que sea de manera sustancialmente vertical hacia abajo en la medida en que las burbujas descargadas fuera de la lámina 1a de fibras de refuerzo no se acumulen alrededor del grupo de barras 35.

5

A continuación, se describirán en detalle la disposición y forma de las barras. La figura 7 muestra un ejemplo en el que el grupo de barras 35 en la sección 40 de recubrimiento está compuesto por tres barras, 35a, 35b y 35c, y el número de barras no está limitado a esto, sino que sólo se necesita que sean una o más. Además, todas las barras en la sección 40 de recubrimiento en la figura 7 están dispuestas para sumergirse dentro de la resina 2 de matriz y, sin limitación con respecto a esto, sólo es necesario que al menos una o más barras estén dispuestas para sumergirse dentro de la resina 2 de matriz. Sin embargo, un número más grande de barras en contacto con la lámina 1a de fibras de refuerzo en la resina 2 de matriz hacen que el efecto de impregnación de resina de matriz sea mayor y, por tanto, es preferible que una pluralidad de barras estén dispuestas para sumergirse dentro de la resina 2 de matriz.

15

La figura 8 es una vista en sección transversal de detalle de una lámina 1a de fibras de refuerzo en contacto con una barra 35 en la resina 2 de matriz. La lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra 35 están en contacto entre sí formando un ángulo de sujeción α . En este caso, el ángulo de sujeción α se refiere a un ángulo formado entre un arco y el punto central Pc de la barra 35, en el que el arco es entre el punto P1 en el que la lámina 1a de fibras de refuerzo se pone en contacto con la barra 35 y el punto P2 en el que la lámina 1a de fibras de refuerzo se separa de la barra 35. En este caso, cuanto mayor es el ángulo de sujeción α , mayor es la distancia a lo largo de la cual la lámina 1a de fibras de refuerzo está en contacto con la barra 35, y más fácilmente se impregna el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo con la resina 2 de matriz llevada al interior de la división entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra 35, pero, al mismo tiempo, mayor es la posibilidad de que la lámina 1a de fibras de refuerzo roce contra la barra 35 generando pelusa. En particular, si el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo se impregna completamente con la resina 2 de matriz llevada al interior de la división entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra 35, agotando por tanto la resina de matriz, la lámina 1a de fibras de refuerzo roza directamente contra la barra 35 y por tanto provoca que la posibilidad de generación de pelusa se vuelva rápidamente superior. Si se genera pelusa y se deposita sobre la cara en la que la lámina 1a de fibras de refuerzo está en contacto con la barra 35, se perturba el desplazamiento de la lámina 1a de fibras de refuerzo, haciendo que sea imposible obtener un material 1b preimpregnado uniforme y, por tanto, el ángulo de sujeción α formado entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra 35 es preferiblemente lo suficientemente pequeño como para no depositar pelusa. Específicamente, el ángulo de sujeción α formado entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra 35 es preferiblemente de 40° o menos, más preferiblemente 20° o menos. Por otro lado, se necesita que el ángulo de sujeción α sea de 10° o más para lograr una impregnación suficiente con la resina de matriz.

20

25

30

35

En este caso, la figura 7 muestra un ejemplo en el que la forma en sección transversal de la barra 35 en la sección 40 de recubrimiento es circular, pero, sin limitación con respecto a esto, la forma en sección transversal de la barra puede ser distinta de circular. Por ejemplo, la forma puede ser un rectángulo que tiene esquinas redondeadas como en la figura 9(A) o una elipse como en la figura 9(B). Sin embargo, desde el punto de vista de inhibir la pelusa, preferiblemente la cara en contacto con la lámina 1a de fibras de refuerzo no tiene ninguna esquina afilada y tiene una curva suave.

40

45

Además, no se necesita que el interior de la barra 35 sea denso y la barra puede ser, por ejemplo, un tubo cuyo interior está hueco. Además, la sección transversal de la barra 35 no está limitada a ningún diámetro particular (o longitud característica). Cuanto mayor es el diámetro de la barra 35, más larga es la longitud a lo largo de la cual la lámina 1a de fibras de refuerzo está en contacto con la barra 35. La longitud más larga aumenta la posibilidad de generación de pelusa y, por tanto, preferiblemente el diámetro es lo suficientemente pequeño como para no provocar que la barra 35 se deforme mediante la tensión de la lámina 1a de fibras de refuerzo. Además, desde el punto de vista de inhibir la deformación de la barra 35, el material de la barra es preferiblemente un metal que tiene una alta rigidez, tal como acero inoxidable.

50

Además, la superficie de la barra 35 tiene preferiblemente un acabado suave. Se pretende que esto haga menos probable que se genere pelusa cuando se pone la lámina 1a de fibras de refuerzo en contacto con la barra 35.

55

En este caso, usar, como barra 35, un rodillo rotatorio en la sección 40 de recubrimiento también hace posible obtener el efecto de impregnación de resina de matriz, pero poner la lámina 1a de fibras de refuerzo en contacto con un rodillo rotatorio en la sección 40 de recubrimiento hace que parte de la lámina 1a de fibras de refuerzo se enrolle alrededor del rodillo debido a la viscosidad de la resina 2 de matriz y, en algunos casos, hace imposible que la lámina 1a de fibras de refuerzo se desplace y, por tanto, la barra 35 es preferiblemente un elemento fijo que no rota.

60

Además, la figura 3 muestra que se proporciona un rodillo 13 de guía rodillo (rodillo de transporte) verticalmente encima de la sección 40 de recubrimiento y que la lámina 1a de fibras de refuerzo que se desplaza horizontalmente se pone en contacto con el rodillo 13 de guía para cambiar su dirección de desplazamiento a la

65

dirección verticalmente hacia abajo y, después, se guía al interior de la sección 20 de recubrimiento. Tal caso hace posible reducir la altura vertical del dispositivo 100 de recubrimiento y es preferible desde el punto de vista de reducir el coste de construcción de un edificio en el que se instala el dispositivo 100 de recubrimiento.

- 5 Cuando esto tiene lugar, la barra 35a ubicada en la posición más alta en el grupo de barras 35 se pone preferiblemente en contacto con la cara opuesta de la lámina 1a de fibras de refuerzo con respecto a la cara puesta en contacto con el rodillo 13 de guía. Esto es porque la diferencia de perímetro de la lámina 1a de fibras de refuerzo que se desplaza sobre el rodillo 13 de guía provoca una ligera diferencia de velocidad en la dirección de grosor y, si se pone la barra 35a en contacto con la misma cara de la lámina 1a de fibras de refuerzo que el rodillo 13 de guía, se acumula adicionalmente la diferencia de velocidad, provocando por tanto que la lámina 1a de fibras de refuerzo quede holgada en la sección 40 de recubrimiento.

<Mecanismo de regulación de la anchura>

- 15 En la descripción del primer método de producción y el segundo método de producción, anteriormente se ha descrito un caso en el que los elementos 24a y 24b de pared lateral sirven para el fin de regulación de anchura, pero, tal como se muestra en la figura 10, también es posible proporcionar mecanismos 27a y 27b de regulación de la anchura entre los elementos 24a y 24b de pared lateral y llevar a cabo una regulación de anchura usando tales mecanismos. Esto es preferible porque la capacidad de cambiar libremente la anchura regulada por los mecanismos de regulación de la anchura hace posible usar una sección de recubrimiento para producir diferentes láminas de fibras de refuerzo impregnadas con resina de matriz que tienen diversas anchuras. En este caso, la relación entre la anchura (W) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz inmediatamente debajo de la sección estrechada y la anchura (L2) regulada por los mecanismos de regulación de la anchura en los extremos inferiores de los mecanismos de regulación de la anchura es preferiblemente $L2 \leq W + 10$ (mm), más preferiblemente $L2 \leq W + 2$ (mm). Además, es preferible realizar ajustes de modo que el límite inferior de L2 sea igual o superior a $W - 5$ (mm), más preferiblemente igual o superior a W (mm), desde el punto de vista de potenciar la uniformidad de la dimensión en la dirección de anchura del material 1b preimpregnado de lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. Ninguno de la forma y el material del mecanismo de regulación de la anchura está limitado a ninguno en particular, y un tipo de cojinete de tipo placa resulta fácil y conveniente y, por consiguiente, preferible. Además, permitir que el mecanismo de regulación de la anchura tenga una anchura menor que la distancia entre los elementos 21a y 21b constituyentes de pared en la porción superior, es decir, cerca de la superficie de líquido (tal como se observa en la figura 10, la anchura se refiere a la longitud vertical del mecanismo de regulación de la anchura en la "vista observada en la dirección Z") resulta preferible porque una anchura de este tipo hace posible no obstruir el flujo horizontal de la resina de matriz. Por otro lado, la forma desde la porción central hasta la porción inferior del mecanismo de regulación de la anchura es preferiblemente conforme a la forma interna de la sección de recubrimiento porque tal conformidad puede hacer posible suprimir la retención de la resina de matriz en el recipiente de líquido y suprimir la degradación de la resina de matriz. En este sentido, el mecanismo de regulación de la anchura se inserta preferiblemente en la sección 23 estrechada. La figura 10 muestra un ejemplo de un cojinete 27 de tipo placa como mecanismo de regulación de la anchura, y muestra un ejemplo en el que la porción desde la porción central hasta la porción inferior del cojinete es conforme a la forma en sección decreciente del recipiente 22 de líquido y en el que la porción se inserta en la sección 23 estrechada. La figura 10 muestra un ejemplo en el que L2 es constante desde la superficie de líquido hasta la salida, pero la anchura que va a regularse puede variar dependiendo del sitio en la medida en que se cumpla el propósito del mecanismo de regulación de la anchura. El mecanismo de regulación de la anchura puede fijarse en la sección 20 de recubrimiento mediante un método arbitrario, y fijar el mecanismo de un cojinete 27 de tipo placa en una pluralidad de sitios en la dirección vertical puede hacer posible suprimir la variación de la anchura de regulación debido a la deformación del cojinete 27 de tipo placa provocada por una alta presión de líquido. Por ejemplo, usar un puntal para la porción superior e insertar la porción inferior en la sección de recubrimiento hace que sea fácil regular la anchura mediante el mecanismo de regulación de la anchura y, por consiguiente, es preferible.

- Alternativamente, el mecanismo de regulación de la anchura puede proporcionarse de la manera mencionada a continuación en el tercer método de producción. La figura 11 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 40 de recubrimiento en la figura 7, tal como se observa en la dirección B. Con fines de explicación, se omite el elemento 21b constituyente de pared. El grupo de barras 35 en la figura 11 están en forma de una columna que tiene una sección transversal uniforme. Cuando se pone una lámina 1a de fibras de refuerzo en contacto con las barras 35 mientras se desplaza en la dirección verticalmente hacia abajo Z en la sección 40 de recubrimiento en la figura 11, no sólo se impregna el interior de la lámina 1a de fibras de refuerzo con una resina 2 de matriz llevada al interior de la división entre la lámina 1a de fibras de refuerzo y la barra 35, sino que además la resina de matriz fluye y se purga desde ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo en la dirección E en la figura 11. En casos en los que un material unidireccional (material de base UD) en el que las fibras 1 de refuerzo están dispuestas de manera unidireccional se usa como lámina 1 de fibras de refuerzo, las fibras en ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo se arrastran en el flujo y se extienden en la dirección E en la figura 11, con el resultado de que se cambia la anchura de la lámina 1a de fibras de refuerzo o de que se reduce la densidad de las fibras en ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo, haciendo que sea imposible obtener un material 1b preimpregnado que tiene una calidad uniforme. Alternativamente, en

casos en los que se usa un material textil de fibras de refuerzo como lámina 1a de fibras de refuerzo, se tira de ambos extremos del material textil de fibras de refuerzo mediante el flujo de la resina 2 de matriz y puede cambiarse de manera no deseada la anchura. En un caso peor, ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo se desprenden del grupo de barras 35, planteando la posibilidad de que la lámina ya no pueda desplazarse.

La figura 12 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 41 de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 11. La sección 41 de recubrimiento en la figura 12 incluye un grupo de barras 36 que tienen elementos de regulación de la anchura en ambos extremos de las mismas en lugar del grupo de barras 35 que tienen una sección transversal uniforme. En la sección 41 de recubrimiento en la figura 12, una lámina 1a de fibras de refuerzo se pone en contacto con el grupo de barras 36 mientras se desplaza en la dirección verticalmente hacia abajo Z, y se impide que la lámina 1a de fibras de refuerzo se extienda en la dirección E en la figura 12, haciendo posible mantener la densidad de las fibras de la lámina 1a de fibras de refuerzo de manera uniforme. Además, ninguno de los extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo se desprenderá del grupo de barras 36. El elemento de regulación de la anchura puede ser un elemento de tipo disco que tiene un gran diámetro y unido a cada uno de ambos extremos de cada barra, tal como se muestra en la figura 13, o puede ser cada una de dos placas paralelas entre las cuales están intercaladas una pluralidad de barras, tal como se muestra en la figura 14. Alternativamente, tal como se muestra en la figura 15, los elementos 24 de placa lateral de un recipiente de líquido pueden estar en contacto con el grupo de barras 36 de modo que los elementos 24 de placa lateral pueden ser elementos de regulación de la anchura. En casos en los que se usa el elemento de regulación de la anchura mostrado en la figura 13, el diámetro d2 del elemento de tipo disco en cada uno de ambos extremos de la barra satisface preferiblemente la relación $d2 \geq d1 + 1$ (mm). Se pretende que esto impida que la lámina 1a de fibras de refuerzo se desprenda de ambos extremos de la barra. Además, sólo se necesita que el grosor W3 del elemento de tipo disco sea lo suficientemente grande como para no deformar el elemento de tipo disco empujado por la lámina 1a de fibras de refuerzo. Específicamente, W3 es preferiblemente de 1 mm o más.

En la sección 41 de recubrimiento en la figura 12, la separación W2 dentro de los elementos de regulación de la anchura del grupo de barras 36 es preferiblemente igual a, o más corta que, la anchura W1 de la salida de tipo hendidura. Esto se debe a que, si la separación W2 entre los elementos de regulación de la anchura del grupo de barras 36 es más ancha que la anchura W1 de la salida de tipo hendidura, la lámina 1a de fibras de refuerzo que tiene una anchura ensanchada por el grupo de barras 36 pasa a través de la salida de tipo hendidura que tiene una anchura más estrecha y, por tanto, ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo rozan contra la salida de tipo hendidura, suponiendo un peligro de generación de pelusa. Alternativamente, si la separación W2 entre los elementos de regulación de la anchura del grupo de barras 36 es demasiado estrecha con respecto a la anchura W1 de la salida de tipo hendidura, la lámina 1a de fibras de refuerzo estrecha que ha pasado a través del grupo de barras 36 se ensancha rápidamente en la salida de tipo hendidura y, por tanto, en algunos casos se perturba la disposición de fibras en ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo. Específicamente, si la diferencia entre la separación W2 entre los elementos de regulación de la anchura del grupo de barras 36 y la anchura W1 de la salida de tipo hendidura es de más de 10 mm, en algunos casos se perturba la disposición de fibras en ambos extremos de la lámina 1a de fibras de refuerzo. A la vista de esto, es preferible que la separación W2 entre los elementos de regulación de la anchura del grupo de barras 36 y la anchura W1 de la salida de tipo hendidura satisfagan la relación, $0 \leq W1 - W2 \leq 10$ (mm). La relación es más preferiblemente $0 \leq W1 - W2 \leq 5$ (mm), todavía más preferiblemente $W1 - W2 = 0$ ($W1 = W2$).

<Forma del recipiente de líquido>

Tal como se describió anteriormente en detalle, es importante en la presente invención que permitir que el área en sección transversal disminuya de manera continua en la dirección de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo en el recipiente 22 de líquido aumenta la presión de líquido en la dirección de desplazamiento de lámina de fibras de refuerzo y, en este caso, la forma del área en sección transversal que disminuye de manera continua en la dirección de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo no está limitada a ninguna en particular siempre que la forma permita que la presión de líquido aumente de manera continua en la dirección de desplazamiento. La forma puede ser una en sección decreciente (lineal) o mostrar una forma curva tal como una forma de trompeta en la vista en sección transversal del recipiente de líquido. Además, la porción con área en sección transversal decreciente puede ser continua a lo largo de toda la longitud del recipiente de líquido, o el recipiente de líquido puede contener una parte en la que el área en sección transversal no disminuye o, por el contrario, aumenta, en la medida en que pueda lograrse el objetivo y efecto de la presente invención. Esto se describirá en detalle a continuación con referencia a las figuras 16 a 19.

La figura 16 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20b de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 4. La sección 20b de recubrimiento es la misma que la sección 20 de recubrimiento en la figura 4 excepto porque los elementos 21c y 21d constituyentes de pared que constituyen el recipiente 22 de líquido tienen una forma diferente. Como en la sección 20b de recubrimiento en la figura 16, el recipiente 22 de líquido puede dividirse en la región 22a en la que el área en sección transversal disminuye de manera continua en la dirección verticalmente hacia abajo Z y la región 22b en la que el área en sección

transversal no disminuye. Con respecto a esto, la altura vertical H a lo largo de la cual el área en sección transversal disminuye de manera continua es preferiblemente de 10 mm o más. La altura vertical H a lo largo de la cual el área en sección transversal disminuye de manera continua es más preferiblemente de 50 mm o más. Esto proporciona ciertamente una distancia a lo largo de la cual la resina 2 de matriz que acompaña a la lámina 1a de fibras de refuerzo se comprime en la región 22a en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua, mediante lo cual la presión de líquido generada en la porción inferior del recipiente 22 de líquido puede aumentarse suficientemente. Por consiguiente, esto hace posible obtener el efecto de permitir que la presión de líquido impida que la pelusa obstruya la sección 23 estrechada y el efecto de permitir que la presión de líquido induzca la impregnación de la lámina 1a de fibras de refuerzo con la resina 2 de matriz.

En casos en los que, como en la sección 20 de recubrimiento en la figura 4 y la sección 20b de recubrimiento en la figura 16, la región 22a en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua presenta sección decreciente, cuanto menor es el ángulo de apertura θ de la sección decreciente, más se prefiere, y específicamente, el ángulo es preferiblemente un ángulo agudo (90° o menos). Esto hace posible que se potencie el efecto de comprimir la resina 2 de matriz en la región 22a (porción en sección decreciente) en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua, y que sea más fácil obtener una alta presión de líquido.

La figura 17 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20c de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 16. La sección 20c de recubrimiento es la misma que la sección 20b de recubrimiento en la figura 16 excepto porque los elementos 21e y 21f de constituyentes de pared que constituyen el recipiente 22 de líquido forman una sección decreciente en dos niveles. De esta manera, la región 22a en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua puede estar constituida por una porción con múltiples secciones decrecientes compuesta por dos o más niveles. Con respecto a esto, el ángulo de apertura θ de la porción en sección decreciente más cerca de la sección 23 estrechada es preferiblemente un ángulo agudo, desde el punto de vista de potenciar el efecto de compresión anteriormente mencionado. También en este caso, la altura H de la región 22a a lo largo de la cual el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua es preferiblemente de 10 mm o más. La altura vertical H a lo largo de la cual el área en sección transversal disminuye de manera continua es más preferiblemente de 50 mm o más. Tener una porción en sección decreciente de múltiples niveles como región 22a en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua, como en la figura 17, hace posible mantener el volumen de la resina 2 de matriz que puede almacenarse en el recipiente 22 de líquido, y al mismo tiempo, disminuir el ángulo θ de la porción en sección decreciente más cerca de la sección 23 estrechada. Esto aumenta la presión de líquido provocada en la porción inferior del recipiente 22 de líquido y puede potenciar adicionalmente el efecto de eliminación de pelusa y el efecto de impregnación de la resina 2 de matriz.

La figura 18 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20d de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 16. La sección 20d de recubrimiento es la misma que la sección 20b de recubrimiento en la figura 16 excepto porque los elementos 21g y 21h constituyentes de pared que constituyen el recipiente 22 de líquido forman un nivel. De esta manera, permitir que la porción más inferior del recipiente 22 de líquido tenga la región 22a en la que el área en sección transversal disminuye de manera continua hace posible obtener el efecto de aumentar la presión de líquido, en el que el efecto es un objetivo de la presente invención y, por consiguiente, la otra parte del recipiente 22 de líquido puede incluir una región 22c en la que el área en sección transversal disminuye de manera intermitente. Permitir que el recipiente 22 de líquido tenga una forma de este tipo como en la figura 21 hace posible que se mantenga la forma de la región 22a en la que el área en sección transversal disminuye de manera continua y, al mismo tiempo, que la profundidad B del recipiente 22 de líquido se agrande para aumentar el volumen de la resina 2 de matriz que puede almacenarse. Como resultado, incluso en casos en los que la resina 2 de matriz no puede suministrarse al interior de la sección 20d de recubrimiento de manera continua, la resina 2 de matriz puede seguir proporcionándose a la lámina 1a de fibras de refuerzo durante un tiempo prolongado, mediante lo cual puede potenciarse la productividad del material 1b preimpregnado de lámina de fibras de refuerzo.

La figura 19 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 20e de recubrimiento según una realización distinta de la de la figura 16. La sección 20e de recubrimiento es la misma que la sección 20b de recubrimiento en la figura 16 excepto porque los elementos 21i y 21j constituyentes de pared que constituyen el recipiente 22 de líquido forman una forma de trompeta (forma curva). En la sección 20b de recubrimiento en la figura 16, la región 22a en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua presenta sección decreciente (lineal), pero, sin limitación a esto, puede tener, por ejemplo, forma de trompeta (forma curva) como en la figura 19. Sin embargo, la porción inferior del recipiente 22 de líquido y la porción superior de la sección 23 estrechada están preferiblemente conectadas de manera suave. Esto es porque cualquier escalón en el límite entre la porción inferior del recipiente 22 de líquido y la porción superior de la sección 23 estrechada hace que la lámina 1a de fibras de refuerzo quede atrapada en el escalón, en el que se generará pelusa de manera indeseable. En casos en los que, de esta manera, la región en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua tiene forma de trompeta, el ángulo

de apertura θ entre las líneas de tangente virtual de la región 22a más inferior en la que el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua es preferiblemente un ángulo agudo.

5 Con respecto a esto, la descripción anterior ilustra un ejemplo en el que el área en sección transversal disminuye suavemente, pero el área en sección transversal del recipiente de líquido en la presente invención no tiene que disminuir necesariamente de manera suave, en la medida en que el objetivo de la presente invención no se vea afectado.

10 La figura 20 es una vista en sección transversal de detalle de la sección 30 de recubrimiento según una realización distinta de la de la presente invención. De manera diferente con respecto a una realización de la presente invención, el recipiente de líquido 32 en la figura 20 no contiene una región en la que el área en sección transversal disminuye de manera continua en la dirección vertical hacia abajo Z, sino que el recipiente de líquido 32 está configurado de tal manera que el área en sección transversal disminuye de manera discontinua y repentina en el límite 33 con la sección 23 estrechada. Esto hace que sea más probable que la lámina 1a de
15 fibras de refuerzo provoque una obstrucción en la sección estrechada.

<Mecanismo de desplazamiento>

20 Los rodillos conocidos o similares pueden usarse de manera adecuada como mecanismo de desplazamiento para transportar una lámina de fibras de refuerzo y el material preimpregnado según la presente invención. En la presente invención, la lámina de fibras de refuerzo se transporta verticalmente hacia abajo y, por consiguiente, los rodillos están preferiblemente dispuestos por encima y por debajo de la sección de recubrimiento, que está entre los rodillos.

25 Además, en la presente invención es preferible que el trayecto de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo sea lo más lineal posible con el fin de suprimir la perturbación de la disposición y la generación de pelusa de las fibras de refuerzo. Adicionalmente, en una etapa de transportar un objeto integrado de tipo lámina que es una estructura laminada de un material preimpregnado y una lámina desprendible, es preferible que el trayecto de desplazamiento del objeto integrado de tipo lámina también sea lo más lineal posible, porque una
30 curva, si la hay, en la etapa de transporte genera arrugas debido a una diferencia de perímetro entre la capa interna y la capa externa en algunos casos. Desde este punto de vista, más preferiblemente se usan rodillos de presión en el trayecto de desplazamiento del objeto integrado de tipo lámina.

35 Cuáles de rodillos dispuestos en forma de S y rodillos de presión deben usarse puede determinarse de manera adecuada según las condiciones de producción y las características de producto.

<Impregnación adicional>

40 En la presente invención, la impregnación avanza en la sección de recubrimiento y, después de esto, puede llevarse a cabo un procedimiento de impregnación adicional para hacer avanzar adicionalmente la impregnación.

45 En la presente invención, particularmente en casos en los que la resina 2 de matriz calentada hasta una temperatura superior a la temperatura ambiente se aplica a la lámina 1a de fibras de refuerzo, la temperatura de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz inmediatamente debajo de la sección 20 de recubrimiento es superior a la temperatura ambiente. Debido a esto, el material preimpregnado que ha salido de la sección de recubrimiento y después se ha sometido inmediatamente a un procedimiento de impregnación adicional no se enfría hasta temperatura ambiente y, por tanto, se hace posible omitir o simplificar un dispositivo de calentamiento, tal como una placa térmica, para recalentar la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. En la presente invención, se incluye un dispositivo 19 de impregnación adicional
50 inmediatamente debajo de la sección de recubrimiento y llevar a cabo el procedimiento de impregnación adicional hace posible obtener un material 1c preimpregnado ajustado hasta un grado de impregnación deseado. Debido a esto, la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio de la impregnación adicional es de 1 m o menos. N es preferiblemente de 0,5 m o menos.

55 En el primer método de producción, un dispositivo de calentamiento sin contacto está dispuesto como dispositivo de impregnación adicional, permitiendo llevar a cabo el procedimiento de impregnación adicional mediante calentamiento sin contacto, tal como se muestra en la figura 1. En este caso, la temperatura de la resina de matriz contenida en la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz puede aumentarse para reducir la viscosidad de la resina de modo que puede hacerse avanzar la impregnación mediante fenómenos capilares. Con este fin, es importante que se satisfaga la fórmula 1 suponiendo que la temperatura de superficie de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz es P2 (°C) en el momento de completarse el calentamiento y que la temperatura de la resina de matriz almacenada en el interior de la sección de recubrimiento es M (°C),
60

65
$$M \leq P2 \quad (\text{Fórmula 1}).$$

P2 (°C) es preferiblemente M + 30 (°C) o más, en cuyo caso la impregnación se hace avanzar más fácilmente, y esto es preferible. En este caso, la distancia desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio de impregnación adicional es la distancia N2 desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio de calentamiento del dispositivo de calentamiento de un tipo sin contacto (véase la figura 26).

5 Los ejemplos de medios de calentamiento sin contacto que pueden usarse incluyen radiación infrarroja, radiación de infrarrojo lejano, láser, medios de calentamiento (por ejemplo, vapor y similares) y similares. La radiación infrarroja es la más conveniente y, por tanto, es preferible. La distancia de calentamiento no está limitada a ningún valor particular siempre que pueda calentarse la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz hasta una temperatura deseada. La distancia de calentamiento es preferiblemente de 1 m o menos en el sentido de que una distancia de este tipo hace posible simplificar el dispositivo. La distancia de calentamiento es preferiblemente de 0,5 m o menos.

15 Además, el uso de un dispositivo de calentamiento sin contacto conduce a no llevar a cabo ningún prensado sobre la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz y, por tanto, en algunos casos hace, por ejemplo, que la tensión de superficie de la resina de matriz perturbe la capa de fibras de refuerzo. Debido a esto, el procedimiento de impregnación adicional se lleva a cabo mediante calentamiento sin contacto, preferiblemente seguido por prensado de modo que puede hacerse que la forma del material preimpregnado y la forma y disposición de la capa de fibras de refuerzo sean adecuadas. Los ejemplos de medios de prensado que pueden usarse incluyen rodillos de presión, rodillos dispuestos en forma de S y similares.

20 A continuación, en el segundo método de producción, puede usarse un dispositivo de impregnación adicional que incluye unos medios de prensado, tal como se muestra en la figura 2b y la figura 2c. En el segundo método de producción, la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional es de 1 m o menos, y permitir que la temperatura de superficie P (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional satisfaga la relación de la fórmula 2 con la temperatura M (°C) de la resina de matriz almacenada en la sección de recubrimiento hace posible hacer que el dispositivo sea compacto o simplificar el dispositivo de calentamiento y, al mismo tiempo, obtener un grado de impregnación deseado.

$$30 \quad M - 30 \leq P \quad (\text{Fórmula 2})$$

35 La temperatura M (°C) de la resina de matriz almacenada en la sección 20 de recubrimiento puede medirse usando un termopar. La temperatura de superficie P (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional puede medirse usando un termómetro por radiación. Con respecto a esto, la emisividad varía dependiendo del objeto de medición, pero de manera uniforme se usa una emisividad de 0,95 para la medición. La temperatura de superficie P (°C) de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz se mide en una posición de medición ubicada a una distancia de 10 cm que empieza hacia la sección 20 de recubrimiento desde el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional. En algunos de los casos en los que la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional es de menos de 10 cm, tal medición es difícil en cuanto a la manipulación, y se realiza una medición de la temperatura de superficie P (°C) de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz ubicada lo más cerca posible del punto de inicio del prensado. Con respecto a esto, el punto de medición es el centro de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en la dirección de anchura. Un ejemplo de un termómetro que puede usarse para la medición es un termómetro de radiación infrarroja AD-5611A (con la emisividad establecida y fijada a 0,95; fabricado por A&D Company, Limited).

45 En el primer método de producción y el segundo método de producción, la impregnación adicional de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz inmediatamente debajo de la sección 20 de recubrimiento se denomina procedimiento de impregnación adicional para distinguirse del procedimiento de impregnación en la sección de recubrimiento, y una lámina obtenida mediante el procedimiento de impregnación adicional se denomina material 1c preimpregnado.

55 Además, tal como se muestra en la figura 2c, aplicar la lámina 3 desprendible hace posible evitar que la resina de matriz contamine los rodillos y el dispositivo que se ponen en contacto con la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz y el material 1c preimpregnado en el procedimiento de producción en la presente invención y potenciar las propiedades de desplazamiento de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz y el material 1c preimpregnado y, por tanto, la lámina 3 desprendible puede aplicarse a la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de que la lámina se someta al procedimiento de impregnación adicional. En casos en los que la resina 2 de matriz calentada hasta una temperatura superior a la temperatura ambiente se aplica a la lámina 1a de fibras de refuerzo, la lámina 3 desprendible que va a aplicarse en la presente invención puede calentarse antes de aplicarse la lámina 3 desprendible a la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. Calentar la lámina 3 desprendible antes de aplicar la lámina puede evitar que la temperatura de superficie de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz puesta en contacto con la lámina desprendible disminuya

significativamente, permite impedir que disminuya el grado de impregnación y, por tanto, es preferible. Por tanto, calentar esta lámina 3 desprendible antes de aplicar la lámina hace posible omitir o simplificar el dispositivo de calentamiento en el dispositivo de impregnación adicional. En casos en los que la temperatura de superficie T (°C) de la lámina desprendible antes de aplicarse a la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz es muy inferior a la temperatura de superficie K (°C) de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicar la lámina desprendible a la misma, el efecto de omitir o simplificar el dispositivo es bajo. A la inversa, en casos en los que la temperatura de superficie T (°C) de la lámina desprendible antes de ponerse en contacto con la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz es demasiado alta, la resina de matriz sobresale de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz durante el procedimiento de impregnación adicional, haciendo que sea difícil continuar el procedimiento de impregnación adicional. Debido a esto, establecer T y K en un intervalo que satisface la fórmula 3 mencionada a continuación hace posible obtener un alto grado de impregnación y además impedir que sobresalga la resina de matriz y, por tanto, es preferible.

$$K - 10 \leq T \leq K + 50 \quad (\text{Fórmula 3}).$$

El dispositivo de calentamiento para calentar la lámina 3 desprendible no está limitado a ningún dispositivo particular y los ejemplos de diversos medios de calentamiento que pueden usarse incluyen calentamiento por aire, calentamiento por infrarrojos, calentamiento por infrarrojos lejanos, calentamiento por láser, calentamiento por contacto, calentamiento por medio de calentamiento (vapor) y similares.

Con respecto a esto, la temperatura de superficie P (°C) de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional, la temperatura de superficie T (°C) de la lámina desprendible antes de aplicarse a la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz, y la temperatura de superficie K (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicar la lámina desprendible a la misma, pueden medirse usando un termómetro de radiación. La emisividad varía dependiendo del objeto de medición, pero de manera uniforme se usa una emisividad de 0,95 para la medición. En un ejemplo, puede realizarse una medición usando un termómetro de radiación infrarroja AD-5611A (con la emisividad establecida y fijada a 0,95; fabricado por A&D Company, Limited). La temperatura de superficie P (°C) de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de someterse al procedimiento de impregnación adicional y después de aplicar la lámina 3 desprendible a la misma no puede medirse directamente y, por tanto, se mide la temperatura de superficie de la lámina desprendible aplicada como P (°C). Al llevar a cabo la medición, la posición de medición de P está ubicada a una distancia de 10 cm que empieza hacia la sección 20 de recubrimiento desde el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional. En algunos de los casos en los que la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional es de menos de 10 cm o en algunos de los casos en los que la distancia desde el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional hasta la posición en la que se pone la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en contacto con la lámina desprendible es de menos de 10 cm, la medición es difícil en cuanto a la manipulación, pero la medición debe realizarse en una posición lo más cerca posible del punto de inicio del prensado. Con respecto a la posición de medición de la temperatura de superficie T (°C) de la lámina 3 desprendible, la medición se realiza a una distancia de 10 cm que empieza hacia el dispositivo 18 de suministro de lámina desprendible desde una posición en la que se pone la lámina 3 desprendible en contacto con la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. Con respecto a esto, el punto de medición es el centro de la lámina 3 desprendible en la dirección de anchura. La temperatura de superficie K (°C) de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicar la lámina desprendible a la misma se mide en una posición de medición ubicada a una distancia de 10 cm que empieza hacia la sección 20 de recubrimiento desde una posición en la que se pone la lámina 1b en contacto con la lámina 3 desprendible. En casos en los que la distancia desde la salida de la sección de recubrimiento hasta la posición en la que se pone la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en contacto con la lámina 3 desprendible es de menos de 10 cm, la medición debe realizarse en una posición lo más cerca posible de la posición en la que se pone la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en contacto con la lámina desprendible. Con respecto a esto, el punto de medición es el centro de la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en la dirección de anchura. Con respecto a esto, la temperatura de superficie P2 (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en el punto de terminación del calentamiento en el primer método de producción también puede medirse usando un termómetro de radiación de la misma manera. La temperatura de superficie del material preimpregnado se mide en una posición de medición 10 cm aguas abajo de un dispositivo de calentamiento sin contacto.

En el segundo método de producción, el método de prensado en el dispositivo 19 de impregnación adicional no está limitado a ningún método particular. Los ejemplos preferibles del mismo incluyen: un método de rodillo de presión que hace posible reducir el diámetro de rodillo, presión establecida y longitud de contacto a lo largo de la cual el material preimpregnado está en contacto con el rodillo y hace posible hacer que el dispositivo sea más pequeño; y un método de rodillos dispuestos en forma de S que permite fijar una zona de prensado más ancha, haciendo por tanto posible obtener una capacidad de captación así como lograr la impregnación. En casos en los que el método de prensado es un método de rodillo de presión, una carga de impregnación obtenida dividiendo

una fuerza aplicada a un rodillo de presión entre una anchura de material preimpregnado es preferiblemente de 0,1 N/mm a 40 N/mm o menos. En casos en los que la carga es demasiado baja, el grado de impregnación es bajo. En algunos de los casos en los que la carga es demasiado alta, la resina de matriz sobresale en la dirección de anchura, o la anchura del material preimpregnado se ensancha excesivamente, haciendo que sea imposible obtener un material preimpregnado que tenga un peso por unidad de superficie objetivo.

Además, en casos en los que la resina de matriz calentada hasta una temperatura superior a la temperatura ambiente se aplica a la lámina 1a de fibras de refuerzo y, al mismo tiempo, en los que se usa un rodillo para prensar en el procedimiento de impregnación adicional, el rodillo tiene preferiblemente un mecanismo de calentamiento. Esto hace posible impedir que la temperatura de superficie de una lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz disminuya y obtener una alta propiedad de impregnación. Además, el dispositivo de impregnación adicional puede tener un dispositivo de calentamiento que va a usarse antes del prensado. Calentar la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de prensarla aumenta la temperatura de la resina de matriz y disminuye la viscosidad de la resina de matriz en la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz, logrando por tanto una alta propiedad de impregnación, pero es necesario prestar atención a la posibilidad de que el dispositivo sea uno a gran escala. Para potenciar la propiedad de impregnación, sólo se necesita que la viscosidad de la resina de matriz en la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz sea baja antes del prensado en el procedimiento de impregnación adicional. Con este fin, la viscosidad de la resina de matriz en la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del prensado es preferiblemente de 80 Pa·s o menos, tal como se mide a una tasa de deformación de $3,14 \text{ s}^{-1}$. Con respecto a esto, es difícil medir directamente la viscosidad de la resina de matriz en la lámina 1b de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del prensado y, por tanto, la viscosidad de la resina de matriz es preferiblemente de 80 Pa·s o menos tal como se mide a una tasa de deformación de $3,14 \text{ s}^{-1}$ a la temperatura de superficie anteriormente mencionada P (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de entrar en el procedimiento de impregnación adicional.

Uno cualquiera de los dispositivos anteriormente mencionados puede seleccionarse de manera adecuada como otro dispositivo de impregnación adicional. Por ejemplo, tal como se describe en los documentos JP2011-132389A y WO2015/060299, la impregnación puede fomentarse precalentando una estructura laminada de un haz de fibras de carbono de tipo lámina y una resina en una placa térmica y ablandar suficientemente la resina sobre el haz de fibras de carbono de tipo lámina, seguido por usar un dispositivo para prensar con rodillos de presión que también se calientan. La temperatura de la placa térmica y la temperatura de superficie de los rodillos de presión para el precalentamiento, la presión lineal de los rodillos de presión y el diámetro y número de los rodillos de presión pueden seleccionarse de manera adecuada para lograr un grado de impregnación deseado. Alternativamente, también es posible usar tales "rodillos de envuelta en S" tal como se describe en el documento WO2010/150022, en el que una lámina de material preimpregnado se desplaza en forma de S a través de los rodillos de envuelta en S. En la presente invención, los "rodillos de envuelta en S" se denominan simplemente "rodillos dispuestos en forma de S". La figura 1 en el documento WO2010/150022 describe un ejemplo en el que una lámina de material preimpregnado se desplaza en forma de S, pero la longitud de contacto entre la lámina y el rodillo pueden ajustarse en forma de U, forma de V o forma de A siempre que pueda llevarse a cabo la impregnación. Además, pueden añadirse rodillos de contacto opuestos en casos en los que se aumenta la presión de impregnación para potenciar el grado de impregnación. Además, tal como se describe en la figura 4 en el documento WO2015/076981, también es posible intentar aumentar la velocidad de producción de material preimpregnado disponiendo una cinta transportadora opuesta a "rodillos de envuelta en S" y de ese modo potenciar la eficiencia de impregnación. Alternativamente, tal como se describe en los documentos WO2017/068159, JP2016-203397A y similares, también es posible potenciar la eficiencia de impregnación sometiendo material preimpregnado a ultrasonificación para calentar rápidamente el material preimpregnado antes de la impregnación. Alternativamente, tal como se describe en el documento JP2017-154330A, también es posible usar un dispositivo de impregnación en el que se hace vibrar una pluralidad de "palas de compresión" mediante un generador de ultrasonidos. Alternativamente, tal como se describe en el documento JP2013-22868A, también es posible plegar un material preimpregnado y llevar a cabo la impregnación.

<Grado de impregnación>

El estado de impregnación con una resina de matriz en un material preimpregnado obtenido mediante un método de producción según la presente invención puede comprobarse escindiendo un material preimpregnado muestreado y observando visualmente si el interior del material preimpregnado está impregnado. De manera más cuantitativa, la impregnación puede evaluarse, por ejemplo, mediante un método de desprendimiento. La medición de la razón de impregnación de la resina de matriz mediante un método de desprendimiento puede llevarse a cabo de la siguiente manera. Es decir, se intercala un material preimpregnado muestreado entre cintas adhesivas, se desprenden y se separan la fibra de refuerzo a la que se ha adherido la resina de matriz y la fibra de refuerzo a la que no se ha adherido la resina de matriz. Después, la razón de la masa de la fibra de refuerzo a la que se ha adherido la resina de matriz con respecto a la masa de toda la lámina de fibras de refuerzo que se ha usado puede considerarse como una razón de impregnación de la resina de matriz basándose en un método de desprendimiento. Desde el punto de vista de la manipulación de un material preimpregnado, es preferible que el grado de impregnación sea del 80 % o más basándose en un método de desprendimiento.

<Dispositivo de captación de alta tensión>

5 En la presente invención, es preferible que un dispositivo de captación de alta tensión para retirar el material preimpregnado a partir de la sección de recubrimiento esté dispuesto aguas abajo de la sección de recubrimiento en el procedimiento. Esto es porque se genera alta fuerza de fricción y tensión de cizalladura entre la lámina de fibras de refuerzo y la resina de matriz en la sección de recubrimiento y, por consiguiente, es preferible que se genere una alta tensión de captación aguas abajo en el procedimiento, con el fin de superar la alta fuerza de fricción y la tensión de cizalladura y retirar el material preimpregnado. Como dispositivo de captación de alta
10 tensión, pueden usarse rodillos de presión, rodillos dispuestos en forma de S y similares y, en cualquier caso de los mismos, potenciar la fuerza de fricción entre los rodillos y el material preimpregnado puede evitar el deslizamiento y lograr un desplazamiento estable. Para lograr esto, es preferible disponer un material de alto coeficiente de fricción sobre la superficie del rodillo, aumentar la presión de línea de contacto o aumentar la presión de prensado del material preimpregnado contra los rodillos dispuestos en forma de S. Los rodillos
15 dispuestos en forma de S hacen posible controlar más fácilmente la fuerza de fricción basándose en el diámetro de rodillo y la longitud de contacto y, por consiguiente, son más preferibles, desde el punto de vista de prevenir el deslizamiento.

<Dispositivo de suministro de lámina desprendible y dispositivo de enrollado>

20 Pueden usarse de manera adecuada un dispositivo de suministro de lámina desprendible y un dispositivo de enrollado en la producción de material preimpregnado o FRP usando la presente invención. Como dispositivo de este tipo, puede usarse cualquiera conocido y, en cualquier caso, es preferible desde el punto de vista de desplazar la lámina de manera estable que un dispositivo de este tipo incluya un mecanismo para hacer que sea posible alimentar una tensión de desenrollado o de enrollado de vuelta a la velocidad de desenrollado o de
25 enrollado.

<Anchura de material preimpregnado>

30 Un material preimpregnado que es una clase de precursor de FRP es una forma de la lámina de fibras de refuerzo obtenida en la presente invención y, por consiguiente, a continuación se describirá un caso en el que se aplica la presente invención a aplicaciones de FRP, en el que la lámina de fibras de refuerzo se denomina material preimpregnado.

35 La anchura de un material preimpregnado no está limitada a ninguna en particular, y la anchura puede ser amplia, de decenas de centímetros a aproximadamente dos metros, o puede ser de tipo cinta, de varios milímetros a decenas de milímetros. La anchura puede seleccionarse según la aplicación. En los últimos años, un dispositivo denominado ATL (disposición automática de cintas) o AFP (colocación automática de fibras) en el que se laminan automáticamente materiales preimpregnados estrechos o cintas de material preimpregnado se
40 ha usado ampliamente para realizar una etapa de laminación de material preimpregnado más eficiente, y la anchura también está preferiblemente adaptada a un dispositivo de este tipo. Con frecuencia ATL implica el uso de materiales preimpregnados estrechos que tienen una anchura de aproximadamente 7,5 cm, aproximadamente 15 cm y aproximadamente 30 cm, y con frecuencia AFP implica el uso de cintas de material preimpregnado que tienen una anchura de aproximadamente 3 mm a aproximadamente 25 mm.

45 Un método de obtención de un material preimpregnado que tiene una anchura deseada no está limitado a ninguno en particular, y puede usarse un método en el que un material preimpregnado ancho que tiene una anchura de aproximadamente 1 m a aproximadamente 2 m se corta longitudinalmente para dar materiales preimpregnados estrechos. Alternativamente, con el fin de simplificar u omitir la etapa de corte longitudinal, la anchura de la sección de recubrimiento usada en la presente invención puede ajustarse para ser una anchura deseada desde el principio. Por ejemplo, en casos en los que se produce un material preimpregnado estrecho que tiene una anchura de 30 cm para ATL, la anchura de la salida de la sección de recubrimiento puede ajustarse según la primera anchura. Además, con el fin de producir este material preimpregnado de manera eficiente, es preferible producir un producto que tiene una anchura de 30 cm yuxtaponer una pluralidad de tales
50 aparatos de producción permite producir materiales preimpregnados en una pluralidad de líneas usando los mismos dispositivos de desplazamiento, dispositivos de transporte, diversos rodillos y dispositivos de enrollado.

Además, pueden obtenerse cintas de material preimpregnado formando una lámina de fibras de refuerzo a partir de aproximadamente un hilo a tres hilos de haces de fibras de refuerzo de tipo cinta y dejando que la lámina de
60 fibras de refuerzo resultante pase a través de la sección de recubrimiento cuya anchura se ajusta para proporcionar una anchura de cinta deseada. Para cintas de material preimpregnado, particularmente se requiere con frecuencia la precisión de la anchura de cinta, desde el punto de vista de controlar el solapamiento en dirección transversal entre las cintas. Debido a esto, es preferible controlar la anchura de salida de sección de recubrimiento de manera más estricta y, en este caso, es preferible que L, L2 y W anteriormente mencionados satisfagan la(s) relación(es) de $L \leq W + 1 \text{ mm}$ y/o $L2 \leq W + 1 \text{ mm}$.

<Corte longitudinal>

El método de cortar longitudinalmente material preimpregnado no está limitado a ninguno en particular y puede usarse un dispositivo de corte longitudinal conocido. Un material preimpregnado puede cortarse longitudinalmente tras enrollarse una vez el material preimpregnado y montarse por separado en un dispositivo de corte longitudinal, o, para obtener eficiencia, puede disponerse una etapa de corte longitudinal de manera continua tras una etapa de producción de material preimpregnado sin enrollar una vez el material preimpregnado. Además, la etapa de corte longitudinal puede ser una etapa en la que un material preimpregnado amplio de 1 m o más se corta directamente de manera longitudinal para dar materiales preimpregnados que tienen una anchura deseada, o se corta una vez y se divide para dar materiales preimpregnados estrechos de aproximadamente 30 cm y después se corta de nuevo longitudinalmente para dar materiales preimpregnados que tienen una anchura deseada.

En este caso, en casos en los que la pluralidad anteriormente mencionada de secciones de recubrimiento para materiales preimpregnados estrechos o cintas de material preimpregnado están yuxtapuestas, pueden suministrarse las láminas desprendibles independientes respectivas, o puede laminarse una pluralidad de láminas de material preimpregnado sobre una lámina desprendible amplia que se ha suministrado. Los bordes en la dirección de anchura del material preimpregnado así obtenido pueden cortarse y suministrarse a un dispositivo de ATL o AFP. En este caso, la parte principal de los bordes que va a cortarse es de la lámina desprendible y, por consiguiente, la cantidad del componente de resina de matriz (el componente de resina en el caso de CFRP) que se adhiere a la cuchilla de corte longitudinal puede reducirse, dando como resultado que también resulta ventajoso porque puede prolongarse el ciclo de limpieza para la cuchilla de corte longitudinal.

<Mecanismo de suministro de resina de matriz>

En la presente invención, la resina de matriz se almacena en la sección de recubrimiento, pero es preferible rellenar la resina de matriz de manera adecuada porque el recubrimiento avanza.

El mecanismo para suministrar a la sección de recubrimiento una resina de matriz no está limitado a ninguno en particular, y puede usarse un dispositivo conocido. Suministrar a la sección de recubrimiento una resina de matriz de manera continua hace posible no perturbar la superficie de líquido en la parte superior de la sección de recubrimiento y estabilizar el desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo y, por consiguiente, es preferible. Por ejemplo, la resina de matriz puede suministrarse por su propio peso como fuerza impulsora a partir de un recipiente que almacena la resina de matriz, o suministrarse de manera continua usando una bomba o similar. Como bomba, puede usarse una bomba de engranajes, bomba de tubos, bomba de presión y similares de manera adecuada según las propiedades de la resina de matriz. Además, en casos en los que la resina de matriz es sólida a temperatura ambiente, preferiblemente se proporciona un dispositivo de fundido en la porción superior del recipiente de almacenamiento. Además, puede usarse una prensa extrusora continua y similares. En cuanto a la cantidad de suministro de la resina de matriz, preferiblemente se proporciona un mecanismo para permitir suministrar la resina de matriz de manera continua según la cantidad de recubrimiento de modo que el nivel de líquido de la resina de matriz en la porción superior en la sección de recubrimiento puede ser lo más constante posible. Para ello, por ejemplo, puede concebirse un mecanismo en el que se monitorizan el nivel de líquido y el peso de la sección de recubrimiento y se alimentan de vuelta a un dispositivo de suministro.

<Monitorización en línea>

Además, preferiblemente se proporciona un mecanismo para permitir monitorizar en línea la cantidad de recubrimiento con el fin de monitorizar la cantidad de recubrimiento. El método de monitorización en línea no está limitado a ninguno en particular y puede usarse uno conocido. Por ejemplo, como dispositivo para medición del grosor, por ejemplo, puede usarse un calibre de rayos β . En este caso, la cantidad de recubrimiento puede estimarse midiendo el grosor de una lámina de fibras de refuerzo y el grosor de un material preimpregnado y analizando la diferencia entre los grosores. La cantidad de recubrimiento monitorizada en línea puede alimentarse inmediatamente de vuelta a la sección de recubrimiento y usarse para ajustar la temperatura de la sección de recubrimiento y el hueco D en la sección 23 estrechada (véase la figura 2). No hace falta mencionar que la cantidad de recubrimiento monitorizada puede usarse como monitorización de defectos. En cuanto a la posición de medición de grosor, por ejemplo, en la figura 12, el grosor de la lámina 416 de fibras de refuerzo puede medirse en las inmediaciones del rodillo 419 de desviación, y el grosor del material preimpregnado puede medirse en las inmediaciones del dispositivo 444 de captación de alta tensión. Además, la monitorización de defectos en línea se lleva a cabo preferiblemente usando infrarrojos, infrarrojos cercanos, cámara (análisis de imágenes) y similares.

Un aparato de producción de material preimpregnado según la presente invención incluye: un mecanismo de desplazamiento para permitir que una lámina de fibras de refuerzo se desplace de manera sustancialmente vertical hacia abajo; un mecanismo de recubrimiento para aplicar una resina de matriz a la lámina de fibras de refuerzo para obtener una lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz; un mecanismo de impregnación adicional para al menos prensar la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz;

- un mecanismo de suministro de lámina desprendible para suministrar una lámina desprendible para aplicar la lámina desprendible a al menos una cara de la lámina impregnada con resina de matriz antes de llevar a cabo un procedimiento de impregnación adicional con la lámina impregnada con resina de matriz; y un mecanismo de calentamiento para calentar la lámina desprendible; en el que el mecanismo de recubrimiento puede almacenar un líquido de recubrimiento en el mismo y comprende además un recipiente de líquido y una sección estrechada que están en comunicación entre sí, en el que el recipiente de líquido tiene una porción cuya área en sección transversal disminuye de manera continua a lo largo de una dirección de desplazamiento de un haz de fibras de refuerzo de tipo lámina, y en el que la sección estrechada tiene una sección transversal de tipo hendidura y tiene un área en sección transversal menor que el lado superior del recipiente de líquido; en el que el mecanismo de impregnación adicional está dispuesto de tal manera que el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional está a 1 m o menos desde el mecanismo de recubrimiento; y en el que el aparato de producción de material preimpregnado tiene un mecanismo de calentamiento de lámina desprendible entre el mecanismo de suministro de lámina desprendible y el mecanismo de impregnación.
- 15 A continuación, se describirá la presente invención en detalle con referencia a un ejemplo específico en el que se produce un material preimpregnado usando un dispositivo de recubrimiento en el aparato de producción de material preimpregnado. Con respecto a esto, la siguiente descripción es un ejemplo, y no se interpreta que la presente invención esté limitada al aspecto descrito a continuación.
- 20 La figura 21 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un procedimiento/dispositivo de producción en el primer método de producción según la presente invención. Se ajusta una pluralidad de bobinas 412 de fibra de refuerzo sobre bastidores 411. Entonces, un mecanismo de frenado proporcionado en el bastidor permite extraer el haz 414 de fibras de refuerzo a una tensión constante. Una pluralidad de los haces 414 de fibras de refuerzo que se han extraído se disponen de manera ordenada mediante un dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo para formar una lámina 416 de fibras de refuerzo. En este caso, la figura 21 representa únicamente tres hilos de haces de fibras de refuerzo, pero, en realidad, son posibles de un hilo a cientos de hilos, y pueden realizarse ajustes para proporcionar una anchura de material preimpregnado y peso por unidad de superficie de fibras deseados. Entonces, la lámina de fibras de refuerzo pasa a través de un dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y un dispositivo 418 de suavizado, pasa por un rodillo 419 de desviación y se transporta. En la figura 21, la lámina 416 de fibras de refuerzo se transporta linealmente entre los dispositivos desde el dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo hasta el rodillo 419 de desviación. Con respecto a esto, el dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y el dispositivo 418 de suavizado pueden saltarse de manera adecuada, u omitirse dependiendo del propósito. Además, el orden de disposición del dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo, el dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y el dispositivo 418 de suavizado puede cambiarse de manera adecuada según el propósito. La lámina 416 de fibras de refuerzo se desplaza verticalmente hacia abajo desde el rodillo 419 de desviación y pasa a través del dispositivo 420 de precalentamiento de fibra de refuerzo y la sección 430 de recubrimiento para obtener una lámina 421 de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. Entonces, se deja que la lámina 421 de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz pase a través de un dispositivo 423 de calentamiento sin contacto dispuesto a una distancia de N inmediatamente debajo de la sección 430 de recubrimiento, de modo que se hace avanzar la impregnación. Además, se aplica una lámina desprendible a la lámina en un rodillo 445 de desviación, y se enfría el objeto integrado de tipo lámina en un dispositivo 461 de enfriamiento, se capta por un dispositivo 462 de captación, seguido por el desprendimiento de la lámina 446 desprendible y, después, se enrolla en un dispositivo 464 de enrollado, mediante lo cual puede obtenerse un objeto 472 integrado de tipo lámina compuesto por material preimpregnado y una lámina desprendible como producto. En este caso, en la figura 21 se omite la representación de un dispositivo de suministro de resina de matriz y un dispositivo de monitorización en línea. La figura 22 es un diagrama esquemático que muestra un ejemplo de un procedimiento/dispositivo de producción en el segundo método de producción según la presente invención. Se ajusta una pluralidad de bobinas 412 de fibra de refuerzo sobre bastidores 411 y las fibras de refuerzo pasan por las guías 413 de desviación y se extraen fibras de refuerzo a una tensión constante. Un mecanismo de frenado proporcionado en el bastidor permite extraer el haz 414 de fibras de refuerzo a una tensión constante. Una pluralidad de los haces 414 de fibras de refuerzo que se han extraído se disponen de manera ordenada mediante un dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo para formar una lámina 416 de fibras de refuerzo. En este caso, la figura 22 representa únicamente tres hilos de haces de fibras de refuerzo, pero, en realidad, son posibles de un hilo a cientos de hilos, y pueden realizarse ajustes para proporcionar una anchura de material preimpregnado y peso por unidad de superficie de fibras deseados. Entonces, la lámina de fibras de refuerzo pasa a través de un dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y un dispositivo 418 de suavizado, pasa por un rodillo 419 de desviación, y se transporta verticalmente hacia abajo. En la figura 22, la lámina 416 de fibras de refuerzo se transporta linealmente entre los dispositivos desde el dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo hasta el rodillo 419 de desviación. Con respecto a esto, el dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y el dispositivo 418 de suavizado pueden saltarse de manera adecuada, u omitirse dependiendo del propósito. Además, el orden de disposición del dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo, el dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y el dispositivo 418 de suavizado puede cambiarse de manera adecuada según el propósito. La lámina 416 de fibras de refuerzo se desplaza verticalmente hacia abajo desde el rodillo 419 de desviación, pasa a través del dispositivo 420 de precalentamiento de fibra de refuerzo y la sección 430 de recubrimiento para obtener una lámina 421 de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. Se aplican láminas 446 desprendibles

desenrolladas a partir de dispositivos 442 de suministro de lámina desprendible a ambas caras de la lámina 421 de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz, que pasa a través de un dispositivo 440 de impregnación adicional y alcanza un dispositivo 444 de captación de alta tensión. En la figura 22, las láminas 446 desprendibles se aplican a ambas caras, pero opcionalmente no se aplica una lámina desprendible de este tipo o se aplica únicamente a una cara. Con respecto a esto, la lámina 446 desprendible puede calentarse mediante un dispositivo 422 de calentamiento de lámina desprendible. Para la sección 430 de recubrimiento, puede adoptarse una forma arbitraria de sección de recubrimiento en la medida en que pueda alcanzarse el objetivo de la presente invención. Los ejemplos incluyen formas tales como en las figuras 4 y 16 a 19. Además, pueden proporcionarse cojinetes 27 como en la figura 10, si es necesario. Además, pueden proporcionarse barras en la sección de recubrimiento como en la figura 7. Para el dispositivo de impregnación adicional, puede adoptarse cualquier configuración de dispositivo en la medida en que pueda alcanzarse el objetivo de la presente invención. En la figura 22, un dispositivo de impregnación adicional que incluye rodillos 452 de presión calentados se representa como un dispositivo 440 de impregnación adicional. Dejar que la lámina pase a través del dispositivo de impregnación adicional hace posible obtener un material 472 preimpregnado/lámina desprendible (objeto integrado de tipo lámina) que tiene un alto grado de impregnación. En la figura 12, se representan rodillos 452 de presión calentados como un ejemplo de un método de prensado, pero no hace falta mencionar que pueden usarse rodillos dispuestos en forma de S calentados más pequeños dependiendo del propósito.

Entonces, el objeto integrado de tipo lámina se enfría en un dispositivo 461 de enfriamiento, se capta por un dispositivo 462 de captación, seguido por desprendimiento de la lámina 446 desprendible y, después, se enrolla en un dispositivo 464 de enrollado, mediante lo cual puede obtenerse un objeto 472 integrado de tipo lámina compuesto por un material preimpregnado y una lámina desprendible como producto.

En este caso, en la figura 22 se omite la representación de un dispositivo de suministro de resina de matriz y un dispositivo de monitorización en línea.

La figura 23 es un diagrama esquemático de otro ejemplo de un procedimiento/dispositivo de producción de material preimpregnado usando el segundo método de producción. La figura 23 es diferente de la figura 23 ya que el haz 414 de fibras de refuerzo extraído a partir de los bastidores 411 se conforma directamente para dar la lámina 416 de fibras de refuerzo en el dispositivo 415 de disposición de fibras de refuerzo, y se transporta linealmente a través del dispositivo 417 de ensanchamiento de haz de fibras y el dispositivo 418 de suavizado, seguido por la introducción de la lámina 416 de fibras de refuerzo hacia arriba. Una configuración de este tipo elimina la necesidad de instalar los dispositivos en los lugares superiores y puede simplificar significativamente la instalación de plataformas y similares.

La figura 24 es un diagrama esquemático de otro ejemplo de un procedimiento/dispositivo para producir un material preimpregnado usando la presente invención. En la figura 24, los bastidores 411 están instalados encima y el trayecto de desplazamiento de la lámina 416 de fibras de refuerzo se linealiza adicionalmente.

La figura 25 es un diagrama esquemático de otro ejemplo de un procedimiento/dispositivo para producir un material preimpregnado usando la presente invención. Esto ilustra un ejemplo en el que se usan rodillos 455 dispuestos en forma de S calentados también como dispositivo de captación de alta tensión. Esto también tiene la ventaja de que el aparato de producción de material preimpregnado completo puede volverse muy compacto. En este ejemplo, rodillos 456 de contacto están dispuestos para aumentar el grado de impregnación, pero opcionalmente no se disponen tales rodillos de contacto.

Con respecto a esto, el primer método de producción, el segundo método de producción y el tercer método de producción según la presente invención también pueden usarse de manera adecuada en combinación.

Ejemplos

En esta sección de ejemplos, los ejemplos 1 a 3 corresponden al primer método de producción, los ejemplos 4 a 5 corresponden al segundo método de producción y los ejemplos 6 a 15 corresponden al tercer método de producción.

<Aparato de producción de material preimpregnado>

Un aparato de producción de material preimpregnado usado fue un dispositivo configurado tal como se describe en la figura 26 para el primer método de producción, en la figura 22 para el segundo método de producción y en la figura 3 para el tercer método de producción (se omite la descripción de una sección de suministro de resina de matriz). En este caso, no se usó ninguno de un dispositivo de ensanchamiento, un dispositivo de suavizado y un dispositivo de enfriamiento.

<Sección de recubrimiento>

En el primer método de producción y el segundo método de producción, se usó una sección de recubrimiento del

tipo 20c en la forma representada en la figura 17 como sección de recubrimiento. La sección de recubrimiento estaba realizada de acero inoxidable. Además, para calentar la resina de matriz, se enrolló una cinta térmica alrededor de la periferia de la sección de recubrimiento de modo que podían ajustarse la temperatura y viscosidad de la resina de matriz mientras se medía la temperatura con un termopar. Además, la dirección de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo en el recipiente de líquido era la dirección verticalmente hacia abajo, y el recipiente de líquido tenía sección decreciente en dos niveles. El ángulo de apertura de la sección decreciente de primer nivel era de 17°, y la sección decreciente tenía una altura (es decir, H) de 100 mm, y el ángulo de apertura de la sección decreciente de segundo nivel era de 7°. Además, se proporcionaron cojinetes 27 de tipo placa adaptados a la forma interna de la sección de recubrimiento como mecanismo de regulación de la anchura, tal como se describe en la figura 10. L2 era de 20 mm, y el hueco D de la sección estrechada era de 0,2 mm. Además, el espacio externo a cada cojinete estaba cerrado mediante la cara de salida de la sección estrechada de modo que la resina de matriz no podía presentar fugas a través de la salida de la sección estrechada.

En el tercer método de producción, se usó una sección de recubrimiento en forma de bloque simétrico como en la figura 7. El recipiente 22 de líquido era una trayectoria de flujo en sección decreciente cuya área en sección transversal disminuía de manera continua, la altura H del recipiente 22 de líquido era de 100 mm, el ángulo de apertura θ de la porción en sección decreciente era de 30° y el hueco D de la sección 23 estrechada era de 0,2 mm (en forma de tipo hendidura, teniendo una relación de aspecto de 100). Se usaron bloques realizados de acero inoxidable como los elementos 21a y 21b constituyentes de pared que formaban el recipiente 22 de líquido y la sección 23 estrechada. Se usaron placas realizadas de acero inoxidable como elementos 24 de placa lateral. Además, para fundir la resina epoxídica, se enrolló una cinta térmica alrededor de la de los elementos 21 constituyentes de pared y los elementos 24 de placa lateral, y se ajustó la temperatura de la resina epoxídica como resina de matriz a 90 °C midiéndose la temperatura usando un termopar.

<Lámina desprendible>

Se usó una lámina de papel desprendible que tenía una anchura de 100 mm como lámina desprendible. Se usó un dispositivo de calentamiento de lámina desprendible en el ejemplo 5 y en el ejemplo comparativo 5. El dispositivo de calentamiento de lámina desprendible usado fue una pistola térmica. Se calentó la lámina desprendible con la pistola térmica que se colocó en una posición a 30 cm hacia el dispositivo de suministro de lámina desprendible desde una posición en la que la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz se puso en contacto con la lámina desprendible. La distancia a la que se dirigió la pistola térmica a la lámina desprendible se ajustó de modo que la temperatura del centro de la lámina desprendible en la dirección de anchura podía ser de 90 °C en una posición a 10 cm hacia el dispositivo de suministro de lámina desprendible desde una posición en la que la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz se puso en contacto con la lámina desprendible. Con respecto a esto, la posición en la que la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz se puso en contacto con la lámina desprendible se estableció para estar a 30 cm hacia el dispositivo de captación de alta tensión desde la salida de la sección de recubrimiento.

<Dispositivo de impregnación adicional>

En el primer método de producción, un dispositivo de calentamiento sin contacto usado fue un dispositivo de calentamiento por infrarrojos. La longitud de la sección de calentamiento se estableció a 0,5 m.

En el segundo método de producción, se usaron dos rodillos de presión calentados para prensar en el procedimiento de impregnación adicional, tal como se muestra en la figura 22. Con respecto a esto, los rodillos de presión más cerca de la sección de recubrimiento estaban dispuestos de tal manera que la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en el dispositivo de impregnación adicional era de 0,5 m, y los rodillos de presión más cerca del dispositivo de captación de alta tensión estaban dispuestos de tal manera que la distancia desde estos rodillos de presión hasta el punto de inicio del prensado sobre los rodillos de presión más cerca de la sección de recubrimiento era de 100 mm. El diámetro del rodillo de presión era de 50 mm. El rodillo de presión tenía un dispositivo de calentamiento en el mismo y se calentó de tal manera que la temperatura de superficie era de 100 °C. La fuerza de presión del rodillo de presión durante el prensado se estableció a 400 N.

<Lámina de fibras de refuerzo>

Se produjo un material preimpregnado usando tres hilos de fibra de carbono ("TORAYCA (marca registrada)" T800S (24K), fabricado por Toray Industries, Inc.) como fibras de refuerzo.

<Resina de matriz>

Resina de matriz A (composición de resina epoxídica termoendurecible):

una mezcla de una resina epoxídica (una mezcla de un tipo de amina aromática de resina epoxídica y un tipo de

bisfenol de resina epoxídica), un endurecedor (diaminodifenilsulfona) y polietersulfona. Se midió la viscosidad de esta resina epoxídica termoendurecible 1 usando el dispositivo ARES-G2 fabricado por TA Instruments, Inc. a una frecuencia de medición de 0,5 Hz a una tasa de rampa de temperatura de 1,5 °C/minuto y se encontró que era de 3675 Pa·s a 40 °C, 855 Pa·s a 50 °C, 80 Pa·s a 70 °C, 51 Pa·s a 75 °C y 15 Pa·s a 90 °C.

5

<Evaluación del grado de impregnación>

Se intercaló un material preimpregnado muestreado entre cintas adhesivas, se desprendieron y se separaron la fibra de refuerzo a la que se adhirió la resina de matriz y la fibra de refuerzo a la que no se adhirió la resina de matriz. Entonces, la razón de la masa de la fibra de refuerzo a la que se adhirió la resina de matriz con respecto a la masa de toda la lámina de fibras de refuerzo que se usó se consideró como un grado de impregnación de la resina de matriz basándose en un método de desprendimiento.

10

Un grado de impregnación del 90 % o más se clasificó como excelente, del 70 % o más y menos del 90 % como bueno y de menos del 70 % como malo.

15

<Evaluación del grado de material preimpregnado>

Se laminó/curó un material preimpregnado muestreado para obtener una placa compuesta y se observó la sección transversal de la placa compuesta para encontrar una perturbación en la capa de fibras de refuerzo.

20

<Medición de la temperatura de superficie>

La temperatura de superficie P2 (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz en el punto de terminación del calentamiento, la temperatura de superficie P (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional, la temperatura de superficie T (°C) de la lámina desprendible y la temperatura de superficie K (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicar la lámina desprendible a la misma se midieron usando un termómetro de radiación infrarroja AD-5611A (con la emisividad establecida y fijada a 0,95; fabricado por A&D Company, Limited). Se realizó la medición con el termómetro de infrarrojos colocado a 55 cm de la muestra que iba a medirse. P2 en el primer método de producción era una temperatura medida del centro de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz 10 cm aguas abajo del dispositivo de calentamiento sin contacto. La temperatura de superficie P (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional en cada uno del ejemplo 4 y el ejemplo comparativo 6 en el segundo método de producción se midió como la temperatura de superficie del centro en la dirección de anchura a una distancia de 10 cm hacia la sección de recubrimiento desde el punto de inicio del prensado en el rodillo de presión más cerca de la sección de recubrimiento. La lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional en cada uno del ejemplo 5, el ejemplo comparativo 2 y el ejemplo comparativo 5 tenía una lámina desprendible aplicada a la misma y, por tanto, la temperatura medida como la temperatura de superficie P (°C) de la lámina era la temperatura de superficie P del centro en la dirección de anchura de la lámina desprendible, en la que el centro estaba ubicado a una distancia de 10 cm hacia la sección de recubrimiento desde el punto de inicio del prensado en el rodillo de presión más cerca de la sección de recubrimiento. Además, en cada uno de los ejemplos 5, el ejemplo comparativo 4 y el ejemplo comparativo 5, en cada uno de los cuales se usó la lámina desprendible, la temperatura medida como la temperatura de superficie T (°C) de la lámina desprendible antes de ponerse en contacto con la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz era la temperatura de superficie del punto central en la dirección de anchura a una distancia de 10 cm hacia el dispositivo de suministro de lámina desprendible desde una posición en la que la lámina desprendible se puso en contacto con la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz. La temperatura medida como la temperatura de superficie K (°C) de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicar una lámina desprendible a la misma era la temperatura de superficie del punto central en la dirección de anchura a una distancia de 10 cm hacia la sección de recubrimiento desde una posición en la que la lámina desprendible se puso en contacto con la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz.

25

30

35

40

45

50

55 [Ejemplo 1]

Se extrajeron fibras de refuerzo a partir de bobinas de fibras de refuerzo ajustadas sobre bastidores, se dispusieron tres hilos de fibras de refuerzo en la dirección de anchura mediante un dispositivo de disposición de fibras de refuerzo para formar una lámina de fibras de refuerzo, y se introdujo la lámina de fibras de refuerzo resultante en una sección de recubrimiento que almacenaba una resina de matriz A calentada hasta 90 °C, de modo que se aplicó la resina de matriz A a la lámina. Entonces, se extrajo la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz a partir de la sección de recubrimiento, se dispuso un dispositivo de calentamiento sin contacto de tal manera que la distancia N2 desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el dispositivo de calentamiento sin contacto era de 0,5 m, y se calentó la lámina mediante radiación infrarroja de tal manera que P2 era de 130 °C, es decir, P2 - M = 40 (°C) y, después, se le proporcionó un papel desprendible, tras lo cual se enrolló la lámina resultante mediante un dispositivo de enrollado. Las velocidades de

60

65

ES 2 958 957 T3

desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo y el material preimpregnado eran de 10 m/minuto. Se evaluó el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido y se encontró que era del 92 %, lo cual se clasificó como bueno. Además, se observó la sección transversal del material compuesto laminado/curado, revelando que no se encontró ninguna perturbación en la capa de fibras de carbono y que el grado del material preimpregnado era bueno.

[Ejemplos 2 y 3]

Con la temperatura P2 a 115 °C (P2 - M = 25 (°C) en el ejemplo 2) y a 95 °C (P2 - M = 5 (°C) en el ejemplo 3), se obtuvieron materiales preimpregnados de la misma manera que en el ejemplo 1, y se evaluaron los grados de impregnación y se encontró que eran del 83 % y del 75 % respectivamente, ambos de los cuales se clasificaron como buenos. Además, se observó la sección transversal del material compuesto laminado/curado, revelando que no se encontró ninguna perturbación en la capa de fibras de carbono y que el grado del material preimpregnado era bueno.

[Ejemplo comparativo 1]

Con la temperatura P2 a 85 °C (P2 - M = -5 (°C)), se obtuvo un material preimpregnado de la misma manera que en el ejemplo 1 y se evaluó el grado de impregnación y se encontró que era del 65 %, lo cual se clasificó como malo.

[Ejemplo comparativo 2]

Se montó un dispositivo de calentamiento sin contacto de tal manera que la distancia N2 desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el dispositivo de calentamiento sin contacto era de 1,3 m y se estableció la velocidad de desplazamiento del material preimpregnado a 10 m/minuto, dando como resultado una disminución de la temperatura de superficie de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de introducirse en el dispositivo de calentamiento sin contacto y, por tanto, la capacidad del dispositivo de calentamiento por infrarrojos del dispositivo de calentamiento sin contacto no era suficiente para el recalentamiento, no logrando aumentar la temperatura P2 hasta 90 °C. Esto provocó que el grado de impregnación fuera de menos del 70 %, lo cual se clasificó como malo.

[Ejemplo comparativo 3]

Se llevó a cabo un experimento de la misma manera que en el ejemplo comparativo 2 de tal manera que la distancia N2 desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el dispositivo de calentamiento sin contacto era de 1,3 m, pero excepto porque la velocidad de desplazamiento del material preimpregnado era de 0,5 m/minuto, con el resultado de que se permitió garantizar un tiempo más prolongado para el recalentamiento, permitiendo por tanto aumentar la temperatura P2 hasta 90 °C, pero observar la sección transversal del material compuesto laminado/curado reveló que se encontró alguna perturbación en la capa de fibras de carbono y que el grado de material preimpregnado no era bueno.

[Tabla 1]

		Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3
Condiciones	N2	0,5 m			0,5 m	1,3 m	
	P2	M + 40 °C	M + 25 °C	M + 5 °C	M - 5 °C	menos de M °C	M °C
	Velocidad de desplazamiento	10 m/minuto			10 m/minuto		0,5 m/minuto
Elementos de evaluación	Razón de impregnación	92 %	83 %	75 %	65 %	menos del 70 %	-
	Grado	Bueno	Bueno	Bueno	-	-	No bueno

[Ejemplo 4]

Se extrajeron fibras de refuerzo a partir de bobinas de fibras de refuerzo ajustadas sobre bastidores, se dispusieron tres hilos fibras de refuerzo en la dirección de anchura mediante un dispositivo de disposición de fibras de refuerzo para formar una lámina de fibras de refuerzo y se introdujo la lámina de fibras de refuerzo resultante en una sección de recubrimiento que almacenaba una resina de matriz A calentada hasta 90 °C, de modo que se aplicó la resina de matriz A a la lámina. Entonces, se extrajo una lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz a partir de la sección de recubrimiento; se dispuso un dispositivo de impregnación adicional de tal manera que la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el

punto de inicio del prensado en el dispositivo de impregnación adicional era de 0,5 m; se dejó que la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz pasara a través del dispositivo de impregnación adicional de tal manera que se prensó la lámina a una presión de línea de contacto de 400 N mediante dos rodillos de presión calentados establecidos a 100 °C; y de ese modo se obtuvo un material preimpregnado y se enrolló mediante un dispositivo de enrollado. Las velocidades de desplazamiento de la lámina de fibras de refuerzo y el material preimpregnado eran de 20 m/minuto. Se evaluó el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido y se encontró que era del 80 % o más, lo cual se clasificó como bueno. Con respecto a esto, la temperatura de superficie P de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de entrar en el dispositivo de impregnación adicional era de 70 °C.

[Ejemplo 5]

Se obtuvo un material preimpregnado de la misma manera que en el ejemplo 4 excepto porque se aplicó una lámina desprendible al material preimpregnado, en el que la temperatura de superficie de la lámina se calentó para ser de 90 °C antes de que la lámina entrara en el dispositivo de impregnación adicional. Entonces, se desprendió el papel desprendible usando un dispositivo 463 de enrollado de lámina desprendible (superior) para obtener un objeto integrado de tipo lámina. Se evaluó el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido y se encontró que era del 80 % o más, lo cual se clasificó como bueno. Con respecto a esto, la temperatura de superficie P de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de entrar en el dispositivo de impregnación adicional era de 75 °C tal como se midió en la lámina desprendible, la temperatura de superficie T de la lámina desprendible era de 90 °C y la temperatura de superficie K de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicarse la lámina desprendible a la misma era de 80 °C.

En este caso, se cortaron longitudinalmente los materiales preimpregnados obtenidos en el ejemplo 4 y el ejemplo 5 para obtener cintas de material preimpregnado de 7 mm de anchura. Se impregnaron estas cintas de material preimpregnado suficientemente y, por consiguiente, la resina que se adhería a la cuchilla de corte del dispositivo de corte longitudinal era poca.

[Ejemplo comparativo 4]

Se obtuvo un material preimpregnado de la misma manera que en el ejemplo 5 excepto porque no se usó un dispositivo de calentamiento de lámina desprendible. Entonces, se desprendió el papel desprendible usando un dispositivo 463 de enrollado de lámina desprendible (superior) para obtener un objeto integrado de tipo lámina. Se evaluó el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido y se encontró que era de menos del 70 %, lo cual se clasificó como malo. Con respecto a esto, la temperatura de superficie P de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de entrar en el dispositivo de impregnación adicional era de 35 °C tal como se midió en la lámina desprendible, la temperatura de superficie T de la lámina desprendible era de 23 °C y la temperatura de superficie K de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes de aplicarse la lámina desprendible a la misma era de 80 °C.

El ejemplo 5 y el ejemplo comparativo 4 verificaron que calentar la lámina desprendible impidió que la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz se enfriara, haciendo posible obtener un material preimpregnado que tenía un grado de impregnación deseado.

[Ejemplo comparativo 5]

Se obtuvo una lámina de resina de matriz de fibras de refuerzo de la misma manera que en el ejemplo 5 excepto porque no se llevó a cabo ningún prensado mediante los rodillos de presión. Se evaluó el grado de impregnación de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz obtenida y se encontró que era de menos del 70 %, lo cual se clasificó como malo.

El ejemplo 5 y el ejemplo comparativo 5 verificaron que se necesita un prensado para obtener un grado de impregnación deseado en el segundo método de producción.

[Ejemplo comparativo 6]

Se produjo un material preimpregnado de la misma manera que en el ejemplo 4 excepto porque se dispuso un dispositivo de impregnación adicional de tal manera que la distancia N desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional era de 1,5 m. Se evaluó el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido y se encontró que era de menos del 70 %, lo cual se clasificó como malo. Con respecto a esto, la temperatura de superficie P de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz antes del procedimiento de impregnación adicional era de 50 °C.

El ejemplo 4 y el ejemplo comparativo 6 verificaron que la distancia N de más de 1 m desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en el procedimiento de impregnación adicional

provocó que la temperatura de superficie de la lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz fuera baja, no logrando proporcionar un material preimpregnado que tuviera un grado de impregnación deseado.

[Tabla 2]

5

		Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo comparativo 4	Ejemplo comparativo 5	Ejemplo comparativo 6
Condiciones	N	0,5 m		0,5 m		1,5 m
	P	M - 20 °C	M - 15 °C	M - 55 °C	M - 15 °C	M - 40 °C
	T	-	K + 10 °C	K - 57 °C	K + 10 °C	-
	Prensado	realizado		realizado	no realizado	realizado
Elementos de evaluación	Razón de impregnación	80 % o más	80 % o más	menos del 70 %	menos del 70 %	menos del 70 %

[Ejemplo 6]

10 Usando la sección 20 de recubrimiento en la figura 7 según una realización de la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Se usaron tres barras pulidas realizadas de acero inoxidable que tenían un diámetro de 10 mm y una longitud de 40 mm como grupo de barras 35. Se formaron los ángulos de sujeción entre la lámina de fibras de carbono y las barras 35a, 35b y 35c para que fueran de 10°, 20° y 10° respectivamente, y se sumergieron todas las barras en la resina 2 de matriz. Además, se puso la barra 35a ubicada en la posición más alta en contacto con la cara opuesta de la lámina de fibras de carbono con respecto a la cara puesta en contacto con el rodillo 13 de guía. El grupo de barras 35, que tenían una sección transversal uniforme en la dirección longitudinal como en la figura 11, no incluyó un elemento de regulación de la anchura. Además, la anchura W1 de la salida de tipo hendidura era de 20 mm. El grado de impregnación del material preimpregnado resultante se evaluó cuantitativamente mediante un método de desprendimiento. La medición del grado de impregnación del líquido de recubrimiento mediante un método de desprendimiento puede llevarse a cabo de la siguiente manera. Es decir, se intercala una lámina de fibras de refuerzo impregnada con líquido de recubrimiento muestreada entre cintas adhesivas, se desprenden y se separan la fibra de refuerzo a la que se ha adherido el líquido de recubrimiento y la fibra de refuerzo a la que no se ha adherido el líquido de recubrimiento. Entonces, la razón de la masa de la fibra de refuerzo a la que se ha adherido el líquido de recubrimiento con respecto a la masa de toda la lámina de fibras de refuerzo que se ha usado puede considerarse como un grado de impregnación del líquido de recubrimiento basándose en un método de desprendimiento. El grado de impregnación del material preimpregnado obtenido en el ejemplo 7 era del 73 %.

[Ejemplo comparativo 7]

30 A continuación, se retiró la totalidad del grupo de barras 35 a partir de la sección 20 de recubrimiento según la realización en la figura 7, y se usó la sección de recubrimiento, que no cumplía los requisitos de la presente invención, para aplicar una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado de tipo lámina obtenido mediante un método de desprendimiento y se encontró que era del 50 %.

[Ejemplo 7]

40 A continuación, usando la sección 43 de recubrimiento en la figura 27 según una realización de la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. De manera diferente con respecto a la sección 40 de recubrimiento según la realización en la figura 7, sólo se usó una barra pulida que tenía un diámetro de 10 mm y una longitud de 40 mm como barra 35. Se formó el ángulo de sujeción entre la lámina de fibras de carbono y la barra 35 para ser de 20°. Además, se sumergió la barra 35 en el líquido 2 de recubrimiento. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado de tipo lámina obtenido mediante un método de desprendimiento y se encontró que era del 60 %. El valor absoluto del grado de impregnación era bajo, pero la comparación con el ejemplo comparativo 7 verifica el efecto de la barra.

[Tabla 3]

		Ejemplo 6	Ejemplo comparativo 7	Ejemplo 7
Condiciones de realización	Número de barras	tres	ninguna	ninguna
Elementos de evaluación	Razón de impregnación (% en masa)	73 %	50 %	60 %

50

A continuación, la tabla 4 indica los resultados del experimento en el que, usando la sección 41 de recubrimiento en la figura 12 según una realización de la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono para producir un material preimpregnado de tipo lámina. Con respecto a esto, se estableció la velocidad de desplazamiento de la lámina de fibras de carbono a 20 m/minuto en cualquiera de los ejemplos. A continuación se explicarán los detalles.

[Ejemplo 8]

Usando la sección 41 de recubrimiento mostrada en la figura 12 según la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Un grupo de barras 36 usadas eran barras realizadas de acero inoxidable que tenían elementos de regulación de la anchura de tipo disco de gran diámetro en ambos extremos de las mismas, tal como se muestra en la figura 13. El diámetro d1 del grupo de barras 36 era de 10 mm, el diámetro d2 del elemento de regulación de la anchura era de 14 mm, la separación W2 entre los elementos de regulación de la anchura era de 20 mm y el grosor W3 del elemento de regulación de la anchura era de 2 mm. La barra y los elementos de regulación de la anchura eran un objeto integrado en el que se esculpió y se produjo una barra pulida. Se dispuso el grupo de barras 36 de la misma manera que las barras en la sección 40 de recubrimiento (ejemplo 7) según la realización en la figura 7 y se formaron los ángulos de sujeción entre la lámina de fibras de carbono y las barras 36a, 36b y 36c para ser de 10°, 20° y 10°, respectivamente. Además, la anchura W1 de la salida de tipo hendidura era de 20 mm y satisfacía la relación $0 \leq W1 - W2 \leq 10$ ($W1 = W2$). A continuación, se midió el grado de impregnación del material preimpregnado de tipo lámina obtenido mediante un método de desprendimiento. Además, para evaluar la calidad del material preimpregnado obtenido, se observó visualmente el material preimpregnado. Un material preimpregnado en el que las fibras de carbono estaban dispuestas para formar un grosor uniforme y no tener ningún hueco a lo largo de toda la anchura (20 mm) se clasificó como "excelente"; un material preimpregnado cuyo grosor era parcialmente no uniforme (la superficie era irregular) pero en el que las fibras de carbono no tenían ningún hueco a lo largo de toda la anchura se clasificó como "bueno"; y un material preimpregnado en el que parte(s) de las fibras de carbono tenía(n) un hueco, teniendo por tanto una(s) porción/porciones que sólo contenía(n) una resina epoxídica, o un material preimpregnado cuya superficie presentaba pelusa se clasificó como "aceptable". El grado de impregnación del material preimpregnado obtenido en el ejemplo 9 era del 73 % y las fibras de carbono estaban dispuestas para formar un grosor uniforme y no tener ningún hueco a lo largo de toda la anchura (la calidad era "excelente").

En este caso, en el material preimpregnado obtenido en el ejemplo 7, parte de las fibras de carbono tenían un hueco, porciones de tan sólo una resina epoxídica estaban presentes de manera consecutiva en la dirección de desplazamiento y, además, se encontró formación de pelusa en ambos extremos del material preimpregnado en la dirección de anchura (la calidad era "aceptable").

[Ejemplo 9]

A continuación, con la anchura W1 de la salida de tipo hendidura en el ejemplo 8 cambiada a 30 mm, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. El presente ejemplo también satisfacía la relación $0 \leq W1 - W2 \leq 10$. El grado de impregnación del material preimpregnado obtenido en el ejemplo 9 era del 71 % y parte del material preimpregnado no era uniforme en cuanto al grosor (la superficie era irregular), pero las fibras de carbono no tenían ningún hueco a lo largo de toda la anchura (la calidad era "buena").

[Ejemplo 10]

A continuación, con la anchura W1 de la salida de tipo hendidura en el ejemplo 8 cambiada a 40 mm, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. El presente ejemplo no satisfacía la relación $0 \leq W1 - W2 \leq 10$. El grado de impregnación del material preimpregnado de tipo lámina obtenido en el ejemplo 10 era del 72 %, parte de las fibras de carbono tenían un hueco y porciones de tan sólo una resina epoxídica estaban presentes de manera consecutiva en la dirección de desplazamiento (la calidad era "aceptable").

[Tabla 4]

Condiciones de realización	Regulación de anchura	Ejemplo 6	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10
		W1 - W2	No	Sí	Sí
Elementos de evaluación	Razón de impregnación (% en masa)	73 %	73 %	71 %	72 %
	Calidad	Aceptable	Excelente	Buena	Aceptable

A continuación, la tabla 5 indica los resultados del experimento en el que, usando la sección 41 de recubrimiento en la figura 12 según una realización de la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono para producir un material preimpregnado. Las condiciones de realización comunes a

todos estos ejemplos fueron que la velocidad de desplazamiento de la lámina de fibras de carbono se estableció a 20 m/minuto, que el grupo de barras 36 usadas eran barras que tenían elementos de regulación de la anchura de la misma forma que en el ejemplo 8, que la anchura W1 de la salida de tipo hendidura era de 20 mm y que se satisfacía la relación $0 \leq W1 - W2 \leq 10$. A continuación se explicarán los detalles.

5 [Ejemplo 11]

10 Con la posición del grupo de barras 36 ajustada de tal manera que los ángulos de sujeción entre la lámina de fibras de carbono y las barras 36a, 36b y 36c se formaron para ser de 20°, 40° y 20°, respectivamente, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Se observó que la lámina de fibras de carbono se agitaba en o cerca de la superficie de líquido superior en el recipiente 22 de líquido algunas veces mientras se desplazaba. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido mediante un método de desprendimiento y se encontró que era del 82 %. Además, se observó visualmente el material preimpregnado de tipo lámina obtenido y se comprobó su calidad, revelando que parte del material preimpregnado no era uniforme en cuanto al grosor (la superficie era irregular), pero las fibras de carbono no tenían ningún hueco a lo largo de toda la anchura (la calidad era "buena").

[Ejemplo 12]

20 Con la posición del grupo de barras 36 ajustada de tal manera que los ángulos de sujeción entre la lámina de fibras de carbono y las barras 36a, 36b y 36c se formaron para ser de 40°, 80° y 40°, respectivamente, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Se observó que la lámina de fibras de carbono se agitaba significativamente en o cerca de la superficie de líquido superior en el recipiente 22 de líquido mientras se desplazaba. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido mediante un método de desprendimiento y se encontró que era del 90 % o más. Además, se observó visualmente el material preimpregnado obtenido y se comprobó su calidad, revelando que parte de las fibras de carbono tenían un hueco, que porciones de tan sólo una resina epoxídica estaban presentes de manera consecutiva en la dirección de desplazamiento y, además, que se encontró formación de pelusa sobre toda la superficie del material preimpregnado (la calidad era "aceptable").

30 [Ejemplo 13]

35 Con el diámetro d1 del grupo de barras 36 cambiado a 20 mm, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Se estableció el diámetro d2 del elemento de regulación de la anchura a 24 mm. Además, se ajustó la posición del grupo de barras 36 de tal manera que los ángulos de sujeción entre la lámina de fibras de carbono y las barras 36a, 36b y 36c se formaron para ser de 10°, 20° y 10°, respectivamente. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido mediante un método de desprendimiento y se encontró que era del 84 %. Además, se observó visualmente el material preimpregnado de tipo lámina obtenido y se comprobó su calidad, revelando que parte del material preimpregnado no era uniforme en cuanto al grosor (la superficie era irregular), pero las fibras de carbono no tenían ningún hueco a lo largo de toda la anchura (la calidad era "buena").

[Tabla 5]

		Ejemplo 8	Ejemplo 11	Ejemplo 12	Ejemplo 13
Condiciones de realización	Diámetro de barra d1	10 mm	10 mm	10 mm	20 mm
	Ángulo de sujeción más grande	20°	40°	80°	20°
Elementos de evaluación	Razón de impregnación (% en masa)	73 %	82 %	>90 %	84 %
	Calidad	Excelente	Buena	Aceptable	Buena

45 [Ejemplo 14]

50 A continuación, usando la sección 44 de recubrimiento en la figura 28 según la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Se estableció la velocidad de desplazamiento de la lámina de fibras de carbono a 20 m/minuto. Las condiciones de realización en el presente ejemplo fueron las mismas que en el ejemplo 8 excepto porque se puso el grupo de barras 36 en contacto con la cara opuesta de la lámina de fibras de carbono con respecto a la cara puesta en contacto con el grupo de barras 36 en el ejemplo 8. En el presente ejemplo, la barra 36a ubicada en la posición más alta se puso en contacto con la misma cara de la lámina de fibras de carbono que la cara puesta en contacto con el rodillo 13 de guía. Se observó que la lámina 1a de fibras de carbono se agitaba en o cerca de la superficie de líquido superior en el recipiente 22 de líquido algunas veces mientras se desplazaba. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado de tipo lámina obtenido mediante un método de desprendimiento y se encontró que era del 70 %. Además, se observó

visualmente el material preimpregnado de tipo lámina obtenido y se comprobó su calidad, revelando que parte del material preimpregnado no era uniforme en cuanto al grosor (la superficie era irregular), pero las fibras de carbono no tenían ningún hueco a lo largo de toda la anchura (la calidad era "buena").

5 [Tabla 6]

		Ejemplo 8	Ejemplo 14
Condiciones de realización	Cara de contacto de la barra en la posición más alta	Lado opuesto con respecto a la cara en contacto con el rodillo de guía	Mismo lado que la cara en contacto con el rodillo de guía
Elementos de evaluación	Razón de impregnación (% en masa)	73 %	70 %
	Calidad	Excelente	Buena

[Ejemplo 15]

10 Usando la sección 41 de recubrimiento en la figura 12 según una realización de la presente invención, se aplicó una resina epoxídica fundida a una lámina de fibras de carbono. Las condiciones de realización fueron las mismas que en el ejemplo 9 excepto porque se ajustó la velocidad de desplazamiento de la lámina de fibras de carbono a 5 m/minuto. Se midió el grado de impregnación del material preimpregnado obtenido mediante un método de desprendimiento y, además, para evaluar la calidad del material preimpregnado obtenido, se observó
 15 visualmente el material preimpregnado. Un material preimpregnado en el que las fibras de carbono estaban dispuestas para formar un grosor uniforme y no tener ningún hueco a lo largo de toda la anchura (20 mm) se clasificó como "excelente"; un material preimpregnado cuyo grosor era parcialmente no uniforme (la superficie era irregular) pero en el que las fibras de carbono no tenían ningún hueco a lo largo de toda la anchura se clasificó como "bueno"; y un material preimpregnado en el que parte(s) de las fibras de carbono tenía(n) un hueco, teniendo por tanto una(s) porción/porciones que sólo contenía(n) una resina epoxídica, o un material preimpregnado cuya superficie presentaba pelusa se clasificó como "aceptable". El grado de impregnación del material preimpregnado de tipo lámina obtenido en el ejemplo 9 era del 90 % o más y las fibras de carbono estaban dispuestas para formar un grosor uniforme y no tener ningún hueco a lo largo de toda la anchura (la calidad era "excelente").
 20
 25

[Tabla 7]

		Ejemplo 8	Ejemplo 15
Condiciones de realización	Velocidad de desplazamiento	20 m/minuto	5 m/minuto
Elementos de evaluación	Razón de impregnación (% en masa)	73 %	>90 %
	Calidad	Excelente	Excelente

Aplicabilidad industrial

30 El material preimpregnado obtenido mediante el método de producción según la presente invención puede aplicarse ampliamente como FRP ejemplificado mediante CFRP, en aplicaciones aeroespaciales, aplicaciones para materiales estructurales y materiales de interior tales como para automóviles, trenes y barcos, recipientes de presión, aplicaciones de materiales industriales, aplicaciones de materiales deportivos, aplicaciones de equipos médicos, aplicaciones de alojamientos, aplicaciones de construcción e ingeniería civil y similares.
 35

Lista de signos de referencia

- 1 Fibra de refuerzo
- 40 1a Lámina de fibras de refuerzo
- 1b Lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz
- 45 1c Material preimpregnado
- 2 Resina de matriz
- 3 Lámina desprendible
- 50 11 Bastidor

- 12 Dispositivo de disposición
- 13, 14, 15, 16 Rodillo de transporte
- 5 17 Dispositivo de enrollado
- 18 Dispositivo de suministro de lámina desprendible
- 18a Dispositivo de calentamiento de lámina desprendible
- 10 19 Dispositivo de impregnación adicional
- 20 Sección de recubrimiento
- 15 20b Sección de recubrimiento en otra realización
- 20c Sección de recubrimiento en otra realización
- 20d Sección de recubrimiento en otra realización
- 20 20e Sección de recubrimiento en otra realización
- 21a, 21b Elementos constituyentes de pared
- 25 21c, 21d Elementos constituyentes de pared que tienen otra forma
- 21e, 21f Elementos constituyentes de pared que tienen otra forma
- 21g, 21h Elementos constituyentes de pared que tienen otra forma
- 30 21i, 21j Elementos constituyentes de pared que tienen otra forma
- 22 Recipiente de líquido
- 35 22a Región cuya área en sección transversal disminuye de manera continua en el recipiente de líquido
- 22b Región cuya área en sección transversal no disminuye en el recipiente de líquido
- 22c Región cuya área en sección transversal disminuye de manera intermitente en el recipiente de líquido
- 40 23 Sección estrechada
- 24, 24a, 24b Elementos de placa lateral
- 45 25 Salida
- 26 Hueco de separación
- 27 Cojinete de tipo placa
- 50 27a, 27b Mecanismo de regulación de la anchura
- 30 Sección de recubrimiento
- 55 31a, 31b Elementos constituyentes de pared
- 32 Recipiente de líquido
- 33 Región cuya área en sección transversal disminuye de manera intermitente en el recipiente de líquido
- 60 35a, 35b, 35c Barras
- 36a, 36b, 37c Barras en otra realización
- 65 40 Sección de recubrimiento en otra realización

- 41 Sección de recubrimiento en otra realización
- 43 Sección de recubrimiento en otra realización
- 5 44 Sección de recubrimiento en otra realización
- 100 Dispositivo de recubrimiento
- 101 Dispositivo de recubrimiento
- 10 B Profundidad del recipiente 22 de líquido
- C Altura hasta la superficie de líquido en la parte superior del recipiente 22 de líquido
- 15 D Hueco de la sección estrechada
- E Dirección de anchura del recipiente de líquido
- 20 G Posición en la que se lleva a cabo la regulación de anchura
- H Altura vertical a lo largo de la cual el área en sección transversal del recipiente 22 de líquido disminuye de manera continua
- 25 L Anchura del recipiente 22 de líquido
- N Distancia desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del prensado en la impregnación adicional
- 30 N2 Distancia desde la salida de la sección de recubrimiento hasta el punto de inicio del calentamiento mediante el dispositivo de calentamiento de tipo sin contacto
- R, Ra, Rb Flujo de vórtice en el borde
- 35 T Flujos circulares
- W Anchura del material 1b preimpregnado de lámina de fibras de refuerzo, tal como se mide inmediatamente debajo de la sección 23 estrechada
- 40 Y Anchura de la sección 23 estrechada
- Z Dirección de desplazamiento (dirección verticalmente hacia abajo) de la lámina 1a de fibras de refuerzo
- θ Ángulo de apertura de la porción en sección decreciente
- 45 411 Bastidor
- 412 Bobina de fibras de refuerzo
- 413 Guía de desviación
- 50 414 Haz de fibras de refuerzo
- 415 Dispositivo de disposición de fibras de refuerzo
- 55 416 Lámina de fibras de refuerzo
- 417 Dispositivo de ensanchamiento de haz de fibras
- 418 Dispositivo de suavizado
- 60 419 Rodillo de desviación
- 420 Dispositivo de precalentamiento de fibra de refuerzo
- 65 421 Lámina de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz

- 422 Dispositivo de calentamiento de lámina desprendible
- 423 Dispositivo de calentamiento sin contacto
- 5 430 Sección de recubrimiento
- 440 Dispositivo de impregnación adicional
- 442 Dispositivo de suministro de lámina desprendible
- 10 444 Dispositivo de captación de alta tensión
- 445 Rodillo de desviación
- 15 446 Lámina desprendible
- 452 Rodillo de presión calentado
- 455 Rodillo dispuesto en forma de S calentado
- 20 456 Rodillo de contacto
- 461 Dispositivo de enfriamiento
- 25 462 Dispositivo de captación
- 463 Dispositivo de enrollado de lámina desprendible (superior)
- 464 Dispositivo de enrollado
- 30 471 Material preimpregnado (material preimpregnado de lámina de fibras de refuerzo)
- 472 Material preimpregnado/lámina desprendible (objeto integrado de tipo lámina)

REIVINDICACIONES

1. Método de producción de un material (1c) preimpregnado, que comprende las etapas de:

5 dejar que una lámina (1a) de fibras de refuerzo pase de manera sustancialmente vertical hacia abajo a través del interior de una sección (20) de recubrimiento que almacena una resina (2) de matriz para aplicar dicha resina de matriz a dicha lámina de fibras de refuerzo para obtener una lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz; y

10 calentar dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz de una manera sin contacto;

en el que dicha sección (20) de recubrimiento comprende un recipiente (22) de líquido y una sección estrechada que están en comunicación entre sí, en el que dicho recipiente de líquido tiene una porción cuya área en sección transversal disminuye de manera continua a lo largo de una dirección de desplazamiento de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo, y en el que dicha sección estrechada tiene una sección (23) transversal de tipo hendidura y tiene un área en sección transversal más pequeña que el área del lado superior de dicho recipiente (22) de líquido;

15 en el que el calentamiento sin contacto se inicia dentro de una región de 1 m desde la abertura de dicha sección estrechada en la dirección de desplazamiento de dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz;

20 en el que, suponiendo que la temperatura de superficie de dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz es de P2 °C en el punto de terminación del calentamiento y que la temperatura de dicha resina (2) de matriz almacenada en el interior de dicha sección de recubrimiento es de M °C, $M \leq P2$; y

25 en el que dicha sección (20) de recubrimiento comprende, en dicho recipiente (22) de líquido, un mecanismo (27a, 27b) de regulación de la anchura para regular la anchura de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo, y en el que la relación entre la anchura (W) de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo inmediatamente debajo de dicha sección estrechada y la anchura (L2) regulada mediante dicho mecanismo (27a, 27b) de regulación de la anchura en el extremo inferior de dicho mecanismo de regulación de la anchura satisface

$$L2 \leq W + 10 \quad \text{mm.}$$

30 en el que dicha sección (20) de recubrimiento comprende, en dicho recipiente (22) de líquido, un mecanismo (27a, 27b) de regulación de la anchura para regular la anchura de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo, y en el que la relación entre la anchura (W) de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo inmediatamente debajo de dicha sección estrechada y la anchura (L2) regulada mediante dicho mecanismo (27a, 27b) de regulación de la anchura en el extremo inferior de dicho mecanismo de regulación de la anchura satisface

35 2. Método de producción de un material preimpregnado según la reivindicación 1, en el que dicha sección estrechada tiene un hueco (D) de modo que dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo se alinea automáticamente con el centro del hueco (D).

40 3. Método de producción de un material preimpregnado según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además una etapa de prensar dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz después de la etapa de calentar de una manera sin contacto.

4. Aparato de producción de material preimpregnado, que comprende:

45 un mecanismo de desplazamiento para dejar que una lámina (1a) de fibras de refuerzo se desplace de manera sustancialmente vertical hacia abajo;

un mecanismo de recubrimiento para aplicar una resina (2) de matriz a dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo para obtener una lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz; y

50 un mecanismo de calentamiento para calentar dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz;

55 en el que dicho mecanismo de recubrimiento puede almacenar un líquido de recubrimiento en el mismo e incluye un recipiente de líquido y una sección estrechada que están en comunicación entre sí, en el que dicho recipiente de líquido tiene una porción cuya área en sección transversal disminuye de manera continua a lo largo de la dirección de desplazamiento de un haz de fibras de refuerzo de tipo lámina, en el que dicha sección estrechada tiene una abertura de tipo hendidura que puede usarse para guiar dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz hacia fuera, y en el que el área de la abertura es menor que el área del lado superior de dicho recipiente de líquido;

60 en el que dicho mecanismo de calentamiento son unos medios de calentamiento sin contacto, y está dispuesto para iniciarse dentro de una región de 1 m desde dicha abertura de dicha sección estrechada en la dirección de desplazamiento de dicha lámina (1b) de fibras de refuerzo impregnada con resina de matriz; y

65

5 en el que dicha sección (20) de recubrimiento comprende, en dicho recipiente (22) de líquido, un mecanismo (27a, 27b) de regulación de la anchura para regular la anchura de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo, y en el que la relación entre la anchura (W) de dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo inmediatamente debajo de dicha sección estrechada y la anchura (L2) regulada mediante dicho mecanismo (27a, 27b) de regulación de la anchura en el extremo inferior de dicho mecanismo de regulación de la anchura satisface

$$L2 \leq W + 10 \quad \text{mm.}$$

10 5. Aparato de producción de material preimpregnado según la reivindicación 4, en el que dicha sección estrechada tiene un hueco (D) de modo que dicha lámina (1a) de fibras de refuerzo se alinea automáticamente con el centro del hueco (D).

15 6. Método de producción de un material preimpregnado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la altura vertical de la porción cuya área en sección transversal disminuye de manera continua en dicho recipiente de líquido es de 10 mm o más.

20 7. Método de producción de un material preimpregnado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y 6, en el que el material (1c) preimpregnado obtenido tiene un grado de impregnación del 70 % o más basándose en un método de desprendimiento.

8. Método de producción de una cinta de material preimpregnado, que comprende cortar longitudinalmente un material preimpregnado obtenido usando el método de producción de un material preimpregnado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, 6 y 7 o usando el aparato según la reivindicación 4 ó 5.

25 9. Método de producción de un material compuesto reforzado con fibra, que comprende curar un material preimpregnado obtenido usando el método de producción de un material preimpregnado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, 6 y 7 o usando el aparato según la reivindicación 4 ó 5 o una cinta de material preimpregnado obtenida usando el método de producción de una cinta de material preimpregnado según la reivindicación 8.

30

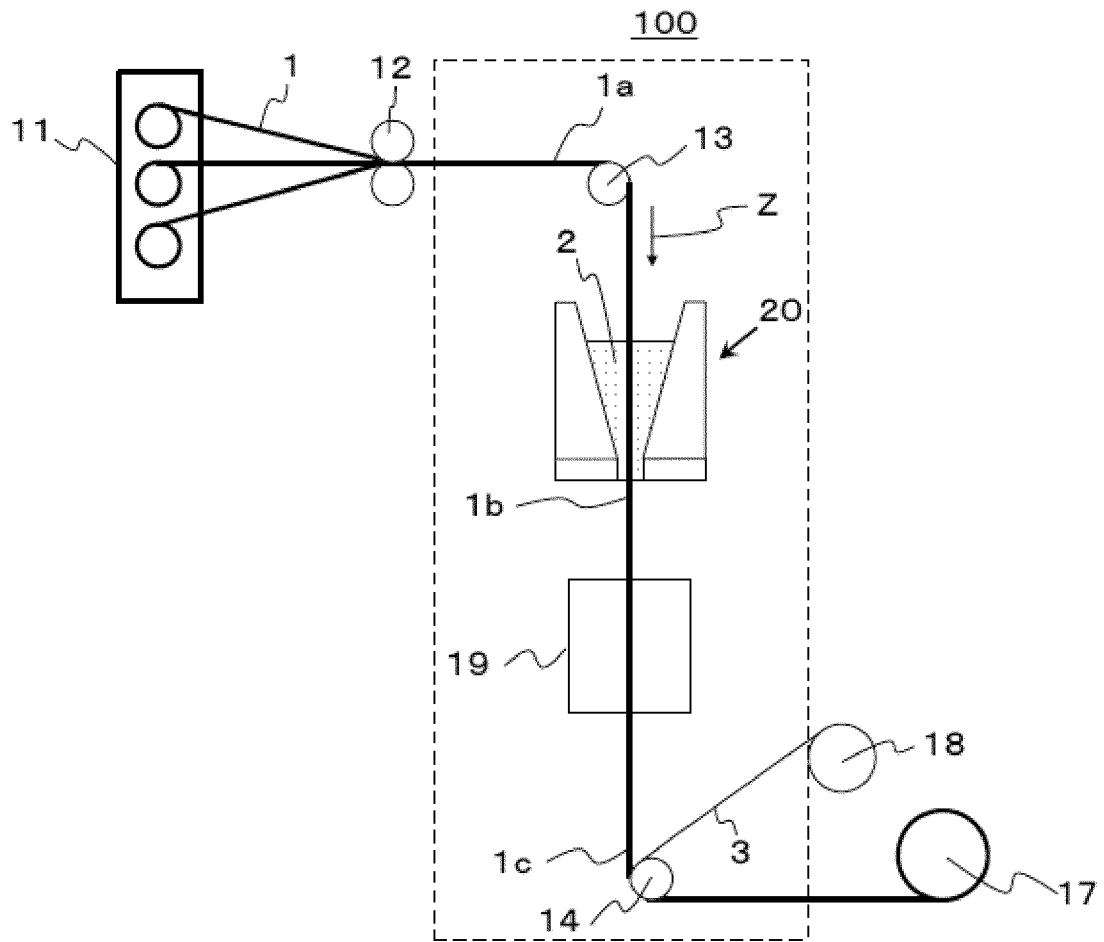


Fig. 1

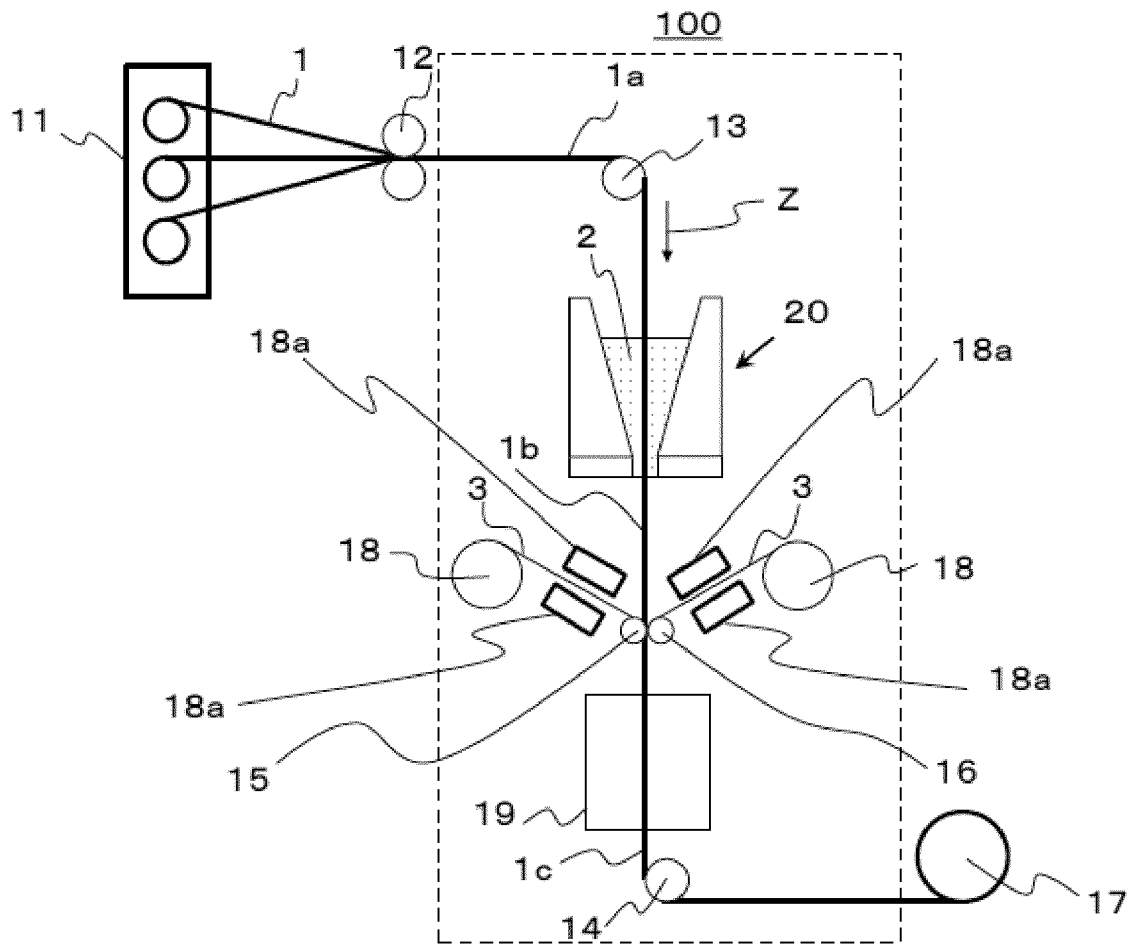


Fig 2a

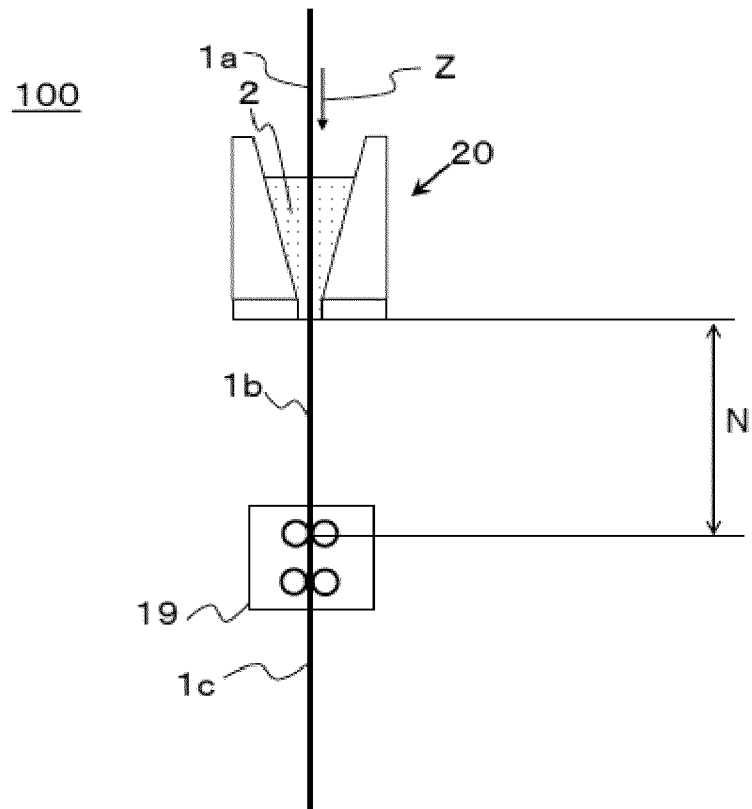


Fig 2b

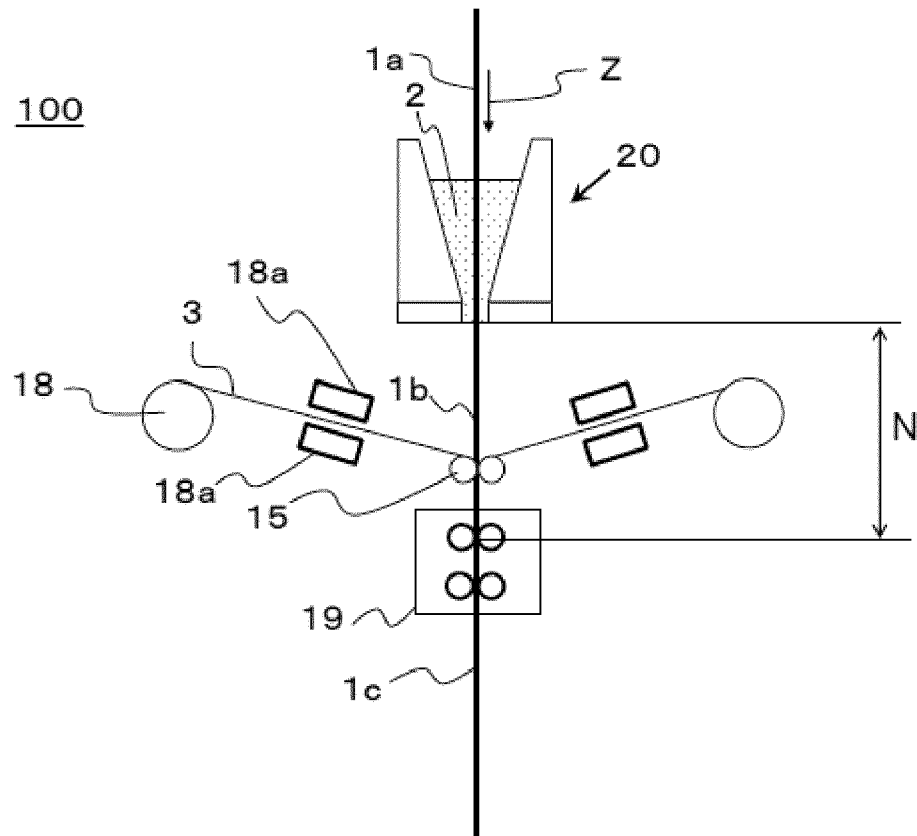


Fig. 2c

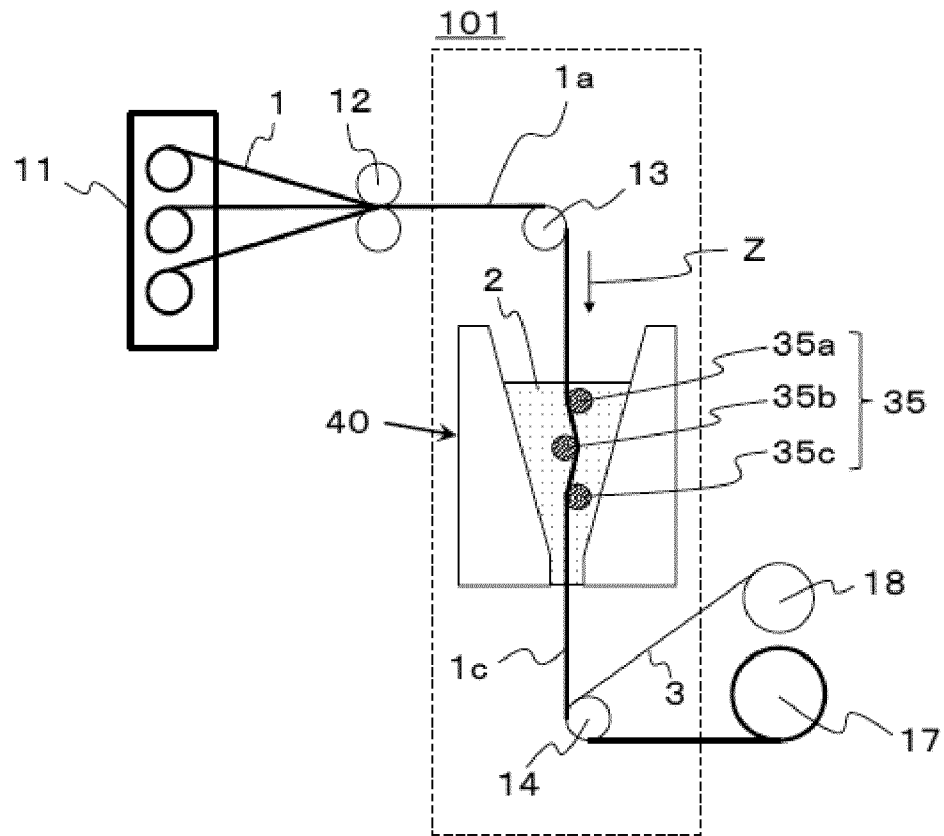


Fig. 3

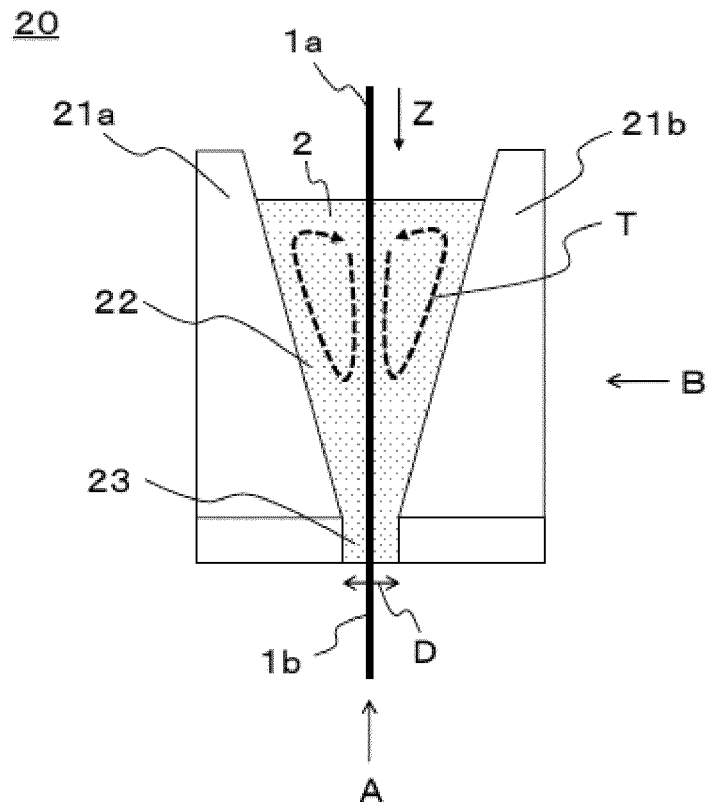


Fig. 4

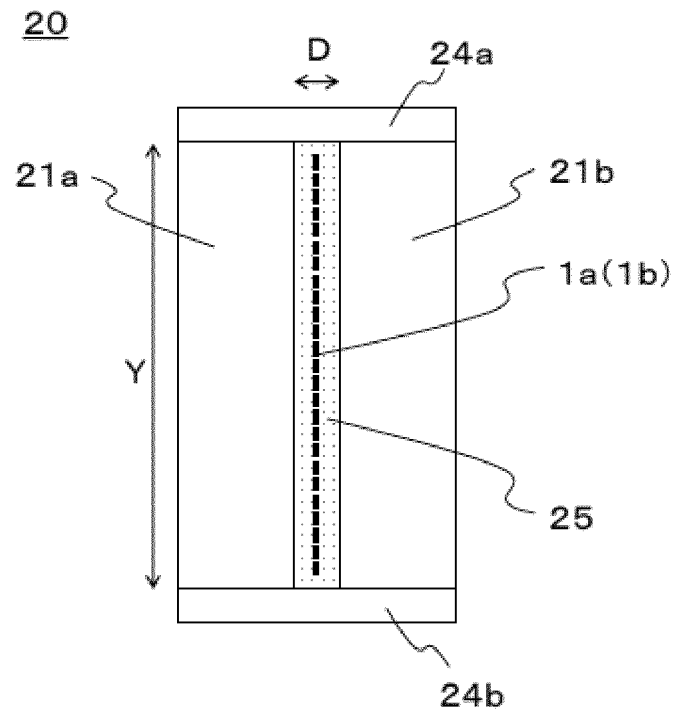


Fig. 5

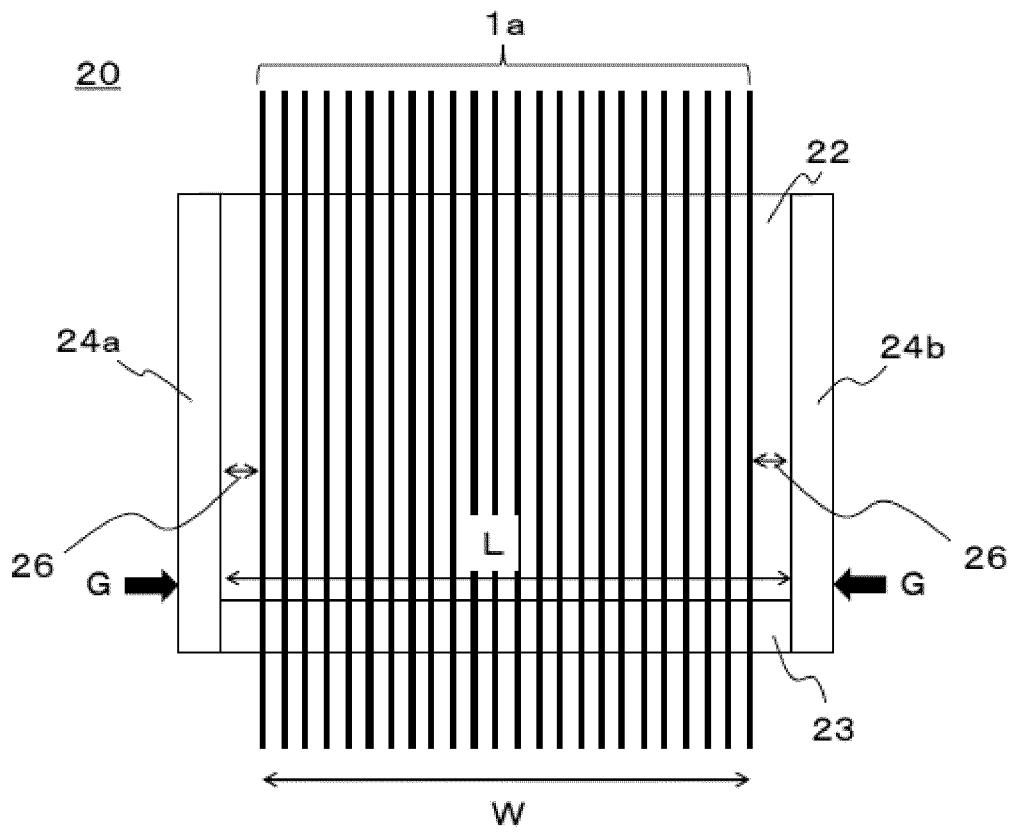


Fig. 6a

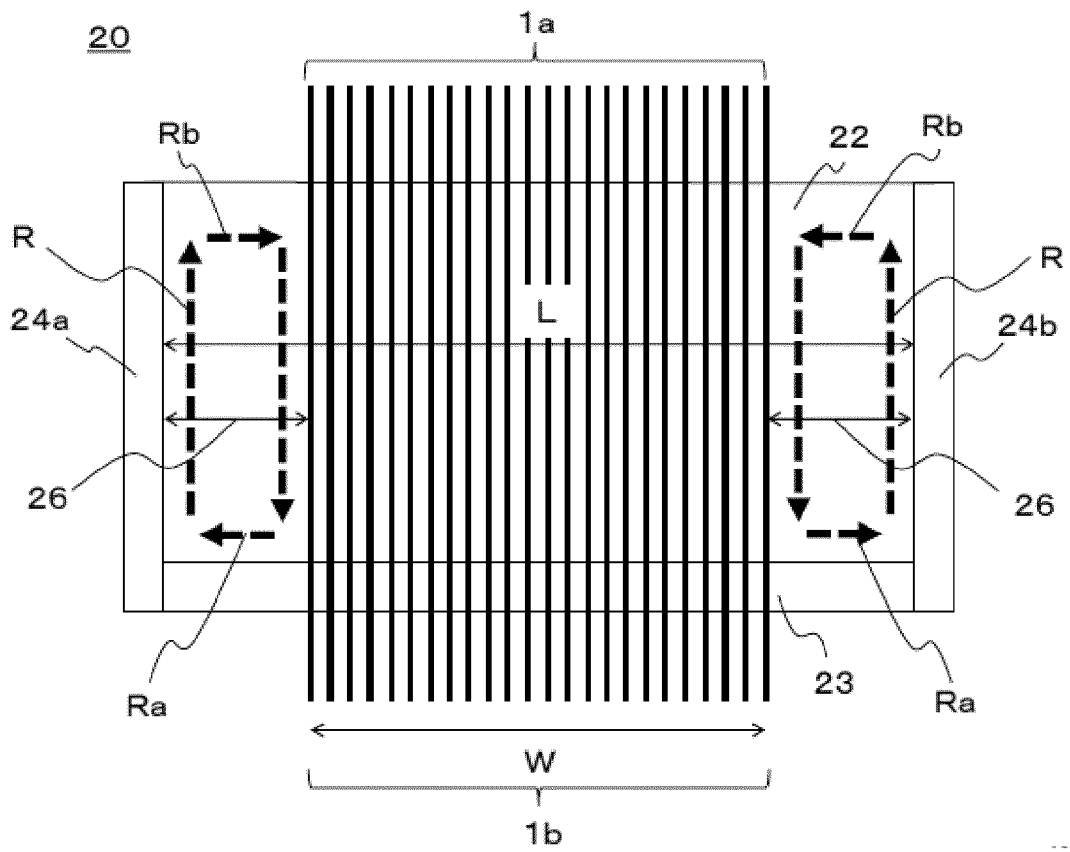


Fig. 6b

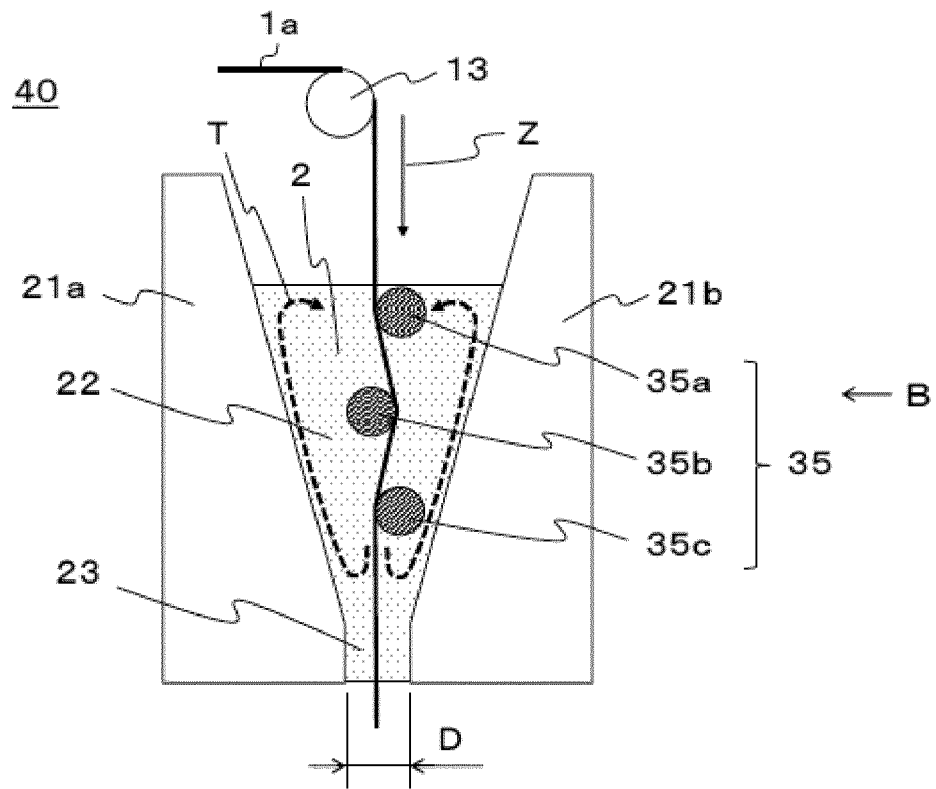


Fig. 7

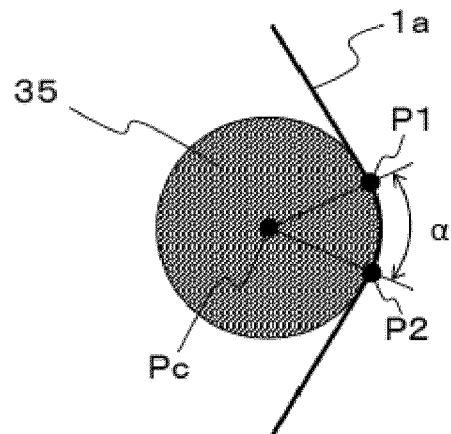


Fig. 8

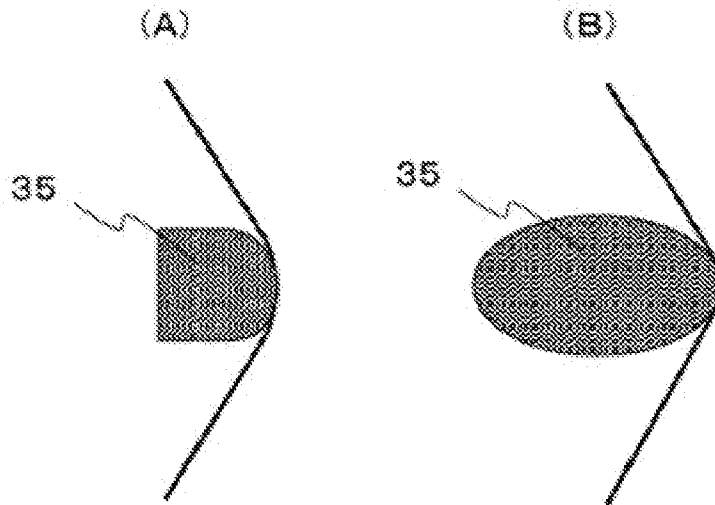


Fig. 9

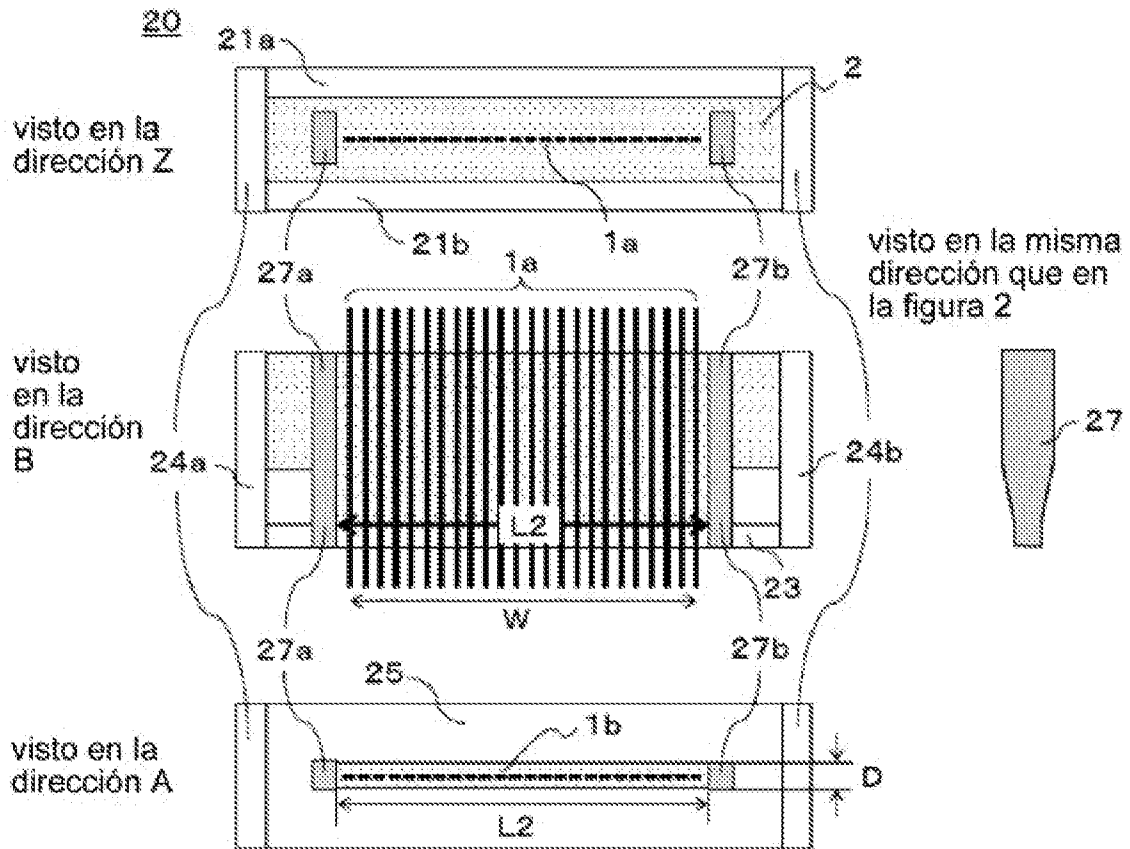


Fig. 10

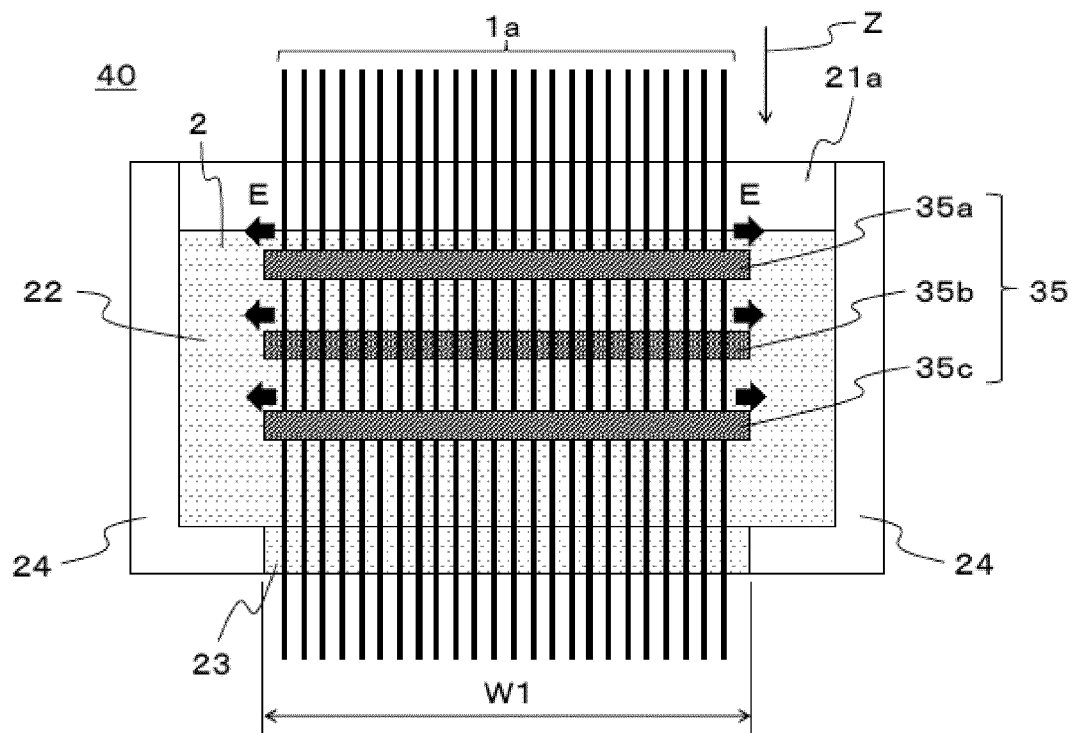


Fig. 11

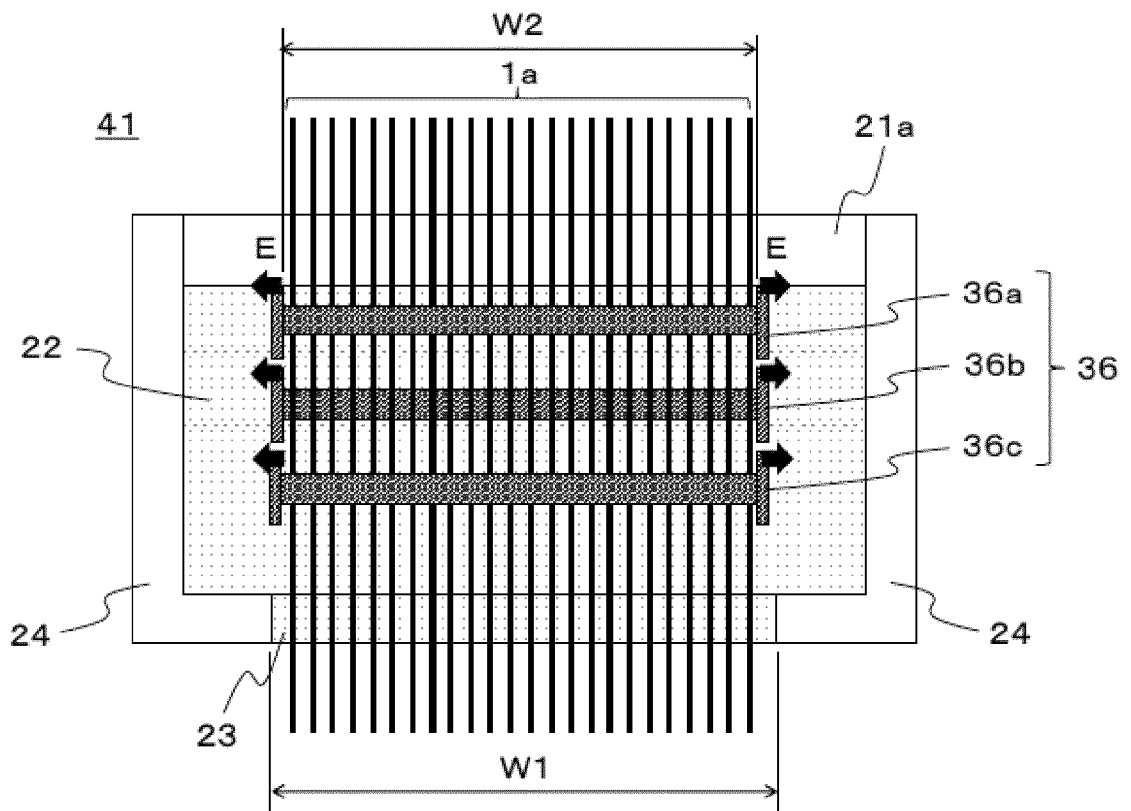


Fig. 12

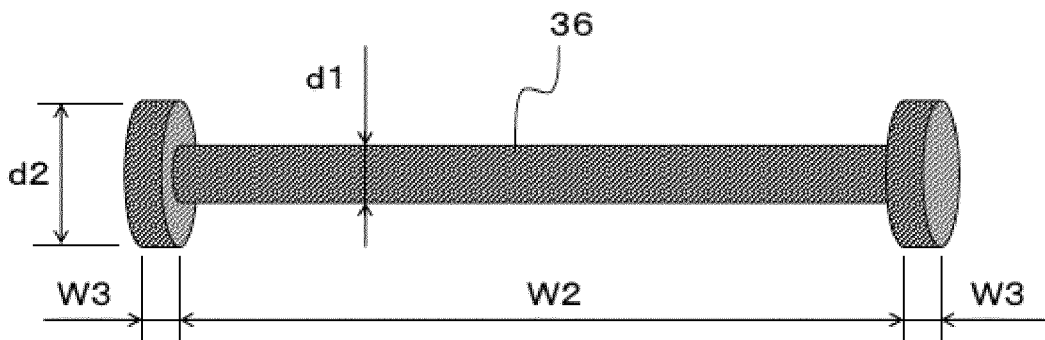


Fig. 13

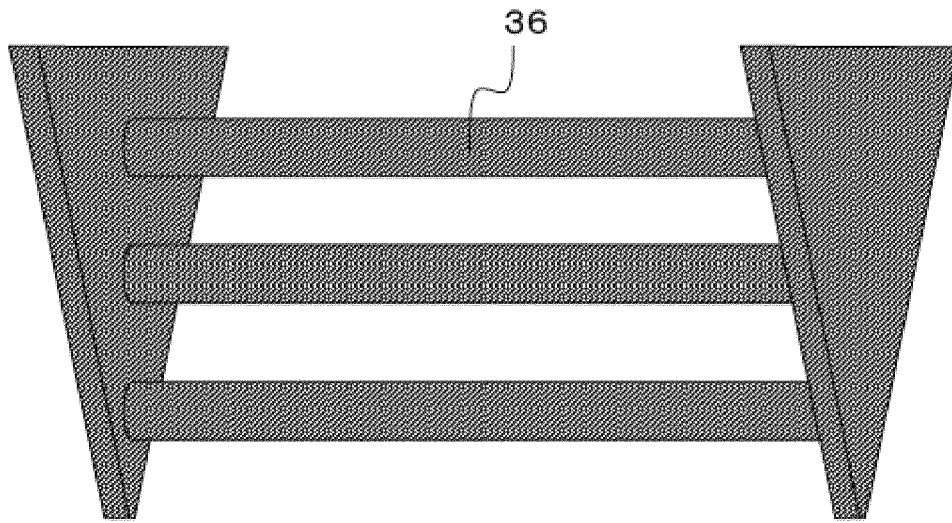


Fig. 14

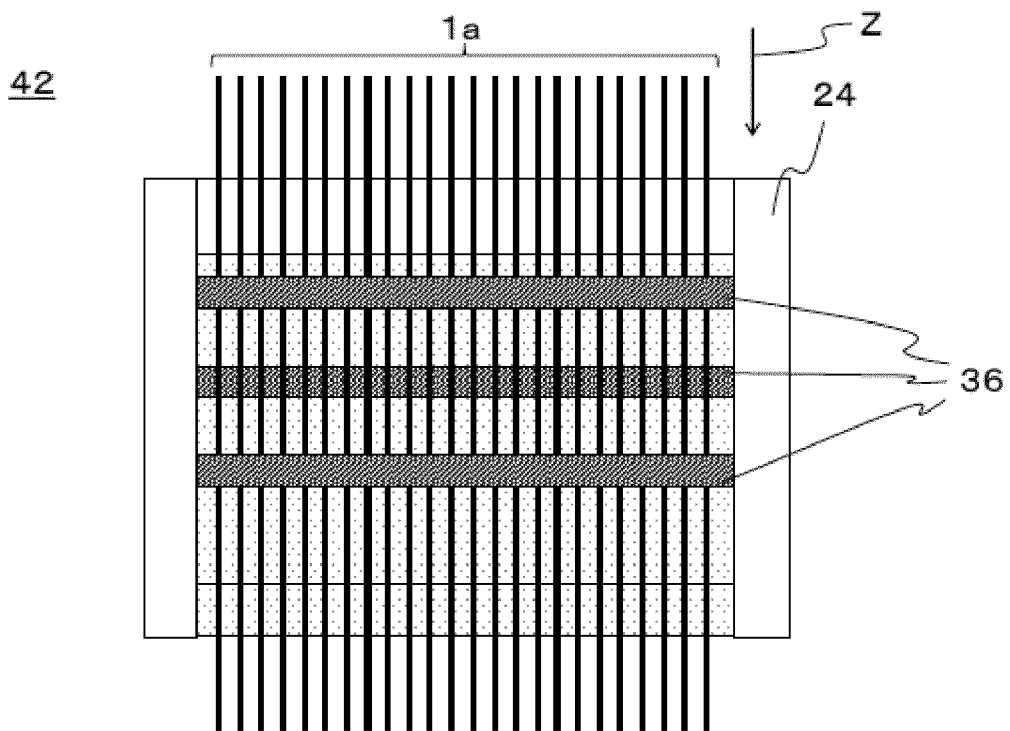


Fig. 15

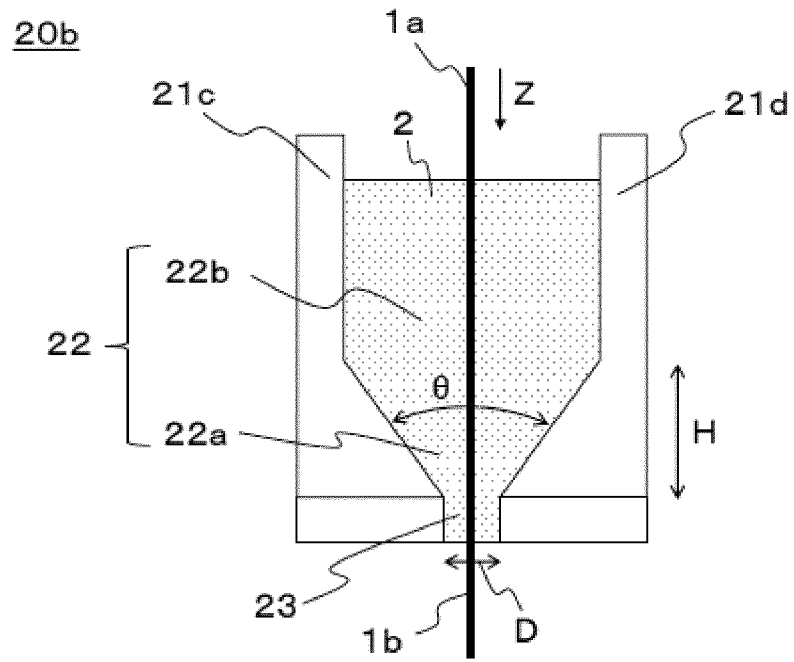


Fig. 16

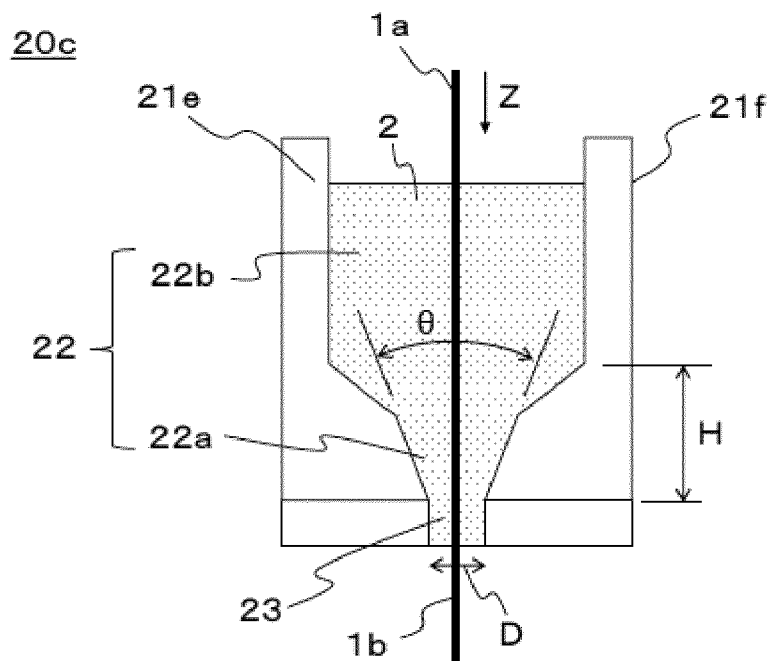


Fig. 17

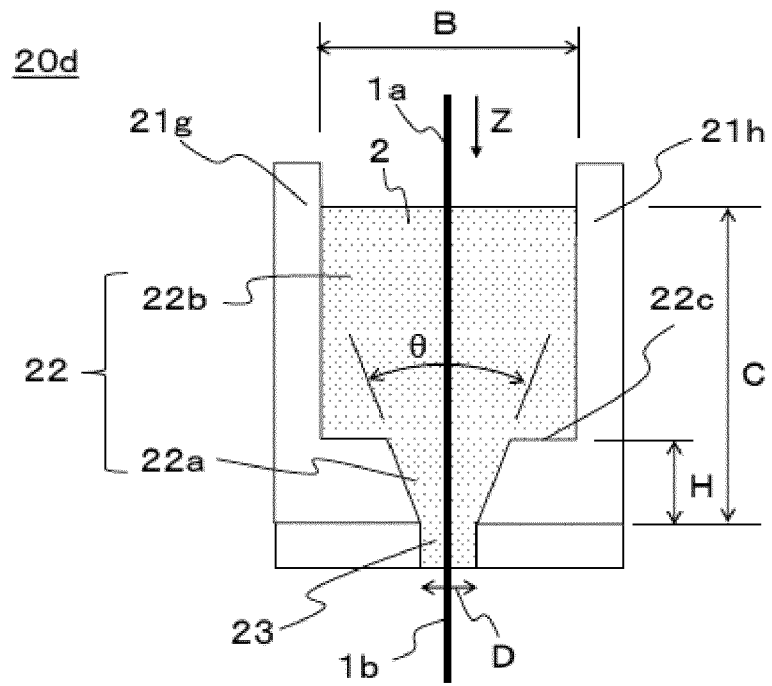
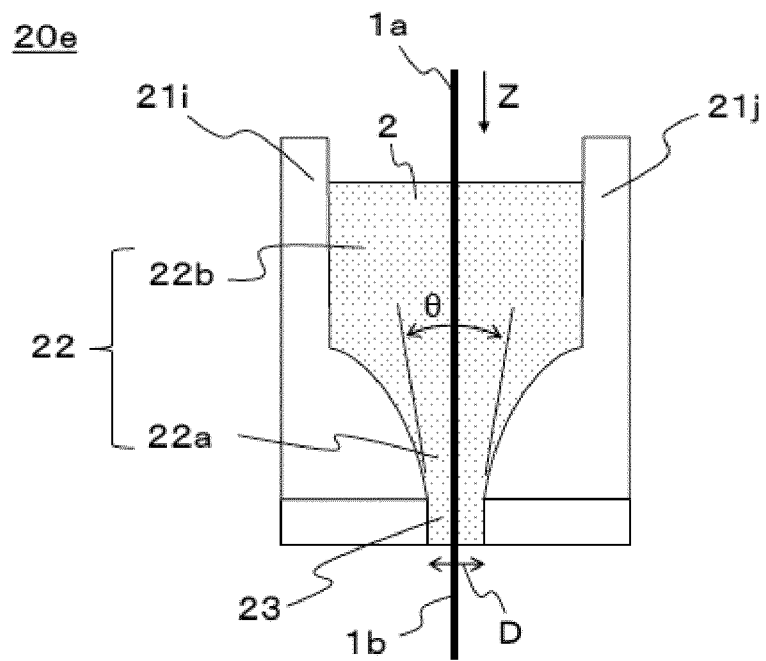


Fig. 18



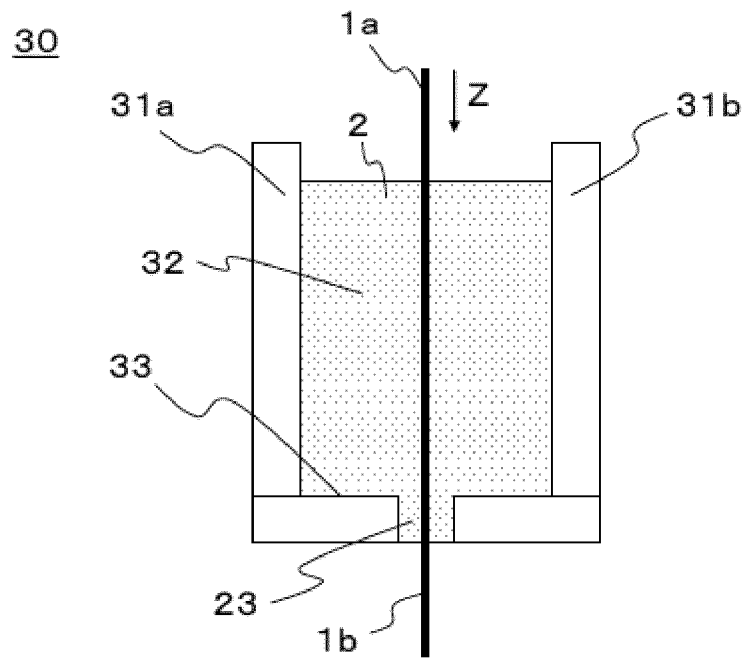


Fig. 20

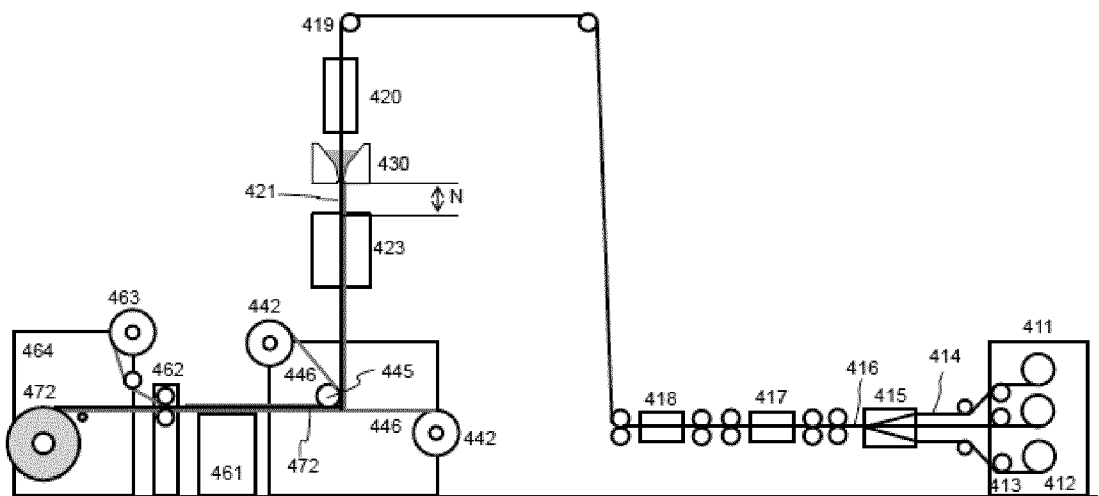


Fig. 21

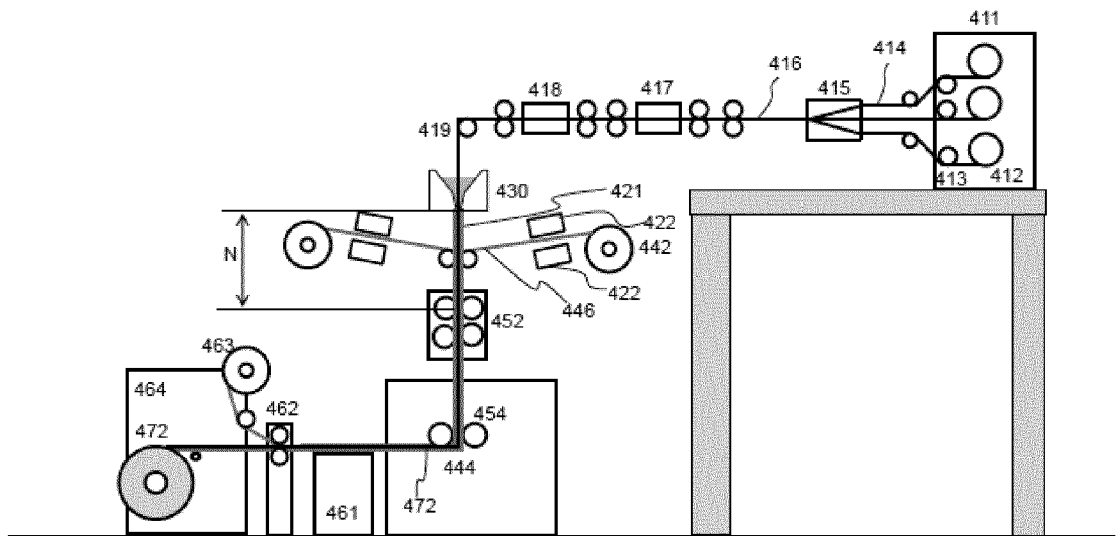


Fig. 24

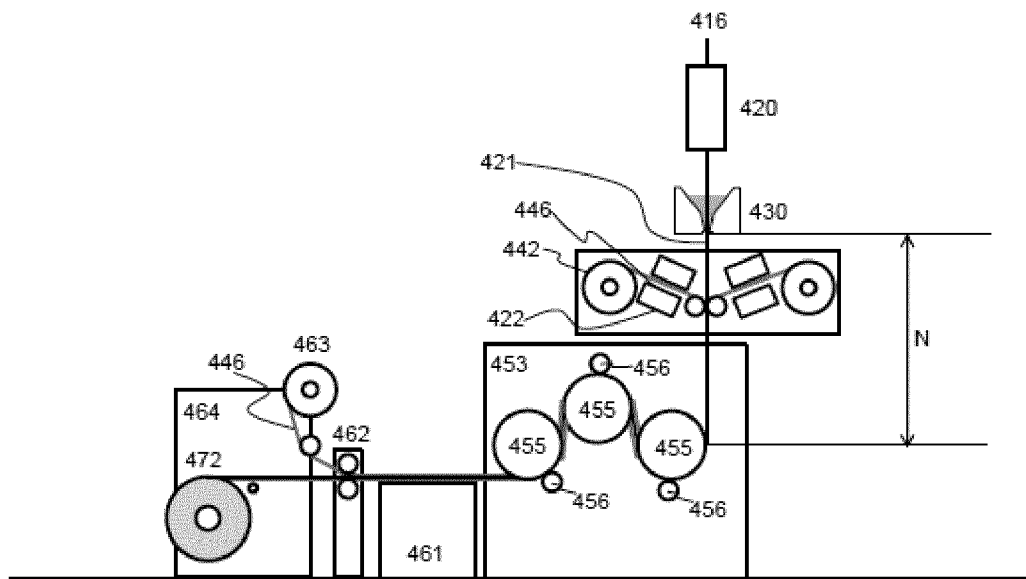


Fig. 25

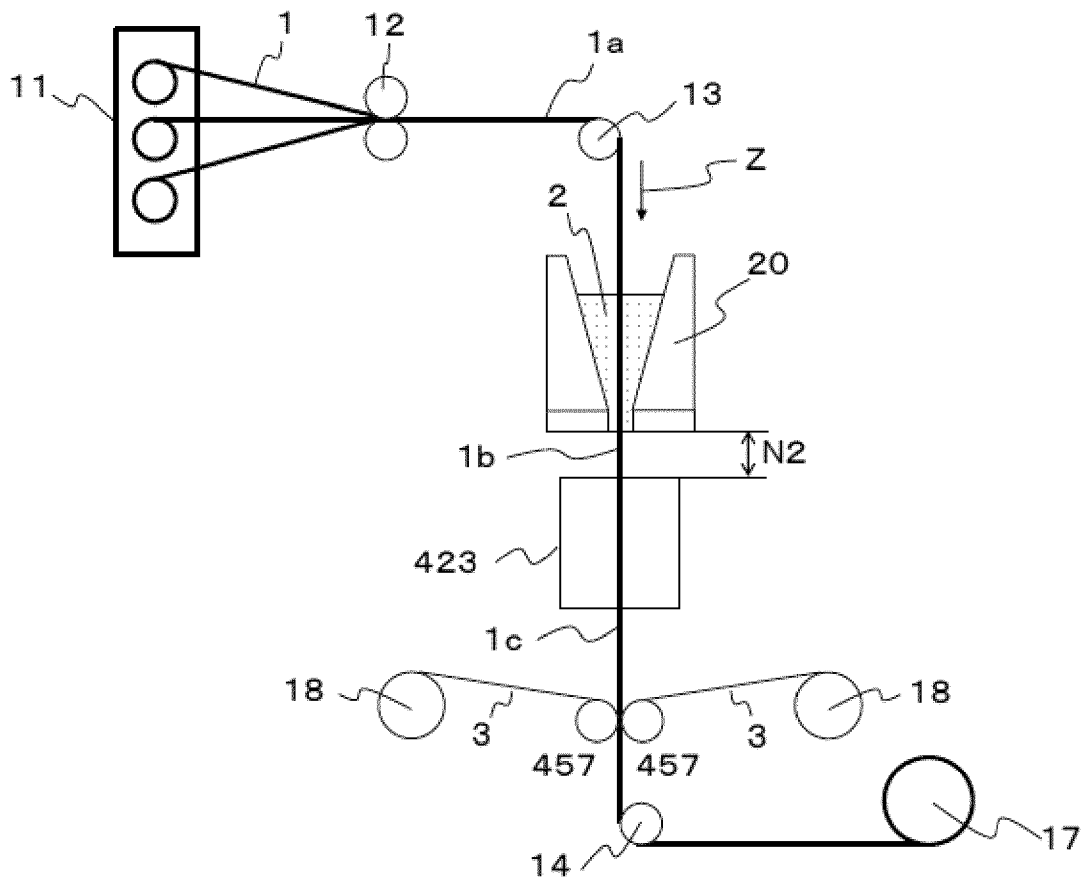


Fig. 26

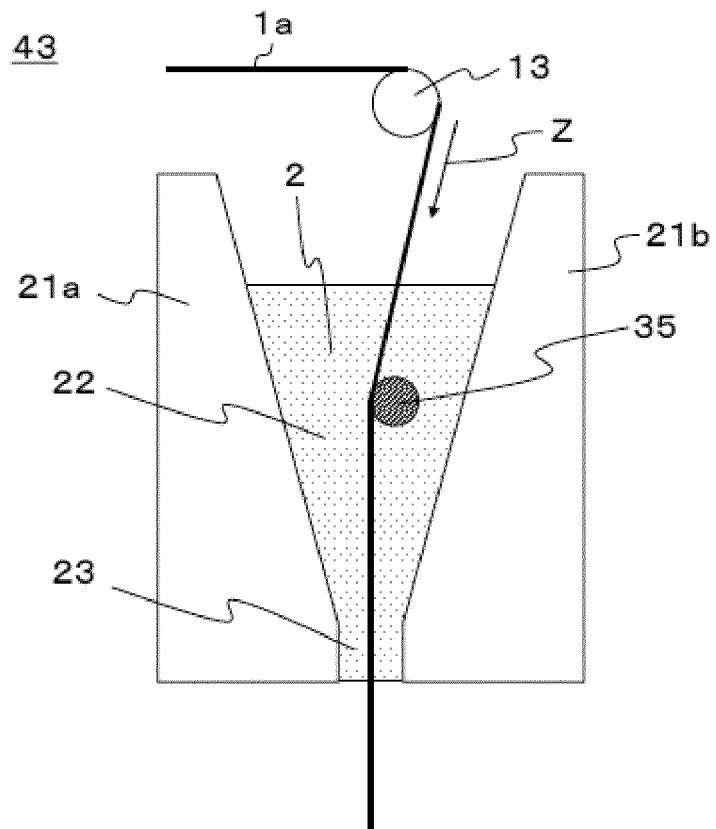


Fig. 27

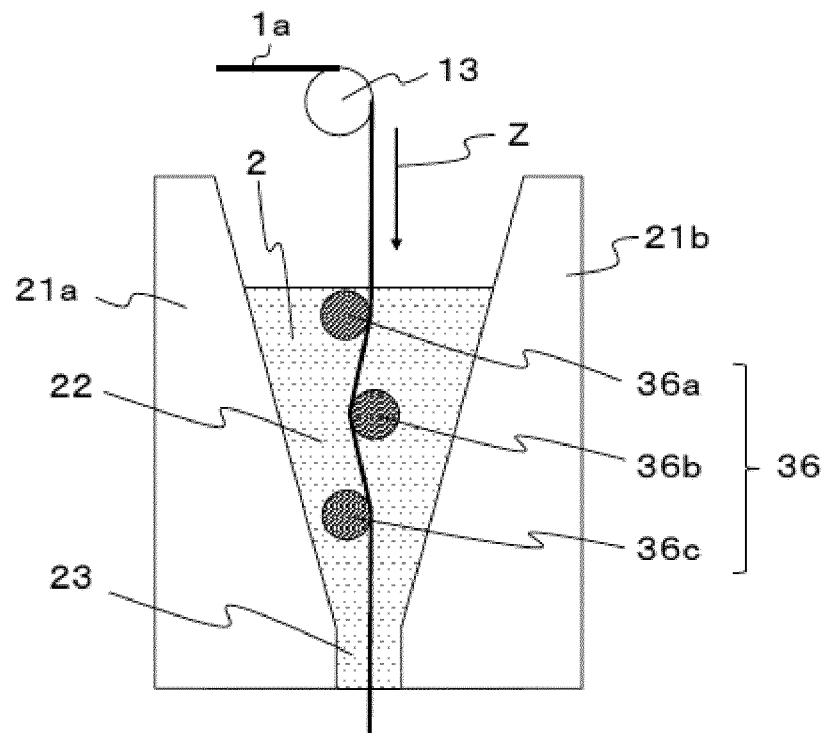


Fig. 28