

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 464**

51 Int. Cl.:

**D04H 3/04** (2012.01)

**B29C 70/20** (2006.01)

**B32B 5/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.01.2009 PCT/JP2009/050105**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2009 WO09088029**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.01.2009 E 09700834 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2233625**

54 Título: **Proceso para producir base de fibra de refuerzo de forma curva**

30 Prioridad:

**11.01.2008 JP 2008004249**

**24.12.2008 JP 2008328120**

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

**31.01.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SHINODA, TOMOYUKI;**  
**KIBE, RYUZO y**  
**YAMAMOTO, KOHNOSUKE**

74 Agente/Representante:

**DÍAZ NUÑEZ, Joaquín**

ES 2 739 464 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Proceso para producir base de fibra de refuerzo de forma curva

5 Campo técnico de la invención

**[0001]** La invención presente está relacionada con un proceso para producir un producto curvado de fibra de refuerzo en capas que tiene una forma curva a lo largo de una dirección longitudinal eficazmente.

10 Antecedentes de la invención

**[0002]** Los materiales compuestos de resina reforzada con fibra se conocen ampliamente como materiales ligeros altos en fuerza y rigidez. En el caso en que un material compuesto de resina reforzada con fibra relativamente largo se moldea, a fin de asegurar una alta resistencia o rigidez en una dirección objetivo, se emplea una estructura con frecuencia donde un producto en capas se forma por estratificación de una pluralidad de capas de fibras de refuerzo cuyas direcciones de orientación de fibras de refuerzo se ponen en direcciones predeterminadas respectivas. Aunque haya un caso de empleo de un producto en capas con una formación de un preimpregnado en el cual la resina no curada se impregna en las fibras de refuerzo, en consideración a la facilidad de la producción a una forma objetivo, por lo general un proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra que tiene una forma predeterminada preparando un producto de capas de fibra de refuerzo seco sin la resina impregnada, formando el producto en capas de fibra de refuerzo en una preforma que tiene una forma predeterminada, impregnando una resina de matriz en la preforma formada, y curando la resina.

**[0003]** Recientemente, por ejemplo, para un elemento estructural de un cuerpo de un aeroplano, etc., se ha requerido un material compuesto de resina reforzada con fibra relativamente largo que tiene una forma curva a lo largo de una dirección longitudinal, en particular, un material compuesto de resina curvada reforzada con fibra cuya forma de corte transversal y seccional no es simplemente la placa plana como, pero que tiene una parte de la facilidad con una parte del reborde y otros por el estilo. En el caso en que el dicho proceso descrito para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra se aplica al moldeado de un material compuesto de resina reforzada con fibra que tiene una forma tan curva, los dispositivos para obtener finalmente un producto moldeado que tiene un rendimiento objetivo se requieran para pasos respectivos de un paso para preparar el sustrato de fibra de refuerzos cada uno que tiene una forma curva, un paso para preparar un producto en capas de fibra de refuerzo por estratificación una pluralidad de la fibra de refuerzo preparada sustratos, un paso para formar el refuerzo seco preparado - fibra producto en capas en una preforma que tiene una forma predeterminada y un paso para impregnar una resina de matriz en la preforma formada, curando la resina y moldeando un material compuesto de resina reforzada con fibra que tiene una forma predeterminada. En particular, para un paso para preparar un sustrato de fibra de refuerzo con una forma plana curva en la cual los hilos de fibra de refuerzo se orientan en una dirección deseable en la premisa que una parte del reborde finalmente se proporcione, para un paso para preparar una fibra de refuerzo capa producto por estratificación una pluralidad de placa plana como capas de fibra de refuerzo cada uno que tiene una forma curva de modo que las capas respectivas pueden mantener la orientación de la fibra objetivo, y para un paso para formar una preforma que tiene una forma de corte transversal y seccional predeterminada doblando una parte predeterminada de la fibra de refuerzo curva preparada producto en capas, los dispositivos especiales se requieren a fin de obtener un producto en capas de fibra de refuerzo curvada o preforma que tiene una formación objetivo.

**[0004]** A fin de preparar la dicha producto estratificado de fibra de refuerzo curvada descrito y preforma del mismo, el documento 1 De Patente describe un cuerpo estructural de fibra tridimensional que tiene una porción tipo placa de sector en la cual una pluralidad de capas de hilo, incluye una capa de hilo que comprende hilo de 0 grados dispuesto en una condición de arco concéntrico, son ligados por hilos de la dirección del grosor. Además, el documento 2 de Patente describe un proceso para producir un elemento estructural compuesto reforzado por la fibra curvo donde se forma una capa de fibra de refuerzo colocando un sustrato de fibra de refuerzo en una superficie superior de un molde, teniendo una forma de corte transversal predeterminada y se encorva a lo largo de una dirección longitudinal, a lo largo de la forma curva del molde, y sobre eso, capas de fibra de refuerzo cuyas fibras de refuerzo se orientan oblicuamente o las capas de tela tejidas se mantienen en orden a lo largo de la forma de corte transversal y seccional del molde. Además, el documento 3 de Patente describe un proceso para producir una viga curva del material compuesto reforzado con fibra donde una placa plana como preimpregnado, incluye fibras de refuerzo orientadas en direcciones diferentes una de la otra e impregnadas de resina, se colocan en un molde que tiene una forma de corte transversal y seccional predeterminada y se encorva a lo largo de una dirección longitudinal, y ambas partes del extremo en la dirección transversal del preimpregnado se doblan en orden en direcciones que cada uno de esto se debe llevar en contacto con una superficie lateral del molde.

**[0005]** En la fibra tridimensional el cuerpo estructural descrito en el documento 1 de Patente, porque la capa de hilo tipo placa de sector se forma usando una plantilla de cono truncado para disponer haces de fibra, tarda mucho en formar una capa de hilo curva, y por lo tanto, hay un problema de que la productividad es mala. Además, porque una pluralidad de capas de hilo es ligada por hilos de la dirección del grosor, se requiere además un tiempo adicional

para la unión, y si el producto en capas se toma de la plantilla de arreglo del haz de fibra del cono truncado, también hay un problema de ondulación, que proviene de una diferencia entre la longitud circunferencial interior y externa del cono truncado asignado al grosor del producto en capas, ocurre (a saber, cuando el producto en capas tomado de la plantilla de arreglo del haz de fibra del cono truncado se coloca en una mesa cuya superficie superior es plana en una condición ampliada en una placa plana como forma, porque las formas de onda del arco a lo largo de la superficie externa del cono truncado de la plantilla de disposición del haz de fibra se dejan en el producto en capas en una condición donde se relacionan el uno con el otro, ocurre un problema de que el producto en capas no se puede corregir en una formación de la placa plana (una formación de la placa plana que tiene una forma curva en una condición plana)). Además, en el proceso para producir un elemento estructural compuesto descrito en el documento 2 de Patente, porque las capas de fibra de refuerzo respectivas están en capas en orden y al mismo tiempo de la estratificación la formación a lo largo de la forma de corte transversal y seccional del molde se realiza, el manejo de requerimiento de operación de formación y tiempo se hace necesario para cada capa de fibra de refuerzo, se necesita un muy largo tiempo para completar una preforma finalmente formada en una forma predeterminada, y por lo tanto, también hay un problema de que la productividad es mala. En particular, porque la capa de grado 0, en la cual se disponen las fibras a lo largo de la dirección circunferencial, es necesaria guardarse por separado para la parte de red y para la parte del reborde, el tiempo requerido para eso es particularmente largo. Además, en el proceso para producir una viga curva descrito en el documento 3 de Patente, porque se emplea un método donde básicamente está preparado de antemano un preimpregnado curvo a lo largo de la dirección longitudinal y el preimpregnado se forma en una forma de corte transversal y seccional predeterminada, el proceso no se puede aplicar a un proceso apuntado en la invención presente donde un producto de capas de fibra de refuerzo seco está preparado de antemano, después de que se forma en una preforma que tiene una forma predeterminada, se impregna una resina de matriz en la preforma formada y la resina se cura para moldear un material compuesto de resina reforzada con fibra que tiene una forma predeterminada. Además, en este documento 3 de Patente, no hay descripción con respecto a la disposición de fibras de refuerzo a lo largo de una forma curva.

**[0006]** Además, por separado de un material compuesto que tiene la dicha forma curva descrita a lo largo de una dirección longitudinal, a fin de formar una parte del reborde en un material compuesto de resina reforzada con fibra larga, con frecuencia empleada es un proceso para doblar y formar ambos lados en el corte transversal de una placa plana como sustrato de fibra reforzada e impregnación de una resina de matriz en el sustrato de fibra de refuerzo seco formado en una forma predeterminada y curación de la resina. Por si se usa donde un preimpregnado como un sustrato de fibra de refuerzo, con frecuencia se emplea para doblar y formar una parte del reborde predeterminado en el preimpregnado y a partir de entonces curar la resina calentándose. El documento 4 de Patente describe un proceso para usar una cámara de aire y formar un sustrato de fibra de refuerzo en una forma seccional en forma de C predeterminada presionando partes predeterminadas del sustrato de fibra de refuerzo a un mandril por la operación de extensión de la cámara de aire. En este proceso, sin embargo, porque la cámara de aire se proporciona en una condición de forro al mandril e interposición del sustrato de fibra de refuerzo entre sí, la cámara de aire ampliada puede presionar tanto partes laterales del sustrato de fibra de refuerzo sólo en una dirección, y por lo tanto, sólo se puede formar en una forma seccional en forma de C como se ha anteriormente descrito, y no se puede tratar con la formación en forma seccional en forma de Z y otros por el estilo. Además, porque se utiliza la operación de extensión de una sola cámara de aire, ambas partes laterales de sustrato de fibra de refuerzo se doblan considerablemente al mismo tiempo, como por lo tanto, se hace un proceso de formación que probablemente dejará arrugas y otros por el estilo en las partes dobladas, etc. en el momento de la flexión. Además, el documento 5 de Patente describe un proceso para formar un producto en capas de preimpregnados en una forma de T pellizcándolo en una máquina de prensa, y a partir de entonces, doblándolo presionando un rodillo a la parte superior del mismo, formando una sección en forma de Z o en forma de J. En este proceso, sin embargo, se requiere al menos una máquina de prensa manejable, perforando la máquina y el dispositivo del rodillo, y por lo tanto, el aparato se hace escalado a gran escala, complicado y caro. Además, aunque en los documentos 6, 7 de Patentes se describe una tecnología que relaciona con una espiral la tela tejida en la cual los hilos de fibra de refuerzo se usan como urdimbres y tramas de la tela tejida y la tela tejida se amplíe en espiral, esta tecnología es básicamente diferente de la invención presente descrita más tarde, y la tela tejida es hecha en espiral por el tejido continuo y los urdimbres y ambas tramas se forman de hilos de fibra de refuerzo. El documento 8 de Patente enseña que las preformas fibrosas para producir partes anulares de un material compuesto se hacen girando capas apiladas de una tira de tela espiral o helicoidal incluyendo hilos de urdimbre considerablemente helicoidales e hilos de trama considerablemente radiales. La masa por área de la unidad de urdimbre de tela helicoidal aumenta del interior al diámetro externo del mismo, y las capas de la tira de tela son con agujas de modo que sean unidos juntas por fibras dibujadas de los hilos de tela. El aumento de la masa por área de la unidad de urdimbre compensa al menos aproximadamente, por lo que la densidad del volumen de la preforma se refiere, para la disminución en la densidad de la trama entre el diámetro interior y el diámetro externo.

Documento 1 de patente: JP 2005 97759  
 Documento 2 de patente: Publicación US 2006/0249868A1  
 Documento 3 de patente: Publicación 1666353A1 Patente europea  
 Documento 4 de patente: US 5,772,950  
 Documento 5 de patente: JP 2004 351882  
 Documento 6 de patente: Patentes japonesas 3,225,323

Documento 7 de patente: Patentes japonesas 3,234,918  
 Documento 8 de patente: WO 97/20092 A1

Descripción de la invención

5

Problemas para ser solucionados por la Invención

10

15

20

25

30

**[0007]** En consecuencia, prestar atención a los dichos problemas descritos en las tecnologías convencionales, un objeto de la invención presente es proporcionar un proceso para producir un producto en capas de fibra de refuerzo capaz de hacer el producto en capas eficazmente en un corto tiempo. Además como se ha descrito pero no la parte de la invención presente son una preforma preparada formando el producto en capas de fibra de refuerzo exactamente en una forma de corte transversal y seccional predeterminada que tiene una parte del reborde y otros por el estilo y un proceso para producir una preforma capaz de formar la preforma en una forma de corte transversal y seccional predeterminada eficazmente en un corto tiempo, y un material compuesto de resina reforzada con fibra relativamente larga moldeada utilizando la preforma y teniendo una forma curva a lo largo de una dirección longitudinal y un proceso para producir lo mismo. Además como se ha descrito pero no la parte de la invención presente es un material del compuesto de resina fibra reforzada, donde, en un forma curva descrita que encorva una forma a lo largo de una dirección longitudinal, cuando la dirección circunferencial de la forma curva se determina como una dirección de la referencia (dirección de grado 0), todas las fibras de refuerzo se disponen empleando la referencia de esta dirección de grado 0 y un proceso para producir lo mismo. Disponiendo las fibras de refuerzo en la dirección de grado 0 a lo largo de la dirección circunferencial curva, las propiedades en la dirección circunferencial se pueden mejorar, y en cualquier posición en la dirección longitudinal a lo largo de la dirección circunferencial, puede proveerse una estructura de estratificación idéntica con relación a dirección de grado 0 que es considerablemente la dirección circunferencial de la curva.

35

40

45

50

55

60

**[0008]** Además como se ha descrito pero no la parte de la invención presente es un proceso para producir una preforma, en la cual, en particular cuando se produce la dicha preforma descrita, básicamente no se requiere un sistema de discos escalado a gran escala, se puede usar una instalación con una estructura simple y capaz de estructurar económicamente, y además de una sección en forma de C, aun si una forma seccional como una sección en forma de Z, en la cual las direcciones que se doblan para formar la preforma son diferentes la una de la otro, se emplea, la preforma con una forma de corte transversal predeterminada se puede formar suavemente y fácilmente sin causar los problemas como arrugas.

Medios para solucionar los problemas

**[0009]** Conseguir los dichos objetos, un proceso para producir un producto en capas de fibra de refuerzo curvada por estratificación de una pluralidad de placas planas como el refuerzo de capas de fibra cada uno que tiene una forma curva como una forma plana, comprende los pasos de: la formación de una capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada, en la cual una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la dicha forma curva, usando un sustrato de fibra de refuerzo curvo que tiene una forma curva como una forma plana, donde se disponen una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la dicha forma curva y los hilos de trama auxiliares se disponen en direcciones cruzando dicha pluralidad de hilos de fibra de refuerzo cada uno dispuesto en una dirección de la dicha dirección circunferencial; y la dicha estratificación de la capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada ya que al menos una capa entre una pluralidad de capas de fibra de refuerzo para estar en capas, caracterizada en que al menos una capa entre dichas capas de fibra de refuerzo para ser capa diferente de la capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada dicha se forma, donde una pluralidad de ortogonalmente la reducción los haces de hilo de la fibra de refuerzo unidireccional están preparadas cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formado de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que cruza dichos hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de grupos de hilo de fibra de refuerzo dichos, en la perpendicular de la dirección a dichos hilos de fibra de refuerzo, y dicha pluralidad de corte ortogonal de haces de fibras de refuerzo unidireccionales se disponen en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la dicha forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo de haces de hilo respectivos se extiendan en una dirección radial de la dicha forma curva y/o caracterizado en al menos una capa entre dichas capas de fibra de refuerzo para estar en capas diferentes de la dicha capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada se forma, donde una pluralidad del ángulo agudo ha cortado los haces de hilo de la fibra de refuerzo unidireccionales están preparados cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formada de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que se cruza con dichos hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de dichos grupos de hilo de fibra de refuerzo, en una dirección definida en un ángulo agudo predeterminado con relación a dichos hilos de fibra de refuerzo, y dicha pluralidad de paquetes de hilos de fibra de refuerzo unidireccionales de corte agudo se disponen en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la dicha forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo de haces de hilo

respectivos se extiendan en una dirección definida en un ángulo predeterminado con relación a una dirección radial de la dicha forma curva.

5 **[0010]** En un sustrato de fibra de refuerzo curvo descrito aquí pero que no forma parte de la invención presente, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección (dirección de grado 0) a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva, y los hilos de trama auxiliares se disponen en direcciones que los cruzan. A saber, aunque en un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional habitual una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo que se disponen en paralelo el uno al otro se disponen en línea recta en una dirección y el sustrato se usa como es, en la invención presente, en el dicho descrito sustrato, se emplea una estructura donde los hilos de fibra de refuerzo  
10 respectivos se disponen en paralelo a una dirección (dirección de grado 0) a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva, y la formación de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo es mantenida por los hilos de trama auxiliares. Como la formación de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo es mantenida por los hilos de trama auxiliares, cuando se usa este sustrato de fibra de refuerzo curvo, en particular, aun cuando son en capas a fin de preparar un producto en capas, una formación predeterminada de capas sustrato no se rompe, y un producto en capas que encorva un objetivo forma se forma exactamente. Por lo tanto, usando este sustrato de fibra de refuerzo curvo, hasta en un material compuesto de resina reforzada con fibra con una forma curva que finalmente se moldea, la formación de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo en la dirección (dirección de grado 0) a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva, a saber, una formación de la disposición deseable de los hilos de fibra de refuerzo a fin de conseguir la fuerza apuntada y la rigidez después de moldeo de un material compuesto reforzado con fibra relativamente larga curvado a lo largo de la dirección longitudinal, se puede mantener.

25 **[0011]** En el sustrato de fibra de refuerzo curvado anteriormente descrito, se prefiere que un tamaño necesario de una capa de sustrato se construya como una forma de una hoja por la estructura de tejido de los hilos de fibra de refuerzo, hilos de trama auxiliares e hilos de urdimbre auxiliares dispuestos como sea necesario. Por esto, cuando un producto en capas está preparado, porque el número de sustratos para ser en capas puede ser poco, el tiempo requerido para la estratificación se puede reducir enormemente, y por lo tanto, se prefiere tal estructura.

30 **[0012]** Para los hilos de fibra de refuerzo usados en el sustrato de fibra de refuerzo curvo, alta resistencia y fibras de alto módulo elástico como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras aramida o BPBO (poliparafenileno benzobisoxazol) se usan las fibras preferentemente. Entre estas fibras, las fibras de carbono son más preferibles porque las fibras de carbono son mayores en fuerza y módulo elástico, obteniendo así un más excelente FRP en propiedades mecánicas. Fibras de carbono que tienen una resistencia a la tensión de 4500 MPa o más y un módulo elástico extensible de 250 GPa o más es más preferible porque se pueden obtener las propiedades compuestas más excelentes.

35 **[0013]** La trama preferentemente tiene un componente principal de al menos uno seleccionado del grupo que consiste en fibra de nilón 6, fibra de nilón 66, fibra de nilón 11, fibra de nilón 12, fibra de poliéster, fibra poliamida, fibra polifenileno sulfuro fibra polieterimida, fibra polietersulfona, fibra policetona, fibra polietercetona, fibra polietertercetona y fibra de vidrio. Entre éstos, fibra de nilón 66 y fibra de vidrio son preferibles porque la propiedad adhesiva con una resina de matriz está bien. Además, la fibra de vidrio es más preferible porque no se encoge por el calor.

40 **[0014]** Además, la trama es preferentemente un hilo multifilamento. Si es un hilo multifilamento, se hace posible hacer la medida (el diámetro) del filamento de fibra simple pequeño. Cuando esto se usa en una condición no que tiene considerablemente ninguna torcedura, en el sustrato, se realiza una formación donde el filamento las fibras simples de las tramas se disponen en paralelo el uno al otro sin se en la dirección de grosor, el grosor de la trama adelgaza, el rizo debido al enredo o el cruce de los hilos de fibra de refuerzo y las tramas se hace pequeño, la rectitud de las fibras de refuerzo en el material compuesto reforzado con fibra aumenta, y se pueden realizar las propiedades mecánicas altas.

45 **[0015]** De motivos similares, la finura de la trama es preferentemente más de 6 decitex y menos de 70 decitex. Más preferentemente, son más de 15 decitex y menos de 50 decitex. Además, la densidad de tejido de las tramas es preferentemente más de 0.3/cm y menos de 6.0/cm, y si la densidad de tejido de las tramas es más pequeña que esta variedad, porque una perturbación de tramas es obligada que ocurra durante el tejido o en el proceso de dispersando en polvo de resina después del tejido, no se prefiere tal condición. Además, porque es difícil mantener la forma curva, no se prefiere tal condición. Si la densidad de tejido de las tramas se hace mayor que la dicha variedad descrita, el rizado de los hilos de fibra de refuerzo se hace grande. Además, la cantidad de las fibras de las tramas se hace grande, porque la resistencia termal del material compuesto reforzado con fibra es reducida por la absorción de humedad de las tramas, no se prefiere tal condición.

50 **[0016]** A saber, el sustrato de fibra de refuerzo curvo es una fibra de refuerzo unidireccional sustrato (UD sustrato: sustrato unidireccional) caracterizado en esto la dirección circunferencial de la forma curva se menciona como dirección de grado 0 y los hilos de fibra de refuerzo se disponen en una dirección, y las tramas no se esperan con el refuerzo del efecto.

65

**[0017]** Además, el sustrato de fibra de refuerzo curvo es preferentemente un NCW (Tejido no Rizado) sustrato en el que se proporcionan hilos de urdimbre auxiliares y el rizado de los hilos de fibra de refuerzo se suprime considerablemente teniendo estructura de tela tejida como se muestra en la Fig. 9 descrita más tarde.

5 **[0018]** En el sustrato de fibra de refuerzo curvado anteriormente descrito, se puede emplear una formación donde la  
 10 anteriormente descrita pluralidad de hilos de fibra de refuerzo se dispone en paralelo a una dirección a lo largo de la  
 dirección circunferencial de la forma curva de modo que los hilos se distribuyan casi uniformemente  
 considerablemente sobre la totalidad del plano de sustrato curvo. En este caso, los hilos de trama auxiliares  
 15 descritos anteriormente se pueden disponer para enhebrar los hilos de fibra de refuerzo para cada uno de un  
 número apropiado de hilos de fibra de refuerzo. Sin embargo, en particular se prefiere una formación donde el dicho  
 refuerzo descrito de hilos de fibra se forma en una pluralidad de haces y la pluralidad de haces de hilos de fibra de  
 refuerzo se disponen para ser contiguos el uno al otro en una dirección radial de la forma curva. Como la forma de  
 20 cada hilo de la fibra de refuerzo donde una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo están agrupados, varias clases de  
 formas de corte transversal se pueden emplear como la forma de corte transversal y seccional circular, elíptica o  
 rectangular. En particular, se prefiere una formación donde cada haz de hilo de la fibra de refuerzo se forma como  
 una forma parecida a una cinta que tiene una forma de corte transversal y seccional rectangular. Si la anchura del  
 haz de hilo de la fibra de refuerzo debido a las anchuras de una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo es  
 25 relativamente pequeña y el haz tiene una forma de una hoja parecida a un grupo, hasta para una forma que tiene  
 una curvatura grande (un pequeño radio de la curvatura) de la forma curva, porque se puede disponer mientras se  
 suprime el caso de serpentear o arrugas de fibras de refuerzo y un sustrato con una formación deseable está  
 fácilmente preparado, se prefiere tal formación. Por otra parte, porque se hace necesario disponer una pluralidad de  
 haces de hilos de fibra de refuerzo a fin de formar sustrato solo, la anchura de cada haz de hilo de la fibra de  
 refuerzo se pone preferentemente suficientemente de acuerdo con la forma curva. Así, en el caso, donde se emplea  
 la formación de los haces de hilo de la fibra de refuerzo, se pueda emplear una formación donde los dichos descritos  
 30 hilos de trama auxiliares se disponen en direcciones que cruzan la pluralidad de hilos de fibra de refuerzo en la  
 variedad de cada haz de hilo de la fibra de refuerzo formado como una forma parecida a una cinta, etc. (a saber, una  
 formación donde los hilos de trama auxiliares no se extienden entre haces de hilo de la fibra de refuerzo contiguos).  
 En el caso en que la pluralidad de hilos de fibra de refuerzo que forman la fibra de refuerzo curva los sustrato se  
 forman ya que la pluralidad del hilo de la fibra de refuerzo en forma de cinta, porque la anchura de cada haz de hilo  
 35 de la fibra de refuerzo puede ser pequeña en comparación con la anchura de todo el sustrato de fibra de refuerzo  
 curvado, cada propio haz de hilo de la fibra de refuerzo se hace muy fácil de manejar, se hace posible disponer de  
 cada haz de hilo de la fibra de refuerzo exactamente a lo largo de una forma curva predeterminada, y al mismo  
 tiempo, se hace posible ajustar fácilmente la anchura de todo el sustrato de fibra de refuerzo curvado exactamente a  
 una anchura objetivo controlando el número de la disposición de los haces de hilo de la fibra de refuerzo, y por lo  
 tanto, un sustrato de fibra de refuerzo curvo tiene una forma deseable que se puede obtener además fácilmente.

40 **[0019]** Además, en el sustrato de fibra de refuerzo curvo, se puede emplear una formación donde los hilos de  
 urdimbre auxiliares que se extienden en paralelo a los hilos de fibra de refuerzo se disponen entre los hilos de fibra  
 de refuerzo. Disponiendo así hilos de urdimbre auxiliares como sea necesario, se puede fácilmente formar una  
 estructura de tejido debido a los hilos de fibra de refuerzo, los hilos de trama auxiliares y los hilos de urdimbre  
 auxiliares.

45 **[0020]** Los urdimbres son preferentemente fibras de vidrio que no se encogen en un proceso dispersado con el  
 polvo de resina o calentándose en el momento del moldeado curando una resina de matriz. Como las urdimbres no  
 se esperan considerablemente con un efecto de refuerzo, la finura del urdimbre es preferentemente más de 100  
 decitex y menos de 470 decitex.

50 **[0021]** La disposición de los urdimbres entre los hilos de fibra de refuerzo es preferible porque los espacios  
 proporcionados por los urdimbres funcionan como rutas de flujo de resina. Además, empleando una estructura de  
 tejido de urdimbres 33 y tramas 34 mostradas en la Fig. 9 descritas más tarde, los rizados de hilos de fibra de  
 refuerzo 32 se pueden disminuir, y se prefiere tal estructura.

55 **[0022]** Además, en el sustrato de fibra de refuerzo curvo, se puede emplear una formación donde un material de  
 resina cuyo componente principal es una resina termoplástica se adhiere a al menos una superficie del sustrato en  
 un punto, de condición lineal o discontinua. La adherencia del material de resina al sustrato de fibra de refuerzo  
 curvo es preferible porque por ese cambio de los hilos de fibra de refuerzo y los hilos auxiliares que forman el  
 sustrato se puede suprimir y por lo tanto la forma del sustrato puede ser más estabilizada. Esta formación se asume  
 para formar un producto en capas descrita la utilización posterior de este sustrato de fibra de refuerzo curvo y el otro  
 60 sustrato de fibra de refuerzo curvo. A saber, por el material de resina que se adhiere en un punto, en condición lineal  
 o discontinua, las capas de fibra de refuerzo contiguas en el producto en capas se pueden unir suficientemente la  
 una a la otra. En esta adherencia, porque una fuerza de adherencia como una fuerza requerida para la fijación  
 temporal simplemente para mantener la forma como un producto en capas y además mantener la forma de una  
 preforma cuando se forma como una preforma puede ser suficiente, el material de resina no es necesario que se  
 adhiera sobre la superficie entera y se puede adherir en un punto, condición lineal o discontinua. Además, cuando se  
 65 inyecta una resina de matriz y se impregna en la preforma, se prefiere que el material de resina se adhiera en una

condición de punto o lineal, porque la resina de matriz se impregna fácilmente en tal condición. Por ejemplo, la temperatura de transición de cristal del material de resina puede estar en una variedad de 0°C o más alta y 95°C o más baja, y la cantidad de adherencia del material de resina puede estar en una variedad de 2 g/m<sup>2</sup> o más y 40 g/m<sup>2</sup> o menos.

5 [0023] Donde, «adherencia» significa proporcionar el material de resina al sustrato de fibra de refuerzo curvo antes de la disposición del sustrato de fibra de refuerzo curvo, y «la adherencia» significa para, después de la estratificación del sustrato, integra la capa intermedia del sustrato vía el material de resina. Si la temperatura de transición de cristal T<sub>g</sub> del material de resina es más baja que 0°C, porque es pegajoso en una temperatura ambiente, el manejo es difícil, y si T<sub>g</sub> es más alto que 95°C, aunque no sea pegajoso en una temperatura ambiente, es necesario elevar la temperatura de calor para unir el sustrato el uno al otro después de que los sustratos estén en capas, y la adherencia se hace difícil de realizar. Donde, la temperatura de transición de cristal que T<sub>g</sub> usada aquí significa un valor determinado por un DSC (Calorimetría diferencial de barrido).

15 [0024] Además, en un material para un elemento estructural primario de un aeroplano, a fin de ser difícil de recibir una influencia debido a la colisión de sustancias de vuelo o daño por la gota de un instrumento durante la reparación, preferentemente una fuerza de compresión residual alta después de que la colisión (Compresión Después del Impacto, más adelante, referida como «CAI») se requiere. Como el dicho material de resina descrito se adhiere a la superficie del sustrato, hasta después del moldeo del material compuesto reforzado con fibra, puede existir entre las capas, y probablemente formará la capa intermedia. Ya que esta capa intermedia contiene el material de resina además de la resina de matriz, en el caso en que una resina termoplástica de alta resistencia se usa para el material de resina, se haga posible hacer la alta resistencia de la capa intermedia selectivamente, el CAI se puede aumentar, y se prefiere tal condición. Por lo tanto, optimizando el material de resina, no sólo la adherencia sino también el CAI se pueden mejorar.

25 [0025] Si la cantidad de adherencia del material de resina es menos de 2 g/m<sup>2</sup>, la cantidad de adherencia es demasiado poca, y no se puede exponer una propiedad adhesiva suficiente. Por otra parte, si la cantidad de adherencia es más de 10 g/m<sup>2</sup>, la cantidad de adherencia es demasiado, y el peso del material compuesto reforzado con fibra aumenta y la propiedad ligera se perjudica.

30 [0026] En el material de resina, a fin de aumentar el CAI, si se usa una mezcla de una resina termoplástica de alta resistencia y una resina termoestable fácil de adherirse al sustrato de fibra de refuerzo y fácil de adherirse entre el sustrato, pueden dar una propiedad adhesiva al sustrato de fibra de refuerzo proporcionando una dureza apropiada.....

35 [0027] Como la dicha resina termoplástica descrita, poliacetato de vinilo, policarbonato, poliacetato, óxido polifenileno, sulfato polifenileno, polialilato, poliéster, poliamida, poliamidaimida, polyimida, polieterimida, polisulfona, poliétersulfona, poliétercetona, poliaramida, polibenzoimidazol, polietileno, polipropileno, acetato de celulosa, etc. se puede ejemplificar. Además, ya que la resina termoestable, resina de epoxi, no saturada resina de poliéster, resina viniléster, resina fenol, etc. se puede usar.

40 [0028] Es importante que la forma de adherencia del dicho material de resina descrito al sustrato esté en condición parecida a un punto, lineal o discontinua. A fin de conseguir la adherencia parecida a un punto, se puede dispersar el material de resina en forma de polvo sobre la superficie del sustrato de fibra de refuerzo y fundirlo termalmente. Además, a fin de conseguir la adherencia lineal o discontinua, se puede emplear para laminar una tela que comprende una tela no tejida o fibras continuas en la superficie del sustrato y a partir de entonces fundirlo termalmente. Por tal adherencia del material de resina, la forma curva del sustrato es obligada a mantenerse, y tal condición se prefiere.

45 [0029] Además, como ya se ha mencionado, los hilos de fibra de refuerzo del sustrato de fibra de refuerzo curvo preferentemente contienen hilos de fibra de carbono. Usando fibras de carbono, se hace posible exponer la alta resistencia y la rigidez después del moldeo de un material compuesto. Además, aunque el hilo de fibra de carbono sea una materia prima donde la rectitud rígida (rigidez para guardar una linealidad directa) es alta en comparación con otras clases de hilos de fibra de refuerzo y es una materia prima donde los hilos de fibra de refuerzo probablemente se separarán el uno del otro cuando el sustrato se haga o se forme en una forma curva, en el sustrato de fibra de refuerzo curvo, porque la formación de disposición curva paralela predeterminada de los hilos de fibra de refuerzo que contienen hilos de fibra de carbono puede ser mantenida por los hilos auxiliares, el sustrato de fibra de refuerzo curvo se vuelve efectivo en particular en el caso en que se usan los hilos de fibra de refuerzo que contienen hilos de fibra de carbono. Sin embargo, se pueden usar otras fibras, por ejemplo, fibras de vidrio o fibras aramida, y se puede emplear una estructura híbrida que contiene dos o más clases de fibras de refuerzo también.

50 [0030] Un producto en capas de fibra de refuerzo curvada producido según la invención presente es un producto en capas en el cual una pluralidad de placa plana como capas de fibra de refuerzo cada uno que tiene una forma curva como la forma plana son capas, y se caracteriza en que al menos una capa de la pluralidad de capas de fibra de refuerzo en capas es una capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada que está formada por un

sustrato de fibra de refuerzo curvo como se ha anteriormente descrito y en que una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva.

5 **[0031]** En tal Producto en capas de fibra de refuerzo curvada producido según la invención presente, al menos una  
 10 capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada se contiene en la pluralidad de la placa  
 plana en capas como capas de fibra de refuerzo, y en esta capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente  
 orientada, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección (dirección de grado 0) a lo largo de  
 una dirección circunferencial de la forma curva. En la invención presente, esta capa de fibra de refuerzo  
 15 circunferencialmente orientada se forma usando el sustrato de fibra de refuerzo curvo mencionado, a saber, un  
 sustrato de fibra de refuerzo curvo que tiene una forma curva como una forma plana donde se dispone una  
 pluralidad de hilos de fibra de refuerzo en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la  
 forma curva, y los hilos de trama auxiliares se disponen en direcciones que cruzan la pluralidad de hilos de fibra de  
 refuerzo cada uno dispuesto en una dirección de la dirección circunferencial. Por lo tanto, en esta capa de fibra de  
 refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada de este producto en capas, se emplea una estructura  
 20 donde los hilos de fibra de refuerzo respectivos se disponen en paralelo a una dirección (dirección de grado 0) a lo  
 largo de una dirección circunferencial de la forma curva, y la formación de la disposición de los hilos de fibra de  
 refuerzo se mantienen por los hilos auxiliares. Ya que la formación de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo  
 se mantiene por los hilos auxiliares, cuando esta capa de fibra de refuerzo circunferencialmente orientada está en  
 capas para formar el producto en capas, sin romper su forma de la capa, se puede realizar fácilmente estratificación  
 25 predeterminada en un corto tiempo con una propiedad de operación de estratificación excelente. En otras palabras,  
 por la estructura donde la capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada se forma de la  
 etapa del sustrato de fibra de refuerzo que tiene los hilos de trama auxiliares, la formación de la disposición de los  
 hilos de fibra de refuerzo en la dirección (dirección de grado 0) a lo largo de la dirección circunferencial de la forma  
 curva en el producto en capas, a saber, una formación de la disposición deseable de los hilos de fibra de refuerzo  
 para conseguir la fuerza objetivo y la rigidez de un material compuesto reforzado con fibra después de moldeo de  
 que es relativamente largo y curvo a lo largo de la dirección longitudinal, se puede seguramente conseguir y  
 mantenerse, y una fibra de refuerzo curva de grado óptimo del producto en capas para el uso en el moldeo de un  
 material compuesto reforzado con fibra curvada larga.

30 **[0032]** Formando el sustrato de fibra de refuerzo curvo formando la capa de fibra de refuerzo curva por una  
 pluralidad de haces de hilos de fibra de refuerzo, un sustrato de fibra de refuerzo convencional dispuesto en línea  
 recta con los hilos de fibra de refuerzo se puede usar para cada haz de hilo de la fibra de refuerzo. Y por lo tanto, se  
 prefiere tal condición. Por otra parte, aunque sea necesario hacer esta capa del sustrato de fibra de refuerzo curvo  
 formando la capa de fibra de refuerzo curva disponiendo una pluralidad de haces de hilos de fibra de refuerzo, ya  
 35 que un sustrato de fibra de refuerzo curvo deseable se puede formar disponiendo una pluralidad de haces de hilos  
 de fibra de refuerzo en un plano liso, comparado con el método convencional para disponer hilos de fibra de refuerzo  
 en un molde para formar que tengan una forma tridimensional, un producto en capas y una preforma se pueden  
 simplemente formar, y así se prefiere la invención presente.

40 **[0033]** Además, se prefiere que los sustratos de fibra de refuerzo curvados cada uno comprenda una pluralidad de  
 haces de hilos de fibra de refuerzo se basan en capas en una estructura estratificación predeterminada, y a partir de  
 entonces, los sustratos se unen y se integran en posiciones entre los sustratos usando el material de resina que se  
 adhiere a las superficies de los sustratos.

45 **[0034]** Además, porque los haces de hilo de la fibra de refuerzo del sustrato de fibra de refuerzo curvo no son  
 ligados el uno al otro por tramas, hay un caso donde es difícil manejarlo como un solo sustrato. Por lo tanto, por la  
 estructura donde la fibra de refuerzo curva los sustratos están en capas en una estructura de estratificación  
 predeterminada y los sustratos se unen e integran en posiciones entre los sustratos por el material de resina, se  
 mejora la propiedad que se maneja preferentemente. Además, integrando por adherencia, se puede suprimir  
 50 preferentemente un cambio en el ángulo de la disposición de hilos de fibra de refuerzo en el producto en capas, y se  
 puede estabilizar un estado en un ángulo de la disposición predeterminado.

**[0035]** Así, diferentemente de la estructura convencional, en el sustrato de fibra de refuerzo curvo formando la capa  
 de fibra de refuerzo curva, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en la dirección del urdimbre para formarse  
 55 como una capa dispuesta con haces de hilo de la fibra de refuerzo predeterminados, y las tramas en este caso son  
 hilos auxiliares que no son fibras reforzantes. Además, si los hilos de urdimbre auxiliares se disponen juntos con los  
 hilos de trama auxiliares, se puede fácilmente emplear una formación deseada de NCW que ya mencionado. Los  
 hilos de trama auxiliares pueden mantener una forma básica cuando se emplea una estructura de tela tejida  
 unidireccional.

60 **[0036]** La dicha capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada descrita preferentemente se extiende  
 sobre la totalidad en la dirección plana del dicho producto en capas de fibra de refuerzo curvada. Por ejemplo,  
 cuando este producto en capas de fibra de refuerzo curvada se forma en una preforma con una forma de corte  
 transversal y seccional que tiene una parte de red y una parte del reborde y además se moldea a un material  
 65 compuesto reforzado con fibra que tiene la forma de corte transversal y seccional correspondiente, capa 0° (una

capa en la cual los hilos de fibra de refuerzo se orientan en una dirección a lo largo de la dirección circunferencial de la dicha forma curva descrita) preferentemente se dispone sobre la totalidad incluyendo la parte de red y la parte del reborde mejor que dispuesto sólo en la parte de red y la parte del reborde, y por esto, dan fácilmente la fuerza objetivo y la rigidez a la totalidad de un material compuesto reforzado con fibra finalmente moldeado.

5 [0037] Además, en la pluralidad de capas de fibra de refuerzo en capas en el dicho producto curvado de fibra de refuerzo en capas descrito, excepto el dicho descrito capa 0°, se puede incluir además una capa de fibra de refuerzo en la que los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección definida en un ángulo agudo (por ejemplo, capa ±45°) con relación a o perpendicular (por ejemplo, capa 90°) a la dirección circunferencial de la dicha forma curva descrita. Esta estructura incluye una formación en la cual una capa del ángulo aguda (por ejemplo, capa ±45°) o una capa perpendicular (por ejemplo, capa 90°) están ambas presentes. Los hombros de la capa 0° principalmente una fuerza que se dobla o una rigidez que se dobla en la dirección longitudinal después del moldeo en un material compuesto reforzado con fibra curvada larga, y por lo tanto incluye capas de fibra de refuerzo direccionales en el producto en capas además de la capa 0°, se hace posible aumentar una fuerza o rigidez en una dirección de radio de la curvatura del material compuesto reforzado con fibra curva o aumentar una rigidez torsional, y por lo tanto, se pueden aumentar en conjunto la fuerza o la rigidez totalmente, además, se hace posible mejorar el equilibrio de propiedades mecánicas sobre la totalidad.

20 [0038] Además, se puede emplear una estructura donde la dicha pluralidad descrita de la placa plana como capas de fibra de refuerzo se integran en la condición capa. De ser integradas, aun si el producto en capas de fibra de refuerzo curvada es de largo tamaño, se puede manejar fácilmente como un solo material, también se puede facilitar y la transferencia al proceso siguiente o el manejo en el proceso siguiente.

25 [0039] La dicha integración descrita es más preferentemente realizada por una estructura donde la pluralidad de capas de fibra de refuerzo se integra uniéndose la uno a la otra, porque el manejo y la preparación para la integración pueden ser mucho menor. En particular, se prefiere una formación donde un material de resina cuyo componente principal es una resina termoplástica se proporciona en al menos una superficie de al menos una capa de las capas de fibra de refuerzo contiguas la uno a la otra en la dirección de estratificación, y vía el material de resina las capas de fibra de refuerzo contiguas se unen la una a la otra. El material de resina en este producto en capas se proporciona preferentemente a al menos una superficie de la capa de fibra de refuerzo en una cantidad de adherencia en una variedad de 2 g/m<sup>2</sup> o más y 40 g/m<sup>2</sup> o menos por una capa de fibra de refuerzo. Este material de resina se provee esencialmente para el aumento del CAI del material compuesto y el material de resina se utiliza para una adherencia parcial de los sustratos (sustratos de fibra de refuerzo) en el producto en capas y se utiliza para la adherencia superficial entera de los sustratos en la preforma. A saber, en el producto en capas, si la adherencia superficial entera se emplea entre los sustratos (entre el sustrato de fibra de refuerzo), porque los hilos de fibra de refuerzo no se pueden mover apropiadamente de manera similar en caso de preimpregnado y la propiedad que se forma se deteriora, se prefiere una adherencia parcial en el producto en capas. Ya que una propiedad que se forma no es necesaria para el sustrato después una vez formado, se prefiere para mantener la forma de la preforma por la adherencia superficial entera. Además, desde el punto de vista de mantener el producto en capas entero en una forma predeterminada, el dicho material de resina descrito proporcionado en una condición parecida a un punto o discontinuo se usa preferentemente para adherirse de las capas de fibra de refuerzo la una a la otra sobre la superficie entera de las capas de fibra de refuerzo entre las capas de fibra de refuerzo que están una frente a la otra, y se prefiere que el material de resina de un sustrato parcialmente adherido sobre la superficie entera de sustrato contiguo que se opone a un sustrato y la longitud máxima de la parte adherida es 1 mm o más y la anchura H del hilo de la fibra de refuerzo o menor. A saber, el producto en capas producido según la invención presente es formado preferentemente por una estructura donde una parte del material de resina que se adhiere a la superficie entera de un sustrato en una condición parecida a un punto o discontinua se integra, es decir se une a sustrato enfrentado. Ya que se puede emplear el método para adherirse parcialmente entre los sustratos en el producto en capas, uniendo el método, calentando sólo las partes a unirse apretando usando una plantilla,. Se prefiere la adherencia parcialmente porque una propiedad de formación buena no se daña manejándose ya que es posible un producto en capas. Como se ha anteriormente descrito, cuando la adherencia se realiza no parcialmente, pero sobre la superficie entera entre los sustratos en el producto en capas, porque la propiedad que se forma se perjudica en comparación con un caso sin adherencia, hay un caso donde ocurren arrugas según la forma de la formación cuando el producto en capas se forma en la forma para formarse en un proceso posterior.

55 [0040] Además, en el dicho sustrato de fibra de refuerzo curvado descrito en el dicho producto en capas de fibra de refuerzo curvada descrito, como se ha mencionado, se prefiere que los hilos de fibra de carbono se contengan como hilos de fibra de refuerzo. Usando fibras de carbono, se pueden exponer la alta resistencia y la rigidez después del moldeo del material compuesto. Sin embargo, otras fibras de refuerzo, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras aramida, etc., también se pueden usar, y una estructura híbrida que contiene dos o más clases de fibras de refuerzo también se puede emplear.

60 [0041] El proceso para producir un producto en capas fibra de refuerzo curvo producido según la invención presente por estratificación de una pluralidad de placa plana como capas de fibra de refuerzo cada uno que tiene una forma curva como una forma plana, comprende los pasos de formar una capa de fibra de refuerzo curva

circunferencialmente orientada, en la cual una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva, usando el sustrato de fibra de refuerzo curvo; y la estratificación de la capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada como al menos una capa entre una pluralidad de capas de fibra de refuerzo para estar en capas.

**[0042]** A saber, usando una capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada formada usando un sustrato de fibra de refuerzo curvo con hilos de trama auxiliares como al menos una capa entre el refuerzo de capas de fibra para estar en capas en orden, se puede producir un producto en capas de fibra de refuerzo curvada con propiedades excelentes como ya se ha mencionado.

**[0043]** Cuando se forma la dicha capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada descrita, se emplea un método donde una pluralidad de hilos de fibras de refuerzo unidireccionales a cada uno a una anchura predeterminada (por ejemplo, una pluralidad de hilos de fibras de refuerzo unidireccionales como haces cada uno a una anchura predeterminada) están preparados cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formado de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que cruza los hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de los grupos de hilo de fibra de refuerzo, para contener una parte de los grupos de hilo de fibra de refuerzo y para estar en paralelo a los grupos de hilo de fibra de refuerzo, y la pluralidad de haces de hilo de la fibra de refuerzo unidireccionales es dispuesta por un número predeterminado en una condición contigua el uno al otro en una dirección a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva, hasta que la forma plana de la capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada se complete. Aunque el haz de hilo de la fibra de refuerzo unidireccional tenga preferentemente una forma de corte transversal y seccional rectangular, se puede emplear un corte transversal además de un rectángulo. A saber, este método es un método para preparar una pluralidad de hilos de fibras de refuerzo unidireccionales a cada uno a una anchura predeterminada de antemano y dispuestos en orden en una condición contigua el uno al otro para ser capaces de formar una forma curva parecida a una placa plana que tiene una anchura predeterminada.

**[0044]** Además, cuando se forma al menos una capa entre las capas de fibra de refuerzo para estar en capas diferente de la capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada descrita, se emplea un método donde una pluralidad de corte ortogonal de haces de fibras de refuerzo unidireccionales están preparados cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formado de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que cruza los hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de los grupos de hilo de fibra de refuerzo, en perpendicular a la dirección a los hilos de fibra de refuerzo y la pluralidad de corte ortogonal de haces de fibras de refuerzo unidireccionales se disponen en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo de haces de hilo respectivos se extiendan en una dirección radial de la forma curva, y se disponen deformándolos de modo que en la parte del lado exterior en la forma curva, el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo contiguos el uno al otro se amplíe, y en la parte del lado exterior en la forma curva, el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo contiguos el uno al otro es reducido. A saber, en el caso en que el corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo unidireccional cada uno que teniendo cierta anchura se dispone en orden en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo se extiendan en una dirección radial de la forma curva, de simplemente sea dispuesta como son, porque allí existe una diferencia en la longitud circunferencial entre la parte del lado exterior y la parte del lado interior en la forma curva, hay temor de que en la parte del lado exterior, pueda ocurrir un hueco relativamente grande entre los haces de hilo contiguos, y en la parte del lado interior, los haces de hilo contiguos se pueden el uno al otro. En consecuencia, como se ha anteriormente descrito, por la disposición de paquetes de hilo deformando los haces de hilo de modo que en la parte del lado exterior en la forma curva, el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo se amplíe, y en la parte del lado interior en la forma curva, el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo es reducido, tal temor se puede quitar, y aunque la densidad de disposición de hilos de fibra de refuerzo tenga una diferencia, los hilos de fibra de refuerzo pueden existir para formar una formación de capa sin una grieta sobre la totalidad dentro de la forma curva.

**[0045]** Además, cuando al menos una capa entre las capas de fibra de refuerzo para estar en capas diferente la capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada descrita se forma, se emplea un método donde una pluralidad de cortes ortogonales de haces de fibras de refuerzo unidireccionales están preparados cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formado de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que cruza los hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de los grupos de hilo de fibra de refuerzo, en perpendicular a la dirección a los hilos de fibra de refuerzo y la pluralidad de corte ortogonal de haces de fibras de refuerzo unidireccionales se disponen en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo de haces de hilo respectivos se extiendan en una dirección radial de la forma curva, y se disponen de modo que en la parte del lado exterior en la forma curva, un hueco se proporciona entre el dicho corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo descrito unidireccional contiguo el uno al otro, y en la parte del lado interior en la forma curva, el hueco entre el hilo del corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo contiguo el uno al otro es reducido. A saber, en el caso en que un hueco se

5 obliga a ser generado entre el corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo unidireccional contiguo por una diferencia en la longitud circunferencial entre la parte del lado exterior y la parte del lado interior en la forma curva, el hueco en la parte del lado interior en la forma curva tanto como sea posible, preferentemente consiguiendo una condición en la parte del lado interior en la forma curva donde los bordes contiguos de corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo unidireccionales entran en contacto el uno con el otro, las funciones para ser expuestas por los corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo unidireccionales para mejorar la fuerza, rigidez, etc. se pueden exponer tanto como sea posible.

10 **[0046]** El dicho dispositivo descrito en la disposición de corte ortogonal de haces de fibras de refuerzo unidireccionales también se puede aplicar a una capa de fibra de refuerzo en la cual las fibras de refuerzo se orientan en una dirección oblicua además de la dirección radial (dirección 0°) de la forma curva. Por ejemplo, un método se emplea donde, cuando se forma al menos una capa entre las capas de fibra de refuerzo para ser capa diferente de la dicha capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada descrita, una pluralidad de paquetes de hilos de fibra de refuerzo unidireccionales de corte agudo están preparados cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formado de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que cruza los hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de los grupos de hilo de fibra de refuerzo, en una dirección definida en un ángulo agudo predeterminado con relación a los hilos de fibra de refuerzo, y la pluralidad de paquetes de hilos de fibra de refuerzo unidireccionales de corte agudo se disponen en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo de haces de hilo respectivos se extiendan en una dirección definida en un ángulo predeterminado con relación a una dirección radial de la forma curva y se dispongan deformándolos de modo que en la parte del lado exterior en la forma curva, el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo contiguos el uno al otro se amplíe, y en la parte del lado interior en la forma curva, el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo contiguos el uno al otro es reducido.

25 **[0047]** Además, se emplea un método donde, cuando al menos una capa entre las capas de fibra de refuerzo para ser capa diferente de la dicha capa de fibra de refuerzo curva circunferencialmente orientada descrita se forma, una pluralidad de paquetes de hilos de fibra de refuerzo unidireccionales de corte agudo están preparados cortando un tejido de fibra de refuerzo unidireccional, formada de reforzar grupos de hilo de fibra cada uno dispuesto con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo continuos en una dirección en paralelo el uno al otro e hilos auxiliares que se extienden en una dirección que cruza los hilos de fibra de refuerzo y agrupando una pluralidad de los grupos de hilo de fibra de refuerzo, en una dirección definida en un ángulo agudo predeterminado con relación a los hilos de fibra de refuerzo, y la pluralidad de paquetes de hilos de fibra de refuerzo unidireccionales de corte agudo se disponen en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo de haces de hilo respectivos se extiendan en una dirección definida en un ángulo predeterminado con relación a una dirección radial de la forma curva y se dispongan de modo que en la parte del lado exterior en la forma curva, se proporcione un hueco entre el dicho ángulo agudo descrito de corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo unidireccional contiguo el uno al otro, y en la parte del lado interior en la forma curva, el hueco entre el ángulo agudo de corte ortogonal de hilados de fibra de refuerzo unidireccional contiguo el uno al otro es reducido.

40 **[0048]** Una preforma descrita aquí tiene una formación de un producto en capas de fibra de refuerzo curvada en capas con una pluralidad de capas de fibra de refuerzo en forma de placa cada una que tiene una forma curva, donde al menos una capa de fibra de refuerzo orientada circunferencialmente curvada, que se forma usando el sustrato de fibra de refuerzo curvo y en que los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva, y una capa de fibra de refuerzo en la cual los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección radial de la forma curva y/o una capa de fibra de refuerzo en la cual los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección definida en un ángulo agudo con relación a una dirección circunferencial de la forma de la curva, se incluye en la pluralidad de capas de fibra de refuerzo en capas, y el producto en capas de fibra de refuerzo curvada se forma de una forma que hace doblar una parte del reborde a lo largo de un borde circunferencial de la forma curva como se ha visto en una sección de una dirección transversal de la perpendicular del producto en capas a una dirección longitudinal del producto en capas. A saber, es una preforma en la cual producto estratificado curvo de fibra de refuerzo en forma de placa formado usando el sustrato de fibra de refuerzo curvados es un producto en capas formado en una forma de corte transversal que tiene una parte del reborde, y que se forma como un producto intermedio para moldear un material compuesto reforzado con fibra que tiene una forma curva de largo tamaño predeterminada.

50 **[0049]** En la dicha parte del reborde descrita, de manera similar en el producto en capas de fibra de refuerzo curvada mencionada, la capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada está preferentemente formada por una estructura donde una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo en forma de cinta cada uno dispuesto con los hilos de fibra de refuerzo en paralelo a una dirección a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva se disponen en la dirección radial de la forma curva para ser contiguo el uno al otro.

60 **[0050]** Además, aunque la dicha parte del reborde descrita sólo se pueda formar en un lado en la dirección transversal del dicho producto curvado de fibra de refuerzo en capas descrito, en el caso en que se forma en cada lado del producto en capas de fibra de refuerzo curvada, una estructura se pueda emplear donde, entre ambas

partes del reborde, una parte doblada del reborde a lo largo de un borde circunferencial de la forma curva con un radio más grande de la curvatura de la forma curva se divide en una pluralidad de partes del reborde en la dirección longitudinal del producto en capas, y un espacio se define entre partes del reborde divididas contiguas. En tal estructura, aun si hay un temor de que las arrugas se puedan generar en la parte del reborde más grande en el radio de la curvatura en el momento de la flexión, porque allí existen espacios entre las partes del reborde divididas respectivas, se puede mantener una condición sin arrugas, y se puede mantener una forma de corte transversal y seccional buena predeterminada.

**[0051]** Además, a fin de mantener la forma de corte transversal y seccional predeterminada cuando forma a una preforma, la anteriormente descrita pluralidad de capas de fibra de refuerzo en forma de placa, que son materiales para una preforma para formarse, se integra preferentemente uniéndose la una a la otra vía el material de resina, cuyo componente principal es una resina termoplástica, proporcionada en una condición parecida a un punto, lineal o discontinua entre las capas de fibra de refuerzo contiguas la una a la otra en la dirección de estratificación. La forma de suministro preferible de este material de resina es como se ha mencionado. Después de que el producto en capas producido según la invención presente se forma a una forma de la preforma predeterminada, se prefiere que el sustrato de fibra de refuerzo se una y se integra el uno con el otro sobre la superficie entera a fin de mantener la forma de la preforma. Manteniendo la forma de la preforma, se facilita el transporte de la preforma, y se puede colocar en una gran exactitud en un molde para moldear la operación que es diferente de un molde para formar la operación.

**[0052]** Un proceso para producir una preforma, que no cae bajo el alcance de la invención presente comprende los pasos de: como una pluralidad de placa plana como capas de fibra de refuerzo cada una que tiene una forma curva como una forma plana, preparando una capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada, que se forma usando el sustrato de fibra de refuerzo curvo y en que los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva y una capa de fibra de refuerzo en la cual los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección radial de la forma curva y/o una capa de fibra de refuerzo en la cual los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección definida en un ángulo agudo con relación a una dirección circunferencial de la forma de la curva; preparación del producto en capas de fibra de refuerzo curvada por estratificación de la pluralidad preparada de capas de fibra de refuerzo en un orden de estratificación predeterminado; y la formación del producto en capas de fibra de refuerzo curvada en una forma, que tiene una parte del reborde, doblando el producto en capas a lo largo de un borde circunferencial de la forma curva, como se ha visto en una sección de una dirección transversal de la perpendicular del producto en capas a una dirección longitudinal del producto en capas.

**[0053]** En este proceso, la forma de la preforma se puede fijar en una condición formada con la dicha parte descrita del reborde, por ejemplo, calentando el dicho producto en capas de fibra de refuerzo curvada descrito durante un tiempo predeterminado y uniendo los sustratos el uno al otro vía el material de resina. Fijando la forma de la preforma calentándose, la preforma en conjunto se hace fácil de manejar, el caso del desorden local de las fibras de refuerzo se puede prevenir, y se puede asegurar una buena uniformidad de propiedades mecánicas cuando se moldea finalmente a un material compuesto reforzado con fibra.

**[0054]** Además, también en el dicho proceso descrito, una preforma con una forma de C o una forma de Z en el corte transversal se pueden producir doblándose y formando la dicha parte del reborde descrita en cada lado en la dirección transversal del producto en capas de fibra de refuerzo curvada. Además, en este caso, se prefiere que, entre partes del reborde para doblarse y formarse en ambos lados en la dirección transversal del Producto en capas de fibra de refuerzo curvada, una parte del reborde para doblarse y formarse a lo largo del borde circunferencial de la forma curva en un lado con un radio más grande de la curvatura de la forma curva se divide en una pluralidad de partes de formación del reborde, y los espacios se definen entre las partes de formación del reborde divididas, y a partir de entonces, la forma con una parte del reborde se forma doblando las partes de formación del reborde divididas respectivas. Así, formando espacios divididos de antemano, las arrugas se hacen difíciles de generarse cuando la parte del reborde se dobla y se forma a lo largo del borde circunferencial de la forma curva en el lado con un radio más grande de la curvatura, y una parte del reborde deseable se puede fácilmente doblar y formarse. En el caso en que las partes del reborde se doblan y se forman en ambos lados en la dirección transversal del producto en capas de fibra de refuerzo curvada, por la primera formación de la parte del reborde no proporcionada por el dicho espaciado descrito y a partir de entonces la formación de la parte del reborde provista de los espacios, el caso de arrugas se puede suprimir más eficazmente.

**[0055]** Además, la dicha parte del reborde descrita se puede doblar y formarse, por ejemplo, colocando el anteriormente descrito producto en capas de fibra de refuerzo curvada en un molde para formar teniendo una forma predeterminada, cubriendo una hoja con una flexibilidad en el producto en capas de fibra de refuerzo curvada y cerrando el producto en capas de fibra de refuerzo curvada en una condición sellada, reduciendo la presión el interior de la hoja y apretamiento del producto en capas de fibra de refuerzo curvada hacia el molde a lo largo del molde con la hoja utilizando una diferencia de presión entre el interior y el exterior de la hoja. Para la preforma, también se prefiere unir e integrar el sustrato de fibra de refuerzo el uno al otro sobre la superficie entera calentándose en la condición que presiona el producto en capas de fibra de refuerzo curvada.

- 5 **[0056]** O bien, la dicha parte del reborde descrita también se puede doblar y formarse colocando la fibra de refuerzo curva del anteriormente descrito producto en capas en un molde doble superficial que tiene una forma predeterminada y presiona el producto en capas de fibra de refuerzo curvada en el molde doble superficial. También en este caso, para la preforma, también se prefiere unir e integrar el sustrato de fibra de refuerzos el uno al otro sobre la superficie entera calentándose en la condición que presiona el producto en capas de fibra de refuerzo curvada.
- 10 **[0057]** Además, la dicha parte del reborde descrita también se puede doblar y formarse proporcionando cámaras de aire capaces de hacer funcionar independientemente en extensión y contracción en ambos lados de un molde para formar teniendo una forma predeterminada, respectivamente, colocar el producto en capas de fibra de refuerzo curvada en el molde y formar las partes respectivas de la fibra de refuerzo curva colocada del producto en capas correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas a las formas a lo largo del molde por las operaciones de contracción y extensión de las cámaras de aire respectivas.
- 15 **[0058]** En este método usando cámaras de aire, porque las cámaras de aire se proporcionan en ambos lados del molde y las cámaras de aire respectivas se pueden hacer funcionar independientemente en extensión y contracción, las direcciones que se forman con relación al molde de las partes respectivas del producto en capas de fibra de refuerzo curvada colocado en el molde, correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas, no se restringe, y los tiempos para también formarse no se restringen. Por lo tanto, la formación se hace posible en cualquier caso de un caso donde se requiere que las partes del reborde se doblen y se formen en la misma dirección de tal modo que en una formación en la sección en forma de C y un caso donde se requiere que las partes del reborde se doblen y se formen en direcciones diferentes la una de la otra como en una formación en la sección de en forma de Z. Además, desorganizando los tiempos de las operaciones de extensión/contracción de las cámaras de aire dispuestas en ambos lados, aun si las arrugas u otros inconvenientes se deben generar en el producto en capas de fibra de refuerzo antes de formarse en el momento de la formación debido a la operación de extensión de la cámara de aire desigual, se hace posible formar el producto en capas al extender el producto en capas para quitar las arrugas u otros inconvenientes en el momento de la formación debido a la operación de extensión de la cámara de aire del otro lado, y por lo tanto, se hace posible realizar la formación suavemente y fácilmente a una forma deseable en una calidad objetivo. Así, controlando el orden de las operaciones de extensión de las cámaras de aire, las partes respectivas del producto en capas de fibra de refuerzo curvada correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas se puede formar en orden, suprimiendo así el caso de inconvenientes como arrugas en el momento de la formación.
- 20 **[0059]** Por supuesto, es posible formar simultáneamente las partes respectivas del producto en capas de fibra de refuerzo curvada correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas, y en el caso en que no hay temor o un poco del caso de inconvenientes como arrugas, el tiempo para la formación puede ser acortado por dicha formación simultánea.
- 25 **[0060]** Además, aunque el producto en capas de fibra de refuerzo curvada se puede formar usando un molde solo, también sea posible formar el producto en capas de fibra de refuerzo curvada pellizcándolo entre moldes y formar las partes que se extienden en ambos lados de los moldes por las operaciones de extensión de cámaras de aire respectivas. Pellizcando el producto en capas de fibra de refuerzo curvada entre los moldes, aun cuando se forman las partes respectivas del producto en capas, todo el producto en capas se puede sostener en una postura predeterminada, y se mejora la exactitud de la formación a una forma predeterminada.
- 30 **[0061]** La formación básicamente se puede realizar presionando la parte predeterminada del producto en capas de fibra de refuerzo curvada a una parte correspondiente del molde para hacer una forma a lo largo del molde.
- 35 **[0062]** Además, con respecto a las operaciones de extensión de las cámaras de aire, al menos las cámaras de aire se contienen en una cámara capaz de cerrarse en una condición sellada, y las cámaras de aire respectivas se pueden ampliar reduciendo la presión del interior de la cámara. En este caso, por ejemplo, se puede emplear una manera donde el aire atmosférico se introduce en las cámaras de aire respectivas cuando en el interior de la cámara se reduce la presión. A saber, el aire atmosférico se puede introducir en las cámaras de aire que utilizan una diferencia de la presión entre la cámara reducida de la presión interior y la presión atmosférica.
- 40 **[0063]** O bien, las cámaras de aire respectivas también se pueden expandir introduciendo un fluido presurizado en las cámaras de aire respectivas. En este caso, la dicha cámara descrita capaz de reducir la presión no es necesaria. Si se utiliza la presión atmosférica o se introduce el fluido presurizado se puede decidir apropiadamente según las características o la medida del sustrato de fibra de refuerzo a formarse.
- 45 **[0064]** Además, la dicha operación de formación descrita también se puede realizar en orden en la dirección longitudinal del producto en capas de fibra de refuerzo curvada. Por ejemplo, se puede emplear un método donde, después de que el producto en capas es formado por una longitud predeterminada en la dirección longitudinal, el producto en capas se saca y se cambia su posición con relación al dispositivo que se forma, y la parte contigua en la
- 50
- 55
- 60
- 65

dirección longitudinal se forma sucesivamente. En este método, porque es difícil sostener la condición hermética de la cámara de vacío, se emplea un método para introducir el fluido presurizado más preferentemente. En particular, es eficaz para un caso donde el producto en capas de fibra de refuerzo curvada para formarse es de largo tamaño, y por un dispositivo de formación con el tamaño pequeño, se puede formar una fibra de refuerzo curva de largo tamaño capa el producto en una forma predeterminada en orden.

[0065] En tal operación de formación por cámaras de aire, cambiando el cronometraje de la operación de formación de acuerdo con la parte para formarse y controlando el orden de la formación, se hace posible suprimir el caso de arrugas, o generar arrugas en una parte de la forma de un producto final, suprimiendo así el caso de arrugas dentro del producto final, o dispersar arrugas, suprimiendo así el caso de arrugas, etc., y se hace posible una operación de formación en una buena calidad.

[0066] En tal método usando cámaras de aire, como el dispositivo usado, básicamente no se requiere un sistema de discos o un sistema de discos a gran escala no es necesario, puede ser construido por una estructura del dispositivo simple y barata, y sólo por operaciones de extensión/contracción de cámaras de aire operables independientemente, hasta para una forma de corte transversal y seccional cuyas direcciones para doblarse para la formación son diferentes la una de la otra como la sección en forma de Z además de la sección en forma de C, además, hasta para una forma de porción curvada en la dirección longitudinal como en la invención presente, una formación de forma deseable se puede realizar suavemente y fácilmente sin generar problemas como arrugas.

[0067] Un proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra no de acuerdo con la invención presente comprende los pasos de: como una pluralidad de placa plana como capas de fibra de refuerzo cada una que tiene una forma curva como una forma plana, preparando un capa de fibra de refuerzo de fibra orientada circunferencialmente curvada, que se forma usando el sustrato de fibra de refuerzo curvo y en que los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de la forma curva y una capa de fibra de refuerzo en la cual los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección a lo largo de una dirección radial de la forma curva y/o una capa de fibra de refuerzo en la cual los hilos de fibra de refuerzo se disponen en paralelo a una dirección definida en un ángulo agudo con relación a una dirección circunferencial de la forma de la curva; la preparación de un producto en capas de fibra de refuerzo curvada por estratificación la pluralidad preparada de capas de fibra de refuerzo en un orden de estratificación predeterminado; la formación del producto en capas de fibra de refuerzo curvada como una preforma que tiene una forma, que tiene una parte del reborde, doblando el producto en capas a lo largo de un borde circunferencial de la forma curva, como se ha visto en una sección de una dirección transversal de la perpendicular del producto en capas a una dirección longitudinal del producto en capas; la impregnación de una resina en la preforma formada; y la curación de la resina impregnada.

[0068] En este proceso, por ejemplo, en la condición donde se forma la dicha parte del reborde descrita, el dicho producto estratificado de fibra de refuerzo curvo descrito anteriormente se calienta durante un tiempo predeterminado y la condición formada de la preforma se fija, y a partir de entonces, la resina se puede impregnar. Fijando la condición formada de la preforma vía la adherencia debido al material de resina calentándose, la formación se puede impedir que se dañe hasta en el momento de la impregnación de resina, y se puede un material compuesto de resina reforzada con fibra que tiene una forma finalmente apuntada obtener en una alta exactitud.

[0069] Además, para moldear el material compuesto de resina reforzada con fibra, se puede emplear un método donde la dicha preforma formada descrita se coloca en un molde, la preforma es cubierta de un material de empaquetado y se cierra el interior en una condición sellada, el interior sellado reduce la presión por la evacuación y se inyecta la resina en la presión reducida en el interior, la resina inyectada se impregna en la preforma, y la resina impregnada se cura. .

[0070] O bien, para moldear el material compuesto de resina reforzada con fibra, se puede emplear también un método donde la dicha preforma formada descrita se coloca en un molde doble superficial, una resina se inyecta en el molde, la resina inyectada se impregna en la preforma, y la resina impregnada se cura.

[0071] Se produce un material compuesto de resina reforzada con fibra que no cae bajo el alcance de la invención presente por el dicho proceso descrito.

[0072] El material compuesto de resina reforzada con fibra es conveniente en particular para un cuerpo estructural curvo a larga escala requerido con una propiedad ligera, por ejemplo, conveniente como un marco del cuerpo de un aeroplano.

Efecto según la Invención

[0073] Se proporciona un sustrato de fibra de refuerzo curvo a lo largo de la dirección longitudinal en una forma predeterminada y orientado exactamente con las fibras de refuerzo a lo largo de la forma curva en una formación deseable. Usando este sustrato de fibra de refuerzo curvo como al menos una capa de fibra de refuerzo y

estratificación de una pluralidad de capas de fibra de refuerzo, se puede proporcionar un producto de capas de fibra de refuerzo curvo seco en capas orientado con las fibras de refuerzo exactamente en una formación deseable en el conjunto. Además, un proceso para producir un producto en capas de fibra de refuerzo curvada según la invención presente está en capas de producir una fibra de refuerzo tan curva producto en capas con una formación deseable eficazmente durante un poco tiempo.

**[0074]** Además, usando el dicho producto estratificado de fibra de refuerzo curvada descrito, se puede proporcionar una preforma que tiene una parte del reborde y otros por el estilo y exactamente formada en una forma de corte transversal y seccional predeterminada. Además, se puede proporcionar un proceso para producir una preforma capaz de formar tal preforma con una formación deseable eficazmente en una forma de corte transversal y seccional predeterminada durante un poco tiempo. Además, se puede proporcionar un proceso para producir una preforma también que, usando un dispositivo con una estructura simple y capaz de construir económicamente, se puede formar tal preforma con una formación deseable como la preforma con una forma de corte transversal y seccional predeterminada suavemente y fácilmente sin generar problemas como arrugas, hasta para una forma seccional para formar cuyas direcciones para doblarse son diferentes la una de la otra como la sección en forma de Z además de la sección en forma de C.

**[0075]** Además, se puede proporcionar un material compuesto reforzado con fibra de tamaño relativamente largo moldeado exactamente en una forma apuntada curva a lo largo de la dirección longitudinal usando la dicha preforma descrita y un proceso para producir lo mismo,. En particular, un material compuesto reforzado con fibra curva de largo tamaño conveniente como un marco del cuerpo de un aeroplano, etc. se puede proporcionar económicamente y en una condición conveniente para la fabricación en serie.

**[0076]** Además, se puede proporcionar en el material compuesto reforzado con fibra de largo tamaño que tiene una forma a lo largo de la dirección longitudinal, un material compuesto reforzado con fibra dispuesto con todas las fibras de refuerzo en direcciones deseables determinadas en referencia a la dirección circunferencial de la forma curva como una dirección de la referencia (la dirección 0°), y un proceso para producir lo mismo,. Entonces, disponiendo las fibras de refuerzo orientadas 0° a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva, se pueden mejorar las propiedades en la dirección circunferencial, y en cualquier posición en la dirección circunferencial, se puede conseguir una misma estructura de capa considerablemente con relación a la dirección circunferencial de la forma curva.

Breve explicación de los dibujos

**[0077]**

La Fig. 1 es una vista en planta esquemática de un sustrato de fibra de refuerzo curvo.

La Fig. 2 es una vista en planta esquemática mostrando un ejemplo para hacer un sustrato de fibra de refuerzo curvo.

La Fig. 3 es una vista en planta esquemática mostrando un ejemplo para hacer un sustrato de fibra de refuerzo curvada 90°.

La Fig. 4 es una vista en planta esquemática mostrando un ejemplo para hacer un sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado de ángulo agudo.

La Fig. 5 muestra los diagramas esquemáticos de sustratos de fibra de refuerzo convencional para comparación, (A) muestra un sustrato orientado 0°, (B) muestra un sustrato orientado 90°, y (C) muestra un sustrato orientado 45°.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático mostrando un ejemplo en el caso en que un sustrato curvo se corta de un sustrato de fibra de refuerzo orientado 0° convencional.

La Fig. 7 es una vista en planta mostrando un ejemplo para hacer realmente un sustrato curvo de fibra de refuerzo circunferencialmente orientado.

La Fig. 8 es una vista en planta mostrando otro ejemplo para hacer realmente un sustrato curvo de fibra de refuerzo circunferencialmente orientado.

La Fig. 9 es una vista en planta mostrando un ejemplo para hacer realmente un sustrato de fibra de refuerzo de ángulo agudo.

La Fig. 10 es una vista en perspectiva parcial de un tejido de fibra de refuerzo unidireccional mostrando un ejemplo para proporcionar el material de resina para pegar.

La Fig. 11 es una vista en planta despiezada de capas de fibra de refuerzo respectivas de un producto en capas de fibra de refuerzo curvada.

La Fig. 12 es una vista en perspectiva de una preforma.

La Fig. 13 es una vista en perspectiva de una preforma.

La Fig. 14 es una vista en perspectiva de una preforma.

La Fig. 15 es una vista seccional esquemática de un dispositivo que se forma mostrando un ejemplo para formar una preforma usando una hoja elástica y (A) - (C) muestra una orden de la formación.

La Fig. 16 es una vista seccional esquemática de un dispositivo que se forma mostrando un ejemplo para formar una preforma usando cámaras de aire y (A) - (C) muestra una orden de la formación.

La Fig. 17 es una vista en perspectiva mostrando un ejemplo de una preforma.

- La Fig. 18 es una vista en perspectiva mostrando otro ejemplo de una preforma.  
 La Fig. 19 es una vista en perspectiva esquemática de un dispositivo de moldeo mostrando un proceso para producir un material compuesto de resina curvada reforzada con fibra.  
 La Fig. 20 es una vista en perspectiva esquemática de un dispositivo de moldeo mostrando un proceso para producir un material compuesto de resina curvada reforzada con fibra.  
 La Fig. 21 es una vista en perspectiva esquemática de una máquina tejedora para un sustrato de fibra de refuerzo curvo usado en el Ejemplo 1.  
 La Fig. 22 es una vista en planta esquemática de un producto en capas de fibra de refuerzo curvada que tiene muescas hechas en el Ejemplo 5.  
 La Fig. 23 es un diagrama observando una capa de fibra de refuerzo hecha en el Ejemplo Comparativo 1.  
 La Fig. 24 es una vista en perspectiva mostrando una forma formada típica de sustrato de fibra de refuerzo en una tecnología desarrollada usando cámaras de aire.  
 La Fig. 25 es una vista en perspectiva mostrando otra forma formada típica de sustrato de fibra de refuerzo (un caso que tiene una parte curva) en la tecnología desarrollada.  
 La Fig. 26 es una vista en perspectiva mostrando una forma formada típica adicional de sustrato de fibra de refuerzo (un caso que tiene una parte curva y hendiduras) en la tecnología desarrollada.  
 La Fig. 27 es una vista en perspectiva mostrando todavía otra forma formada típica de sustrato de fibra de refuerzo (un caso que tiene una parte curva y hendiduras) en la tecnología desarrollada.  
 La Fig. 28 es una vista seccional esquemática de un dispositivo que se forma mostrando un ejemplo de formación en la tecnología desarrollada.  
 La Fig. 29 es una vista seccional esquemática del dispositivo que se forma mostrando un siguiente paso de la Fig. 28.  
 La Fig. 30 es una vista seccional esquemática del dispositivo que se forma mostrando un siguiente paso de la Fig. 29.
- Explicación de símbolos

**[0078]**

- 1: sustrato de fibra de refuerzo curvo  
 2: hilo de fibra de refuerzo  
 3: dirección circunferencial de forma curva  
 4: hilo de soldadura auxiliar  
 5: hilo de urdimbre auxiliar  
 11: cinta como refuerzo de hilo de fibra  
 12: cinta como refuerzo de hilo de fibra curvo  
 13: sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0°  
 21: refuerzo de hilo de fibra  
 22: refuerzo de hilo de fibra  
 23: sustrato de fibra de refuerzo curvada 90°  
 24: hueco entre hilos de fibra de refuerzo  
 25: lado interior en dirección radial de forma curva  
 26: lado exterior en dirección radial de forma curva  
 27: hueco entre hilos de fibra de refuerzo  
 31: refuerzo de hilo de fibra  
 32: hilo de fibra de refuerzo deformado  
 33: sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado de ángulo agudo  
 34: hueco entre hilos de fibra de refuerzo  
 35: lado interior en dirección radial de forma curva  
 36: lado exterior en dirección radial de forma curva  
 37: hueco entre hilos de fibra de refuerzo  
 41a: sustrato orientado 0°  
 41b: sustrato orientado 90°  
 41c: 45° sustrato orientado  
 42: sustrato curvo  
 51: Sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0°  
 52: Sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0°  
 53: sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado de ángulo agudo  
 61: tejido de fibra de refuerzo unidireccional  
 62: hilo de fibra de refuerzo  
 63: hilo de soldadura auxiliar  
 64: hilo de urdimbre auxiliar  
 65: material de resina  
 71: Producto en capas de fibra de refuerzo curvada  
 72, 72a, 72b, 72c, 72d: capa de fibra de refuerzo

- 81, 91, 101: preforma
- 82a, 82b, 92a, 92b, 102a, 102b: parte del reborde
- 83, 93, 104: parte de red
- 102a': parte del reborde dividida
- 5 103: espacio
- 111: molde para formación
- 112: Producto en capas de fibra de refuerzo curvada
- 113: hoja elástica
- 114: sellador
- 10 115: medios de evacuación al vacío
- 116: presión atmosférica
- 117: preforma con sección en forma de C
- 118: trayectoria de del medio de calor
- 121: cámara
- 15 122, 123: mandril como molde
- 124: producto en capas de fibra de refuerzo curvada
- 125, 126: cámara de aire
- 127: aire atmosférico
- 128: una porción final de producto en capas
- 20 129: la otra parte final de producto en capas
- 130: preforma con sección en forma de Z
- 131, 132, 141, 151: preforma
- 142: molde
- 143: empaquetado de material
- 25 152: molde inferior
- 153: molde superior
- 154: molde formado como molde de doble superficie
- 161: tejido de máquina para sustrato de fibra de refuerzo curvo
- 162: sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0°
- 30 163: hilo de fibra de refuerzo
- 164: hilo de urdimbre auxiliar
- 165, 166: Inclinación
- 167: lengüeta
- 168: hilo de soldadura auxiliar
- 35 169: mecanismo de enhebrado de hilo de soldadura
- 170, 171, 172: mandril
- 173: dispositivo de dispersión de material de resina
- 174: partícula de resina
- 175: asientos
- 40 181: sustrato de fibra de refuerzo curvo
- 182: muesca
- 191: capa de fibra de refuerzo
- 192: onda
- 201, 211, 221, 231: sustrato de fibra de refuerzo después de formación
- 45 202, 212, 222, 232: parte de red
- 203, 204, 213, 214, 223, 224, 233, 234: parte del reborde
- 225, 235: hendidura
- 241: cámara
- 242, 243: mandril como molde
- 50 244: producto en capas como sustrato de fibra de refuerzo
- 245, 246: cámara de aire
- 247: aire atmosférico
- 248: una porción final de producto en capas
- 249: la otra parte del final de producto en capas
- 55 250: preforma con sección en forma de Z

Mejor modo para realizar la Invención

60 **[0079]** Más adelante, la invención presente se explicará con más detalle refiriéndose a las figuras, junto con modos de realización deseables.

65 **[0080]** La Fig. 1 muestra un sustrato de fibra de refuerzo curvo 1. En el sustrato de fibra de refuerzo curvo 1 mostrado en la Fig. 1, la forma plana se forma como una forma curva con una anchura W y un radio de curvatura R, una pluralidad de (en el ejemplo mostrado en la figura, siete) hilos de fibra de refuerzo 2 se dispone en una dirección a lo largo de la dirección circunferencial 3 de esta forma curva (dirección 0°), y los hilos de trama auxiliares 4 se

disponen en una dirección que cruza la pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 dispuestos en una dirección de la dirección circunferencial (en el ejemplo mostrado en la figura, en la perpendicular de la dirección a la dirección circunferencial 3 de la forma curva (dirección 90°)). Aunque básicamente la forma curva predeterminada de la pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 sea mantenida por hilos de trama auxiliares 4, los hilos de urdimbre auxiliares 5 se disponen en una dirección en paralelo a los hilos de fibra de refuerzo 2, estos hilos de urdimbre auxiliares 5 y los dichos hilos de trama auxiliares descritos 4 preferentemente se enredan el uno con el otro, y la forma curva predeterminada de la pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 se mantiene tanto por hilos auxiliares 4 como por los 5. Un sustrato de fibra de refuerzo curvo 1 se puede formar como una forma curva predeterminada, por ejemplo, disponiendo la pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en paralelo y disponer hilos de trama auxiliares 4, y en tal condición, girándolo para estar a lo largo del radio de la curvatura R de la forma curva usando un rodillo de vela, etc.

**[0081]** Los números de los hilos de fibra de refuerzo y los hilos de trama en particular no se limitan. Además, en cuanto al radio de curvatura R, aunque se muestre en la Fig. 1 la curvatura en el centro en la dirección transversal del sustrato de fibra de refuerzo curvo, basada en un diseño predeterminado, el radio de curvatura R también se puede poner en cualquiera de ambas partes del extremo del sustrato en su dirección transversal o en cualquier posición en la dirección transversal. Además, el radio de curvatura R del sustrato de fibra de refuerzo curvo es preferentemente 1 m o más. Más preferentemente, es 2 m o más. Si el radio de curvatura R es menos de 1 m, el plegado, arrugas serpenteando, etc. de los hilos de fibra de refuerzo o los haces de hilo de la fibra de refuerzo son obligados que ocurran, y por lo tanto, tal condición no es preferible. Por otra parte, aunque la invención presente se pueda aplicar aun si el radio de curvatura R se hace 10 m o más, mayor el radio de curvatura R se hace, más estrechamente la disposición de los enfoques de hilos de fibra de refuerzo a una condición lineal, y por lo tanto, la ventaja según la invención presente se hace más pequeña. Por ejemplo, cuando un caso se supone donde la invención presente se aplica a la producción de un elemento estructural para un cuerpo de un aeroplano, se requiere una variedad de aproximadamente 1 a 7 m como el radio de curvatura R del elemento estructural, y en caso de tal variedad del radio de la curvatura R, la invención presente se puede aplicar en una condición óptima.

**[0082]** El dicho sustrato de fibra de refuerzo curvado descrito puede ser hecho más fácilmente por la disposición de los haces de hilo de la fibra de refuerzo, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 2. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 2 (A), se dispone una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en una dirección en paralelo el uno al otro para extenderse en línea recta, y una fibra de refuerzo unidireccional de la tela tejida que tiene hilos de trama auxiliares 4 e hilo de urdimbre auxiliar 5 se corta en una dirección a lo largo de los hilos de fibra de refuerzo 2, a saber, en una dirección cortando los hilos de trama auxiliares 4, preparando así una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo en forma de cinta 11 cada uno a una relativamente pequeña anchura predeterminada (con una anchura W1). Después, como se muestra en la Fig. 2 (B), cada cinta como refuerzo de hilo de fibra 11 se encorva en un radio predeterminado de la curvatura y se forma como una cinta como refuerzo de hilo de fibra curvo 12. Entonces, como se muestra en la Fig. 2 (C), disponiendo un número predeterminado del hilo de la fibra de refuerzo parecido a hilos de fibra de refuerzo en forma de cinta 12 para ser contiguo el uno al otro en la dirección radial de la forma curva, un sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° 13 se puede completar que tiene una anchura apuntada W2 como la forma plana y tiene una forma curva con un radio objetivo de la curvatura R, y en que los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2 se extienden en paralelo el uno al otro a lo largo de la dirección circunferencial 3 de la forma curva y se consigue una formación objetivo de hilos de fibra de refuerzo 2 dispuestos en paralelo el uno al otro en dirección 0° (la dirección circunferencial 3 de la forma curva).

**[0083]** En el producto en capas de fibra de refuerzo curvada producido según la invención presente y descrito más tarde, una pluralidad de placa plana como capas de fibra de refuerzo cada una que tiene una forma curva con un radio de curvatura R ya que la forma plana está en capas, como al menos una capa de la pluralidad de las capas de fibra de refuerzo para estar en capas, se usa el sustrato de fibra de refuerzo curvado anteriormente descrito, en el que los hilos de fibra de refuerzo se extienden en paralelo el uno al otro a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva, y como las capas de fibra de refuerzo restantes, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 3 o Fig. 4, se puede usar un sustrato de fibra de refuerzo curvo, en el que los hilos de fibra de refuerzo se extienden en paralelo el uno al otro en una dirección diferente.

**[0084]** El sustrato de fibra de refuerzo curvo mostrado en la Fig. 3 se hace, por ejemplo, así. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 3 (A), se dispone una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en una dirección en paralelo el uno al otro para extenderse en línea recta, y un tejido de fibra de refuerzo unidireccional con una anchura predeterminada que tiene hilos de trama auxiliares 4 e hilo de urdimbre auxiliar 5 se corta en la perpendicular de la dirección a los hilos de fibra de refuerzo 2, preparando así una pluralidad de relativamente pequeña anchura (anchura W3) los refuerzos de hilos de fibra 21 cada uno a una anchura predeterminada y una longitud predeterminada. Si tal corte ortogonal de hilos de fibra de refuerzo 21 con una forma rectangular se deja como es, porque una forma curva no se puede formar en conjunto aun si se dispone una pluralidad de ellos, como se muestra en la Fig. 3 (B), el haz de hilo de la fibra de refuerzo 21 se deforma en una forma parecida a un sector ajustando los huecos entre los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2, formándolo así como un refuerzo de hilo de fibra 22. Los huecos entre los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2 están preferentemente en una condición donde los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2 no se superponen, y dentro de 3 mm. Por lo tanto, también se prefiere que el tejido de

fibra de refuerzo unidireccional es una tela tejida en la cual los huecos están presentes de antemano entre los hilos de fibra de refuerzo que forman la tela. Entonces, como se muestra en la Fig. 3 (C), disponiendo un número predeterminado del paquetes de hilados de fibra de refuerzo de sector 22 para ser contiguo el uno al otro en la dirección circunferencial 3 de la forma curva, se puede completar un el sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado 90° 23 que tiene una anchura apuntada W4 como la forma plana (W4 es considerablemente igual a W3) y tiene una forma curva con un radio objetivo de la curvatura R, y en el que los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2 se extienden en paralelo el uno al otro en la perpendicular de la dirección a la dirección circunferencial 3 de la forma curva y se consigue una formación objetivo de hilos de fibra de refuerzo 2 dispuestos en paralelo el uno al otro en dirección 90° (perpendicular de la dirección a la dirección circunferencial 3 de la forma curva). En un sustrato de fibra de refuerzo curvo 23, desde la formación donde los refuerzos de hilos de fibra 22 dispuestos contiguos el uno al otro se forman en formas parecidas a un sector como se muestra en la Fig. 3 (B), los huecos 24 entre los hilos de fibra de refuerzo 2 en refuerzos de hilos de fibra 22 se alargan en el lado exterior 26 en la dirección radial de la forma curva en comparación con en el lado interior 25 en la dirección radial. Aunque el sustrato de fibra de refuerzo curvo tienda a hacerse mayor en la densidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en el lado interior 25 y hacerse más pequeña en la densidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en el lado exterior 26, proporcionando huecos entre los hilos de fibra de refuerzo 2, porque los huecos se pueden dispersar sobre todo el sustrato de fibra de refuerzo curvado de modo que un hueco grande no se forme localmente, se prefiere tal condición. Además, también con huecos 27 entre los hilos de fibra de refuerzo adyacentes 22, formándolos para alargarse en el lado exterior 26 en la dirección radial de la forma curva en comparación con el lado interior 25 en la dirección radial, se puede conseguir una condición de distribución más preferible de los hilos de fibra de refuerzo 2 como todo el sustrato de fibra de refuerzo curvo 23. Este hueco 27 entre los refuerzos de hilos de fibra 22 en particular no se limita, pero se pone preferentemente para estar dentro de 3 mm. Poniéndolo dentro de 3 mm, aun si los huecos están presentes, en un material compuesto, no se encuentra una reducción notable de propiedades, y por lo tanto, se prefiere tal condición.

**[0085]** El sustrato de fibra de refuerzo curvo mostrado en la Fig. 4 se hace, por ejemplo, así. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 4 (A), se dispone una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en una dirección en paralelo el uno al otro para extenderse en línea recta, y un tejido de fibra de refuerzo unidireccional con una anchura predeterminada que tiene hilos de trama auxiliares 4 e hilo de urdimbre auxiliar 5 se corta en una dirección definida en un ángulo agudo con relación a la dirección que se extiende de los hilos de fibra de refuerzo 2, preparando así una pluralidad de relativamente pequeña anchura (anchura W5) de refuerzos de hilos de fibra 31 cada uno a una anchura predeterminado y una longitud predeterminada. Si tal ángulo agudo cortara el haz de hilo de la fibra de refuerzo 31 con una forma rómbica se deja como es, porque una forma curva no se puede formar en conjunto aun si se dispone una pluralidad de ellos, como se muestra en la Fig. 4 (B), el haz de hilo de la fibra de refuerzo 31 se deforma en una forma que se parece a un sector ajustando los huecos entre los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2, formándolo así como un hilo de fibra de refuerzo deformado 32. Entonces, como se muestra en la Fig. 4 (C), disponiendo un número predeterminado del hilo de la fibra de refuerzo deforme 32 para ser contiguo el uno al otro en la dirección circunferencial 3 de la forma curva, la fibra de refuerzo curva orientada de un ángulo agudo sustrato 33 se puede completar que tiene una anchura apuntada W6 como la forma plana y tiene una forma curva con un radio objetivo de la curvatura R, y en que los hilos de fibra de refuerzo respectivos 2 amplían en paralelo el uno al otro en una dirección definida en un ángulo agudo con relación a la dirección circunferencial 3 de la forma curva y una formación objetivo de hilos de fibra de refuerzo 2 dispuestos en paralelo el uno al otro en una dirección definida en un ángulo agudo (por ejemplo, una dirección de +45 ° o -45 °) con relación a la dirección 0° (la dirección circunferencial 3 de la forma curva) se consiguen. En un sustrato de fibra de refuerzo curvo 33, de la formación donde el hilo de la fibra de refuerzo respectivo 32 dispuestos contiguo el uno al otro se forman en formas que se parecen a sectores como se muestra en la Fig. 4 (B), los huecos 34 entre los hilos de fibra de refuerzo 2 en los refuerzos de hilados de fibra 32 se alargan en el lado exterior 36 en la dirección radial de la forma curva en comparación con en el lado interior 35 en la dirección radial. De manera similar en el dicho caso descrito de sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado 90° 23, proporcionando huecos entre los hilos de fibra de refuerzo 2, porque los huecos se pueden dispersar sobre todo el sustrato de fibra de refuerzo curvado de modo que no se forme un hueco grande en la zona, se prefiere tal condición. Además, también con huecos 37 entre hilos de fibra de refuerzo adyacentes 32, formándolos para que se alarguen en el lado exterior 36 en la dirección radial de la forma curva en comparación con en el lado interior 35 en la dirección radial, una condición de distribución más preferible de los hilos de fibra de refuerzo 2 se puede conseguir como todo el sustrato de fibra de refuerzo curvo 33. Este hueco 37 entre los refuerzos de hilos de fibra 32 no se limita también en particular, pero se pone preferentemente para estar dentro de 3 mm.

**[0086]** Así, el número y la forma de los hilos de fibra de refuerzo contenidos en el haz de hilo de la fibra de refuerzo mostrado en la Fig. 3 (A) o Fig. 4 (A) se ponen preferentemente de modo que el hueco entre los hilos de fibra de refuerzo se haga al menos dentro de 3 mm cuando los haces de hilo de la fibra de refuerzo se disponen en una forma de una forma curva.

**[0087]** Para comparación, en las Figs. 5 y 6, se mostrarán los ejemplos con respecto a una orientación de hilos de fibra de refuerzo en un sustrato de fibra de refuerzo convencional y un caso donde un sustrato de fibra de refuerzo curvo se corta del sustrato. Como se muestra en la Fig. 5, como sustratos unidireccionales convencionales, sustrato orientado 0° 41a orientado con los hilos de fibra de refuerzo 2 en la dirección 0° (Fig. 5 (A)), sustrato orientado 90°

41b orientado con los hilos de fibra de refuerzo 2 en dirección 90° (Fig. 5 (B)) y 45° sustrato orientado 41c orientado con los hilos de fibra de refuerzo 2 en 45° dirección (o dirección 45°) (Fig. 5 (C)) se conocen, y a fin de hacer sustrato de escala larga curvo con la forma de orientación de hilos de fibra de refuerzo 2, los dispositivos especiales como los ya mencionados son necesarios. Si, como se muestra en la Fig. 6, el sustrato 42 curvo a lo largo de la dirección circunferencial 3 de la forma curva como se muestra en la Fig. 1 fueron simplemente cortados de sustrato orientado 0° 41a como se muestra en la Fig. 5 (A), los hilos de fibra de refuerzo 2 no se pueden orientar a lo largo de la dirección circunferencial 3 de la forma curva.

**[0088]** Cuando el sustrato de fibra de refuerzo curvo se hace usando los haces de hilo de la fibra de refuerzo ya mencionados, porque se puede usar un tejido de fibra de refuerzo unidireccional preparado por una tecnología convencional, no es necesaria una tecnología de tejido particular para la tela tejida. Además, como ya se ha mencionado, porque la forma curva se puede formar ajustando los huecos entre los hilos de fibra de refuerzo y una medida para un hueco puede ser pequeña, un sustrato con una formación preferible también se puede hacer desde el punto de vista de la calidad uniforme en el material.

**[0089]** Con respecto a un sustrato de fibra de refuerzo curvo con una formación como se muestra en la Fig. 1, un ejemplo de uno realmente hecho se muestra en la Fig. 7. La Fig. 7 muestra un sustrato de fibra de refuerzo curvo 51 formado de una única hoja de sustrato preparado pellizcando una tela tejida, dispuesta con una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo 2 en paralelo el uno al otro y dispuesto con hilos de trama auxiliares 4, entre rodillos cada uno que tiene una forma afilada correspondiente a un radio de la curvatura R de una forma curva predeterminada y extrae la tela tejida haciendo girar los rodillos.

**[0090]** Además, con respecto a los sustratos de fibra de refuerzo curvados realmente preparados por la utilización de métodos ya mencionada usando refuerzos de hilados de fibra, un ejemplo que se ha preparado sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° 52 por el método mostrado en la Fig. 2 se muestra en la Fig. 8 y un ejemplo que se ha preparado un sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado de ángulo agudo (-45 °) 53 por el método mostrado en la Fig. 4 se muestra en la Fig. 9, respectivamente. En el sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° 52 mostrado en la Fig. 8, refuerzos de hilos de fibra 12, por ejemplo, cada uno formado de cuatro hilos de fibra de refuerzo, están dispuestos por un número predeterminado en la dirección radial de la forma curva para formar el sustrato de fibra de refuerzo curvo 52 que tiene una anchura objetivo. En el sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado de ángulo agudo 53 mostrada en la Fig. 9, los hilos de fibra de refuerzo de corte de ángulo agudo 32, por ejemplo, cada uno formado de doce hilos de fibra de refuerzo, están dispuestos por un número predeterminado en la dirección radial de la forma curva para formar el sustrato de fibra de refuerzo curvo 53 que tiene una anchura objetivo.

**[0091]** En el caso en que respectivos sustratos de fibra de refuerzo preparados encima se usan como refuerzo de capas de fibra y en capas en una forma de un producto en capas, las capas de fibra de refuerzo parecidas a una placa plana respectivas se integran preferentemente en la condición de capa, y en particular, preferentemente se integran adhiriéndose debido al material de resina. A saber, como ya se ha mencionado, se prefiere una formación donde un material de resina cuyo componente principal es una resina termoplástica se proporciona en una condición parecida a un punto, lineal o discontinua en al menos una superficie de al menos una capa de las capas de fibra de refuerzo contiguas la una a la otra en la dirección de estratificación (a saber, en al menos una superficie de un sustrato de fibra de refuerzo curvo para estar en capas), y se prefiere una formación donde vía el material de resina las capas de fibra de refuerzo contiguas del producto en capas se unen la una a la otra. Por ejemplo, como una parte del tejido de fibra de refuerzo unidireccional 61 a formarse en el refuerzo curvo ya mencionado de la fibra sustrato se muestra en la Fig. 10, se puede emplear una formación donde un material de resina 65 cuyo componente principal es una resina termoplástica se proporciona en una condición parecida a un punto, lineal o discontinua se proporciona a un tejido de fibra de refuerzo unidireccional 61 en que hilos de fibra de refuerzo 62 dispuestos en una dirección en paralelo el uno al otro se sostienen en una formación predeterminada agrupando hilos de trama auxiliares 63 e hilos de urdimbre auxiliares 64, y vía este material de resina 65, las capas de fibra de refuerzo contiguas se pueden unir la una a la otra cuando se forma el producto estratificado de fibra de refuerzo en capas. La cantidad de adherencia de este material de resina 65 está preferentemente en una variedad de 2 g/m<sup>2</sup> o más y 40 g/m<sup>2</sup> o menos como ya se ha mencionado, y la temperatura de transición de cristal del material de resina está preferentemente en una variedad de 0°C o más alta y 95°C o más baja. Por tal suministro del material de resina 65, la formación como producto en capas de fibra de refuerzo curvada se puede sostener fácilmente, y el producto en capas se hace fácil de manejar.

**[0092]** El producto en capas de fibra de refuerzo curvada producido según la invención presente se hace por estratificación de los respectivos sustratos de fibra de refuerzo preparados como se ha descrito anteriormente como capas de fibra de refuerzo respectivas. La Fig. 11 muestra esquemáticamente una vista esquemática de un producto en capas de fibra de refuerzo curvada producido según un modo de realización de la invención presente. Un producto en capas de fibra de refuerzo curvada 71 comprende una pluralidad de la placa plana como capas de fibra de refuerzo 72 cada una que tiene una forma curva con un radio de la curvatura R como la forma plana. En el ejemplo mostrado en la figura, un sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° como se muestra en la Fig. 1 o la Fig. 2, en la cual los hilos de fibra de refuerzo 2 se disponen en paralelo a la dirección circunferencial 3 de la

forma curva, se usa como el refuerzo de la capa de fibra 72a, un sustrato de fibra de refuerzo curvada 90° como se muestra en la Fig. 3, en que los hilos de fibra de refuerzo 2 se disponen en paralelo el uno al otro en la perpendicular de la dirección a la dirección circunferencial 3 de la forma curva, se usa como el refuerzo de la capa de fibra 72b, y sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado -45° y sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada +45° como se muestra en la Fig. 4, en la cual los hilos de fibra de refuerzo 2 se disponen en paralelo el uno al otro en una dirección definida en un ángulo agudo con relación a la dirección circunferencial 3 de la forma curva, se usan como el refuerzo de capas de fibra 72c, 72d. Se prefiere que el material de resina se proporcione a al menos una superficie de cada capa de fibra de refuerzo 72 como se muestra en la Fig. 10, y por esto, las capas de fibra de refuerzo respectivas 72 se unen y se integran en una formación deseable. Por tal suministro del material de resina, la formación como como todo el producto en capas de fibra de refuerzo curvada 71 se puede sostener fácilmente, y el producto en capas se hace fácil de manejar. Además, se pueden obtener las propiedades deseables fácilmente, cuando se forma una preforma descrita después, y además cuando se moldea de la preforma formada a un material compuesto reforzado con fibra.

**[0093]** Utilizando producto en capas de fibra de refuerzo curvada preparado como se ha descrito anteriormente, se forma una preforma con una forma de corte transversal y seccional predeterminada que tiene una parte del reborde. La preforma se forma, por ejemplo, en formas como se muestra en las Figs. 12-14.

**[0094]** En una preforma 81 mostrada en la Fig. 12, el producto en capas de fibra de refuerzo curvada 71 preparado, por ejemplo, por la estratificación como se muestra en la Fig. 11, se forma en una forma que tiene partes del reborde 82a, 82b dobladas a lo largo de los bordes circunferenciales de la forma curva (a saber, a lo largo de la dirección circunferencial 3 de la forma curva con un radio de la curvatura R) como se ha visto en la sección de la dirección transversal del producto en capas 71 perpendicular a la dirección longitudinal del producto en capas 71. Tanto las partes del reborde 82a, 82b se doblan en la misma dirección, como la preforma 81 tiene una sección transversal en forma de C. Como el ángulo que se dobla de partes del reborde 82a, 82b con relación a la parte de red 83, un ángulo además de 90° puede emplearse, y los ángulos que se doblan de partes del reborde 82a, 82b con relación a la parte de red 83 puede ser diferente el uno del otro. Además, las medidas de partes del reborde 82a, 82b pueden iguales o diferentes la una de la otra. Esta preforma 81 una preforma seca como un cuerpo intermedio formado para moldear un material compuesto reforzado con fibra con una forma curva de escala larga predeterminada.

**[0095]** En una preforma 91 mostrada en la Fig. 13, el producto en capas de fibra de refuerzo curvada 71 preparado, por ejemplo, por la estratificación como se muestra en la Fig. 11, se forman en una forma que tiene partes del reborde 92a, 92b dobladas a lo largo de la dirección circunferencial 3 de la forma curva con un radio de la curvatura R. En este ejemplo, ambas partes del reborde 92a, 92b se doblan en direcciones la una frente a la otra con relación a la parte de red 93, y la preforma 91 tiene sección transversal en forma de Z.

**[0096]** En una preforma 101 mostrada en la Fig. 14, el producto en capas de fibra de refuerzo curvada 71 preparado, por ejemplo, por la estratificación como se muestra en la Fig. 11, se forma en una forma que tiene partes del reborde 102a, 102b dobladas a lo largo de la dirección circunferencial 3 de la forma curva con un radio de la curvatura R. En este ejemplo, ambas partes del reborde 102a, 102b se doblan en direcciones la una frente a la otra con relación a la parte de red 104, y la preforma 101 tiene sección transversal en forma de Z. Entonces, en este ejemplo, entre ambas partes del reborde 102a, 102b, parte del reborde 102b doblada a lo largo del borde circunferencial de la forma curva con un radio mayor de la curvatura de la forma curva se divide en una pluralidad de partes del reborde 102b' en la dirección longitudinal del producto en capas 71, y los espacios 103 se definen entre partes del reborde divididas contiguas respectivas 102b'. Se prefiere que, como se representa en la figura, el espacio 103 se extiende por una longitud apropiada hasta la parte de red 104. Formando la parte del reborde 102 en el lado con un radio mayor de la curvatura en la forma que ha dividido partes del reborde 102b' y espacios 103 entre sí, se puede prevenir el caso de arrugas en el momento de la flexión.

**[0097]** Como ya se ha mencionado, la dicha preforma descrita puede ser formada por varios métodos como un método usando un molde y una hoja elástica colocada sobre el mismo, un método usando un doble molde superficial o un método usando cámaras de aire. En particular, en caso de la formación en una forma que forma el ya mencionado corte transversal en forma de C, un método usando una hoja elástica es simple y conveniente, y se muestra un ejemplo de su dispositivo en la Fig. 15.

**[0098]** La Fig. 15 muestra un dispositivo para la formación y un corte transversal de una preforma. En primer lugar, como se muestra en la Fig. 15 (A), se coloca un producto en capas de fibra de refuerzo curvada 112 en una posición predeterminada de un molde para formarse 111. Después, como se muestra en (B), el producto en capas de fibra de refuerzo curvada 112 es cubierto con una hoja elástica 113, y la parte entre la hoja elástica 113 y el molde para formarse 111 es sellada por el sellador 114, etc. Después, como se muestra en (C), evacuando y reduciendo la presión en el interior sellado por la medios de evacuación al vacío 115, el producto en capas de fibra de refuerzo curvada 112 se presiona al molde para formar 111 por la presión atmosférica 116 para preparar una preforma con una sección en forma de C.

- 5 **[0099]** Calentando la preforma 117 en la condición de vacío evacuado utilizando un horno de aire caliente, etc., la capa intermedia entre las capas de fibra de refuerzo del producto en capas de fibra de refuerzo curvada 112 se une y se integra vía el material de resina sobre la superficie entera y se puede sostener la forma predeterminada de la preforma 117. Además, ajustando suficientemente el tiempo de calor y temperatura mientras ocurre la evacuación al vacío, no sólo la adherencia y la integración, sino también son posibles el ajuste del grosor de la preforma 117. Como el método de calentamiento, como se muestra en la Fig. 15, se puede emplear un método también para poner en circulación un medio de calor como agua caliente o petróleo caliente en la trayectoria de flujo 118 para el medio de calor proporcionado en el molde a formarse 111.
- 10 **[0100]** Además, cuando formado a una forma de sección transversal en forma de Z ya mencionada, aunque un método de formación usando un molde doble superficial como se muestra en la Fig. 20 descrito más tarde es posible, es conveniente un método usando cámaras de aire, y se muestran un ejemplo del dispositivo y un ejemplo para la formación en la Fig. 16.
- 15 **[0101]** En primer lugar, como se muestra en la Fig. 16 (A), mandriles 122, 123 como moldes, un producto en capas de fibra de refuerzo curvada 124 pellizcados entre mandriles 122, 123, y cámaras de aire 125, 126 dispuestos a ambos lados de mandriles 122, 123 y capaces de hacer funcionar independientemente en la extensión/contracción, se proporcionan en posiciones predeterminadas en una cámara 121. Las cámaras de aire 125, 126 se hacen de un caucho de silicona por ejemplo, y se extienden introduciendo un fluido relativamente presurizado en los interiores y  
20 contraído descargando el fluido presurizado.
- 25 **[0102]** Cerrando la cámara 121 en una condición sellada y presión que reduce el interior de la cámara de aire 125 la porción del lado de la cámara 121, como se muestra en la Fig. 16 (B), se introduce aire atmosférico 127 en la cámara de aire 125 del exterior, y la cámara de aire 125 se extiende por la relativa presurización debido a una diferencia de la presión entre la presión (presión atmosférica) del aire atmosférico introducido 127 y la presión en la cámara de presión reducida 121. Por esta cámara de aire ampliada 125, una parte del extremo 128 en la sección del producto en capas 124 presiona el mandril 122, y se dobla y se forma en una forma de una parte del reborde a lo largo de la forma superficie lateral del mandril 122.
- 30 **[0103]** Después, reduciendo la presión el interior de cámara de aire 126 la porción del lado que contiene de la cámara 121, como se muestra en la Fig. 16 (C), se introduce aire atmosférico 127 en la cámara de aire 126 del exterior, y la cámara de aire 126 se amplía por la relativa presurización debido a una diferencia de la presión entre la presión (presión atmosférica) del aire atmosférico introducido 127 y la presión en la cámara de presión reducida 121. Por esta cámara de aire ampliada 126, la otra parte del extremo 129 en la sección del producto en capas 124 se presiona al mandril 123, y se dobla y se forma en una forma de una parte del reborde a lo largo de la forma  
35 superficial por el lado de mandril 123. Una sección en forma de Z se preforma 130 se forma doblando las partes del extremo en direcciones la una frente a la otra, una parte del extremo 128 en la sección del producto en capas 124 para colindar el mandril 122 y la otra parte del extremo 129 para colindar el mandril 123.
- 40 **[0104]** Después, se realiza el calentamiento en la condición mostrada en la Fig. 16 (C) para sostener el producto en capas 124 en la forma formada. El calentamiento se puede realizar sobre el todo en la cámara 121 y mandriles 122, 123 pueden ser calentados por la comunicación del medio de calor, un radiador eléctrico, etc. Además, también es posible calentar el fluido introducido en cámaras de aire 125, 126.
- 45 **[0105]** Como el dicho dispositivo descrito no hace un sistema de discos y usa la presión atmosférica como medios que presurizan, la estructura del dispositivo es muy simple. Además, controlando el orden de presurizar debido a las cámaras de aire respectivas 125, 126, el orden de formarse se puede controlar fácilmente. Además, en el caso en que el orden de formarse debido a las cámaras de aire respectivas 125, 126 y se realiza una formación predeterminada para un producto en capas producto en capas de escala larga, porque el producto en capas se  
50 puede formar mientras se cambia apropiadamente en la posición en la dirección longitudinal, las arrugas y otros por el estilo se hacen difíciles de generarse. Entonces, como se muestra en la Fig. 14, proporcionando espacios 103 y formándose partes divididas del reborde 102b' presentan con espacio 103 entre sí, arrugas y otros por el estilo se hacen más difíciles de generarse. Además, cuando las partes del reborde con formas predeterminadas se forman para un producto en capas de escala larga, también se prefiere formar la parte central en la dirección longitudinal en el producto en capas curvo primero, y a partir de entonces, formar ambas partes laterales de la parte central en la  
55 dirección longitudinal.
- 60 **[0106]** Donde, aunque el aire atmosférico 127 se introduzca en cámaras de aire 125, 126 en el dicho ejemplo descrito, como ya se ha mencionado, también es posible introducir un fluido presurizado apropiado además del aire atmosférico 127. En tal caso, porque las cámaras de aire 125, 126 pueden ser ampliadas por el fluido presurizado introducido, no es necesaria una cámara capaz de cerrar en una condición sellada. Sin embargo, se requieren elementos para recibir fuerzas de reacción cuando las cámaras de aire 125, 126 se amplían y exponen fuerzas apremiantes en las direcciones que se forman.

[0107] Además, este método también se puede aplicar usando cámaras de aire a la formación a la sección transversal conformada en forma de C. Por ejemplo, en la Fig. 16 (A) a (C), si las cámaras de aire 125, 126 se disponen en posiciones simétricas en los lados derechos e izquierdos con relación a los mandriles 122 o 123, se puede fácilmente realizar la formación a la sección transversal conformada en forma de C.

[0108] La utilización de la preforma seca así formada en una forma seccional predeterminada, impregnando una resina de matriz en la preforma y curando la resina impregnada, se moldea un material del compuesto de resina fibra reforzada con una forma deseable. En este caso, también se puede realizar calentar la preforma durante un tiempo para predeterminar en la condición que han formado partes del reborde de la preforma para fijar la condición formada de la preforma, y a partir de entonces, impregnar la resina. Fijando la condición formada de la preforma calentándose, se puede prevenir la rotura de la formación hasta en el momento de la impregnación de la resina. El moldeado del material compuesto de resina curvada reforzada con fibra puede ser realizado, por ejemplo, por método de moldeo RTM (Moldeado de Transferencia de Resina), se impregna una resina de matriz (por ejemplo, una resina termoestable como una resina de epoxi) en la preforma, la resina impregnada se calienta a una temperatura predeterminada y se cura, y se produce un material compuesto de resina reforzada con fibra con una forma deseable.

[0109] Los ejemplos de preformas formados como se ha descrito anteriormente se muestran en las Figs. 17 y 18. La Fig. 17 ejemplifica una preforma 131 formada en un corte transversal en forma de C, y la Fig. 18 ejemplifica una preforma 132 formada en un corte transversal en forma de Z.

[0110] Como el método para producir el material del compuesto de resina de fibra reforzada curvo, como ya se ha mencionado, se puede emplear cualquier método usando un material de empaquetado y un método usando un doble molde superficial. La Fig. 19 muestra un ejemplo del método usando un material de empaquetado (el llamado método de moldeo al vacío asistido RTM). Una preforma 141 formada en una forma de corte transversal y seccional predeterminada como ya se ha mencionado se coloca en un molde 142, y la preforma 141 es cubierta de un material de empaquetado parecido a una hoja 143 y el interior se sella. El interior sellado es reducido en la presión por la evacuación, una resina de matriz se inyecta en el reducido hacia la presión dentro, y la resina inyectada se impregna en la preforma 141. La resina impregnada se cura, por ejemplo, calentándose. En tal método de moldeo, si el molde 142 como molde inferior sólo se hace con una gran exactitud, porque se puede emplear un material que tiene un área predeterminada como el material de empaquetado 143, un material compuesto de resina curvada reforzada con fibra con el tamaño grande se puede moldear sumamente fácilmente.

[0111] Además, en el método de moldeo mostrado en la Fig. 20, una preforma 151 formada en una forma de corte transversal y seccional predeterminada ya mencionada se dispone en el molde 154 estructura como un molde doble superficial que comprende un molde inferior 152 y un molde superior 153, se inyecta una resina de matriz en el molde 154 (cualquiera de inyección por la evacuación debido a la reducción de la presión y se puede emplear la inyección a través de la presurización), la resina inyectada se impregna en la preforma, y la resina impregnada se cura, por ejemplo, calentándose. En tal método de moldeo, porque la forma del material compuesto de resina reforzada con fibra para moldearse se define de ambas superficies, es posible moldear el material compuesto de resina curvada reforzada con fibra en una mayor exactitud.

Ejemplos

[0112] Más adelante, la invención presente se explicará concretamente usando Ejemplos y Ejemplos Relativos. Como materiales en Ejemplos y Ejemplos Relativos, los materiales siguientes se usaron.

- Hilo de fibra de refuerzo: poliacrilonitrilo (CPAN) hilos a base de fibra de carbono (24.000 filamentos, finura: 1030 tex, resistencia a la tensión: 5.9 GPa, módulo elástico extensible: 294 GPa)
- Hilo de soldadura auxiliar: hilo de fibra de vidrio (finura: 4.2 tex)
- Hilo de urdimbre auxiliar: hilo de fibra de vidrio (finura: 22.5 tex)
- Como material de resina, se usaron las partículas producidas de los materiales siguientes.
  - «Sumika Excel» 5003P (poliétersulfona, producido por Sumitomo Chemical Company, Limited)
  - «Epikote» 806 (bisfenol resina de epoxi del Tipo F, producida por Japan Epoxy Resins Co., Ltd.)
  - «NC-3000» (bifenil los araquil escriben tipo resina de epoxi, producida por Nippon Kayaku Kabushiki Kaisha)
  - «TEPIC»-P (isoianurato tipo resina de epoxi, producida por Nippon Chemical Industrial Co., SA)

[0113] «Epikote» 806 (23,5% del peso), NC-3000 (12,5% del peso) y «TEPIC»-P (4% del peso) se mezcló a 100°C hasta se consiguiera que una condición uniforme para preparar una mezcla de resina de epoxi. Después, una composición de resina preparada derritiéndose y amasando «Sumika Excel» 5003P (60% del peso) y la mezcla de resina de epoxi se congeló y se molió compatiblemente para preparar partículas. El diámetro de la partícula media de las partículas obtenidas era de 90 nm (determinado por LMS34 producido por Kabushiki Kaisha Seisin usando la difracción de láser / método de dispersión).

Ejemplo 1:

5 **[0114]** Usando una máquina tejedora para el sustrato de fibra de refuerzo curvo 161 mostrada en la Fig. 21, se preparó un sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° 162 dispuesta con los hilos de fibra de refuerzo en la dirección circunferencial de la forma curva mostrada en la Fig. 1. La forma del sustrato era de 3 m en el radio de la curvatura R, 200 mm de ancho de sustrato y 4,7 m de longitud. Como se muestra en la Fig. 21, la máquina tejedora para el sustrato de fibra de refuerzo curvo 161 se construye de inclinaciones 165, 166 y una lengüeta 167 para hilos de fibra de refuerzo 163 e hilos de urdimbre auxiliares 164, un mecanismo de enhebrado de hilo de soldadura 169 para insertar hilos de trama auxiliares 168, y mandriles 170 superior, inferior e intermedio, 171, 172. En una posición trasera de estos mandriles, un material de resina el dispositivo que se dispersa 173 y se sujeta un calentador de rayos infrarrojos (no mostrado) en una posición trasera adicional, partículas de resina 174 dispersadas en el sustrato de fibra de refuerzo curvo 162 se calienta y las partículas se pueden adherir al sustrato de fibra de refuerzo curvo 162. El sustrato de fibra de refuerzo curvo 162 se envía sobre unos asientos 175. Donde, los mandriles 170 superior e inferior, 171 tenía una forma de vela, y el nivel de la vela se puso en 1/50. Hilos de fibra de refuerzo 163, hilos de trama auxiliares 168 e hilos de urdimbre auxiliares 164 se insertan entre los mandriles 170 superior e inferior, 171, los mandriles respectivos se hacen girar con una velocidad correspondiente a la velocidad tejedora, y se puede una tensión adecuada aplicar a los hilos de fibra de refuerzo 163 y los hilos de urdimbre auxiliares 164.

20 **[0115]** El sustrato de fibra de refuerzo curvo 162 se tejió disponiendo 40 hilos de fibra de refuerzo 163, totalmente 41 hilos de urdimbre 164 en posiciones entre los hilos de fibra de refuerzo y tanto en posiciones del extremo en la dirección transversal del sustrato como en un hilo de soldadura 168 en la máquina tejedora 161. El material de resina 174 se dispersó en la superficie del sustrato de fibra de refuerzo curvo 162 fuera de los mandriles de modo que el peso del material de resina 174 se hiciera 27 g/m<sup>2</sup> y se utilizó un calentador de rayos infrarrojos, la temperatura superficial del sustrato de fibra de refuerzo curvo 162 se calentó a 180°C para hacer que el material de resina 174 se adhiriera ahí.

25 **[0116]** El sustrato de fibra de refuerzo curvo preparado tenía una estructura NCW como se muestra en la Fig. 10, se confirmó que los hilos de fibra de refuerzo se dispusieron en paralelo el uno al otro a lo largo de la dirección circunferencial (dirección 0°) del radio de la curvatura R=3 m sobre la longitud entera longitudinal en la dirección circunferencial.

30 Ejemplo 2:

35 **[0117]** Usando los mismos materiales como aquellos en el Ejemplo 1, un tejido de fibra de refuerzo unidireccional con una anchura de 1 m se tejió donde los hilos de fibra de refuerzo preparados se dispusieron en una dirección en paralelo el uno al otro y para extenderse en línea recta, los hilos de urdimbre auxiliares se dispusieron entre los hilos de fibra de refuerzo en paralelo el uno al otro, y los hilos de trama auxiliares se dispusieron para ser considerablemente perpendiculares a los hilos de fibra de refuerzo y los hilos de urdimbre auxiliares. El material de resina se dispersó en la superficie del tejido de fibra de refuerzo unidireccional de modo que el peso del material de resina se hiciera 27 g/m<sup>2</sup> y utilizando un calentador de rayos infrarrojos, la temperatura superficial del sustrato de fibra de refuerzo curvo se calentó a 180°C para hacer el material de resina se adhiriera además. Usando este tejido de fibra de refuerzo unidireccional, se preparó un sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado 90° como se muestra en la Fig. 3 (C).

45 **[0118]** En primer lugar, cortando el tejido de fibra de refuerzo unidireccional en la perpendicular de la dirección a los hilos de fibra de refuerzo de modo que la longitud de los hilos de fibra de refuerzo se hiciera 200 mm, como se muestra en la Fig. 3 (A), se prepararon cuatro hilos de la fibra de refuerzo a cada uno que tiene una forma rectangular y tiene una anchura de 200 mm y una longitud de 1 m y un haz de hilo de la fibra de refuerzo que tiene una anchura de 200 mm y una longitud de 0,7 m. Todos los haces de hilo de la fibra de refuerzo se deformaron para hacerse una forma curva con un radio de curvatura de 3 m ajustando los huecos de los haces de hilo de la fibra de refuerzo usados, y los haces de hilo de la fibra de refuerzo deformes se dispusieron y se acoplaron en la dirección longitudinal de los haces de hilo de la fibra de refuerzo de modo que los hilos de fibra de refuerzo no se superpusieran y los huecos no fueron de 3 mm o más, para preparar un sustrato de fibra de refuerzo curvada 90° con una anchura de 200 mm y longitud de 4,7 m.

55 **[0119]** El sustrato de fibra de refuerzo curvada preparado 90° tenía una estructura NCW como se muestra en la Fig. 10, y se confirmó que los hilos de fibra de refuerzo se dispusieron en dirección 90° con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) del radio de la curvatura R=3 m sobre la longitud entera longitudinal en la dirección circunferencial.

60 Ejemplo 3:

65 **[0120]** Se preparó el tejido de fibra de refuerzo unidireccional con una anchura de 1 m y la preparación de una estructura NCW en el Ejemplo 2. Cortando el tejido de fibra de refuerzo unidireccional en dirección 45° con relación a la dirección de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo y corte adicional entre los hilos de fibra de refuerzo para cada 12 hilos de fibra de refuerzo, se prepararon 56 refuerzos de hilados de fibra cada uno que tiene 12 hilos

de fibra de refuerzo y tiene una anchura de 200 mm como se muestra en la Fig. 4. Todos los haces de hilo de la fibra de refuerzo se ajustaron en huecos entre los hilos de fibra de refuerzo, y se dispusieron y se acoplaron a lo largo de la forma curva en la dirección longitudinal de la forma curva de modo que los hilos de fibra de refuerzo no se superpusieran y los huecos no se hicieran de 3 mm o más, para prepararse un sustrato orientado 45° de fibra de refuerzo curvo con una anchura de 200 mm y longitud de 4,7 m. De una manera similar se preparó un sustrato de fibra de refuerzo curvado orientado a 45°.

**[0121]** Los preparados sustratos orientados de fibra de refuerzo curvos 45° y -45° tenían una estructura NCW como se muestra en la Fig. 10, y se confirmó que los hilos de fibra de refuerzo se dispusieron a 45° y -45° direcciones con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) del radio de la curvatura R=3 m sobre la longitud entera longitudinal en la dirección circunferencial.

Ejemplo 4:

**[0122]** Los sustratos de fibra de refuerzo curvados orientados 0°, 90° y ±45° se prepararon por los métodos de los Ejemplos 1-3, y se preparó un producto en capas por estratificación basado en una estructura estratificación de [(45/0/-45/90)]<sub>3S</sub>. En primer lugar, el sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado 45° se preparó de una manera similar al del Ejemplo 3, el sustrato de fibra de refuerzo curvo 0° orientado preparado b del Ejemplo 1 era en capas en el sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado 45°, además sobre ese sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado -45° preparado de una manera similar al del Ejemplo 3 era en capas, y además sobre eso, el sustrato de fibra de refuerzo curvo orientado 90° preparado de una manera similar al del Ejemplo 2 era en capas para preparar un producto en capas de [45/0/-45/90]. La misma estratificación se repitió dos veces, y se preparó un producto en capas de [45/0/-45/90]<sub>3</sub> formado por 12 capas.

**[0123]** En el producto en capas de [45/0/-45/90]<sub>3</sub> formado por 12 capas, se dispuso un identificador de plantilla dispuesto con identificadores cada uno teniendo la sección de  $\phi 3$  mm y en una condición parecida a una red con un intervalo de 25 mm, y calentando el producto en capas a 70°C y poseyendo la condición durante 5 minutos en una condición donde los identificadores presionaban el producto en capas a una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, los sustratos de fibra de refuerzo curvados que forman el producto en capas se unieron a y se integraron el uno con el otro parcialmente entre sí para preparar el producto en capas. Del mismo modo, se preparó un producto en capas de [90/-45/0/45]<sub>3</sub>, y de manera similar se preparó un producto en capas adhiriéndose parcialmente e integrándose entre los sustratos. Por estratificación de estos productos en capas, se preparó un producto en capas de [(45/0/-45/90)]<sub>3S</sub>. Se confirmó esto, porque los sustratos se unieron y se integraron el uno con el otro en el producto en capas, incluso cuando el producto en capas se transportó a un molde, sin romper la formación de los sustratos, se podrían manejar bien como el producto en capas.

Ejemplo 5:

**[0124]** El producto en capas preparado en el Ejemplo 4 era mellado por una máquina cortante automática de modo que como se muestra en la Fig. 22, muescas 182 cada una teniendo una anchura de 50 mm y una altura de 50 mm se definía en un intervalo de 150 mm en la dirección longitudinal del producto en capas de fibra de refuerzo curvada 181 a lo largo del borde circunferencial de la forma curva en el lado con un radio más grande de la curvatura (lado exterior 26 mostrado en la Fig. 3 (C)). El producto en capas se colocó en el molde 142 funcionando también como un molde para formarse curvo en la dirección longitudinal en un radio de la curvatura R = 3 m mostrado en la Fig. 19, y además, el producto en capas fue cubierto de una hoja de silicona con un grosor de 3 mm y la hoja de silicona y el molde se sellaron entre sí en una condición de estanqueidad al gas. A partir de entonces, por la evacuación al vacío y reducción de la presión el interior de la hoja de silicona, el producto en capas se presionó al molde para formarse como una forma con una sección en forma de C y encorvarse en la dirección longitudinal.

**[0125]** En la condición seguida con la evacuación al vacío, calentando el producto en capas a 70°C y manteniendo la condición durante 2 horas, se unió y se integró entre los sustratos de refuerzo curvados sobre la superficie entera para preparar una preforma. Se confirmó que la preforma no tenía arrugas notables tanto en la parte de red como en las partes del reborde y era una preforma de buena calidad.

**[0126]** Después de completar la preparación de la preforma, se paró la evacuación al vacío para el interior de la hoja de silicona, se quitó del molde la hoja de silicona, se dispusieron los materiales auxiliares necesarios para la inyección e impregnación de una resina de matriz en la preforma (capa de cáscara, medio de distribución de resina, trayectoria de inyección de resina, trayectoria de descarga de resina, trayectoria de evacuación al vacío), fueron cubiertos de una película de empaquetado, y la parte entre la película de empaquetado y el molde se selló en una condición de estanqueidad al gas. A partir de entonces, se evacuó el interior de la película de empaquetado y se redujo la presión, y en esa condición, una resina de epoxi calentada a 70°C y reducida la viscosidad se inyectó y se impregnó en la preforma de la trayectoria de inyección de resina vía el medio de distribución de resina. Después de que la inyección e impregnación de la resina epoxi en la preforma se completó, la resina de epoxi inyectada e

impregnada en exceso en la preforma fue sangrada de la trayectoria de sangrado de resina por la evacuación al vacío. Después de completar la descarga, calentando a 180°C, la resina de epoxi se curó para hacer un material compuesto de resina reforzada con fibra con una forma seccional en forma de C y teniendo una forma curva en la dirección longitudinal en un radio de curvatura R=3 m.

5 **[0127]** A consecuencia de la observación del ángulo de orientación de los hilos de fibra de refuerzo de capa 45° en la capa superficial del material compuesto de resina reforzada con fibra, se confirmó que los hilos de fibra de refuerzo se extendieron en la dirección longitudinal y se dispusieron dentro de 45° ±63 ° con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) de la forma curva.

10 **[0128]** Por otra parte, las piezas de prueba cada una teniendo una medida de 50 x 50 mm se cortó hasta ambos extremos y la parte central en la dirección longitudinal de la parte de red del material compuesto de resina reforzada con fibra, y fueron preparadas totalmente tres piezas de prueba. Por rayos X CT, se determinaron los ángulos de orientación de los hilos de urdimbre auxiliares (las fibras de vidrio) de las capas respectivas en las piezas de prueba. Como los hilos de urdimbre auxiliares se dispusieron en paralelo a los hilos de fibra de refuerzo, la orientación de los hilos de urdimbre auxiliares se estimó como la orientación de los hilos de fibra de refuerzo.

15 **[0129]** Se confirmó que los hilos de urdimbre auxiliares de las capas respectivas en las piezas de prueba respectivas se orientaron dentro de 63 ° con relación a los ángulos de orientación respectivos de las fibras de refuerzo de las capas respectivas con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) de la forma curva, y que los hilos de fibra de refuerzo de las capas respectivas se orientaron en ángulos basados en la estructura de estratificación con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) de la forma curva.

20 Ejemplo 6:

25 **[0130]** Se preparó tejido de fibra de refuerzo unidireccional con una anchura de 1 m y teniendo una estructura NCW en el Ejemplo 2. Del tejido de fibra de refuerzo unidireccional, como se muestra en las hojas de la Fig. 2 (A), 10 de refuerzo de hilados de fibra cada uno teniendo 4 hilos (en caso de hilos de la Fig. 2 (A), 3) en la dirección transversal y teniendo una longitud de 4,7 m se preparó dispuesta doblándose en la dirección longitudinal de la forma curva para estar a lo largo de la forma curva. Todos los haces de hilo de la fibra de refuerzo se dispusieron y se acoplaron de modo que los hilos de fibra de refuerzo no se superpusieran y no se hicieran huecos de 3 mm o más, para preparar un sustrato de fibra de refuerzo curvada orientado 0° con una anchura de 200 mm y longitud de 4,7 m. El sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° preparado tenía una estructura NCW como se muestra en la Fig. 10, y se confirmó que los hilos de fibra de refuerzo se dispusieron en dirección 0° con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) del radio de la curvatura R=3 m sobre la longitud entera longitudinal en la dirección circunferencial.

35 Ejemplo 7:

40 **[0131]** Se preparó un producto en capas por un método similar al del Ejemplo 4 además de una condición donde el sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° usado en el Ejemplo 4 se cambió al sustrato de fibra de refuerzo curvada orientada 0° preparado en el Ejemplo 6. Además, usando este producto en capas, se preparó una preforma por un método similar al del Ejemplo 5. Se confirmó que la preforma no tenía arrugas notables tanto en la parte de red como en las partes del reborde y era una preforma de buena calidad.

45 **[0132]** Además, se preparó un material compuesto de resina reforzada con fibra con una forma seccional en forma de C y teniendo una forma curva en la dirección longitudinal en un radio de curvatura R=3 m por un método similar al del Ejemplo 5. A consecuencia de la observación del ángulo de orientación de los hilos de fibra de refuerzo de la capa 45° en la capa superficial del material compuesto de resina reforzada con fibra obtenido, se confirmó que los hilos de fibra de refuerzo se extendieron en la dirección longitudinal y se dispusieron dentro de 45°±63 ° con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) de la forma curva.

50 **[0133]** Por otra parte, las piezas de prueba cada una que tiene una medida de 50 x 50 mm se cortó hasta los ambos extremos y la parte central en la dirección longitudinal de la parte de red del material compuesto de resina reforzada con fibra, y se prepararon tres piezas de prueba totalmente. Por rayos X CT, se determinaron los ángulos de orientación de los hilos de urdimbre auxiliares (las fibras de vidrio) de las capas respectivas en las piezas de prueba. Como los hilos de urdimbre auxiliares se dispusieron en paralelo a los hilos de fibra de refuerzo, la orientación de los hilos de urdimbre auxiliares se estimó como la orientación de los hilos de fibra de refuerzo. Se confirmó que los hilos de urdimbre auxiliares de las capas respectivas en las piezas de prueba respectivas se orientaron dentro de 63 ° con relación a los ángulos de orientación respectivos de las fibras de refuerzo de las capas respectivas con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) de la forma curva, y que los hilos de fibra de refuerzo de las capas respectivas se orientaron en ángulos basados en la estructura estratificación con relación a la dirección circunferencial (dirección 0°) de la forma curva.

## Ejemplo Comparativo 1:

5 **[0134]** Por el método descrito en el documento 1 de Patente, se preparó y se estimó un producto en capas de [(45/0/-45/90)]<sub>3S</sub>. La plantilla para disponer haces de fibra tiene una forma cilíndrica con un diámetro de 310 mm y una altura de 300 mm, y las clavijas se disponen en un intervalo de 48 mm en la dirección circunferencial en posiciones de altura de 50 mm y 250 mm.

10 **[0135]** En primer lugar, el haz de hilo de la fibra de refuerzo para formas curvas orientadas a 45° usada en el Ejemplo 3 fue dispuesto en una condición de perforación por clavijas para cubrir la superficie cilíndrica para prepararse capa de fibra de refuerzo orientada 45°. El hilo de fibra de refuerzo para la capa de fibra de refuerzo orientada a 0° se preparó cortando el tejido de fibra de refuerzo unidireccional usado en el Ejemplo 2 en una longitud de 940 mm y una anchura de 200 mm que se refieren a la dirección de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo como una dirección longitudinal. Este haz de hilo de la fibra de refuerzo se colocó en la capa de fibra de refuerzo orientada 45° a la capa de refuerzo de la capa de fibra orientada 0°. Además sobre eso, el haz de hilo de la fibra de refuerzo para-orientado 45° torció la forma usada en el Ejemplo 3 se dispuso de manera similar en el orientadas 0° que refuerza la capa de fibra a la capa-capa de fibra de refuerzo orientada 45°. Además, reforzando el haz de hilo de la fibra para orientado 90° el refuerzo de la capa de fibra se preparó cortando el tejido de fibra de refuerzo unidireccional usada en el Ejemplo 2 en una longitud de 940 mm y una anchura de 200 mm que se refieren a la dirección de la disposición de los hilos de fibra de refuerzo como una dirección transversal. Este haz de hilo de la fibra de refuerzo se colocó en la capa de fibra de refuerzo orientada -45° a la capa de fibra de refuerzo orientada 90°. Del mismo modo, la estratificación de las capas respectivas se repitió hasta que la estructura de estratificación de [(45/0/-45/90)]<sub>3S</sub> se completara. Después de que la finalización de la estratificación, en la condición donde el producto en capas se colocó en la plantilla para disponer los haces de fibra, el producto en capas se integró cosiendo en la dirección de grosor usando las fibras de vidrio usadas para los hilos de urdimbre auxiliares. La costura se realizó a intervalos de 48 mm en la dirección longitudinal y 48 mm en la dirección transversal del producto en capas. Después de completar la costura, el producto en capas se cortó en la dirección transversal y se quitó de la plantilla para disponer los haces de fibra. Cuando el producto en capas se colocó en una placa plana, como se muestra en la Fig. 23, grandes ondas 192 se generaron en capas de fibra de refuerzo respectivas 191, y se creyó que no podía estar preparada una preforma.

35 **[0136]** Donde, en la explicación anterior, el proceso y el dispositivo para formar una preforma usando el dispositivo que tiene las cámaras de aire ya mencionadas, y el proceso y dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra usando la preforma, se pueden aplicar y desarrollarse para formarse de una preforma y para la producción de un material compuesto de resina reforzada con fibra que tiene una escala relativamente larga y un corte transversal especificado, además de la preforma curva y el material compuesto de resina curvada reforzada con fibra. La tecnología para formar una preforma y la tecnología para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra usando la preforma como la tecnología desarrollada usando tal dispositivo que tiene cámaras de aire se explicará más adelante.

40 **[0137]** A saber, esta tecnología desarrollada está relacionada con un proceso y dispositivo para formar una preforma y un proceso y un dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, y expresamente, está relacionada con un proceso y dispositivo para formar una preforma en la cual un sustrato de fibra de refuerzo se puede doblar y formarse eficazmente en una forma predeterminada antes de impregnación o curación de una resina de matriz, y un proceso y dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra usando la preforma.

50 **[0138]** En particular, cuando un material compuesto de resina reforzada con fibra producto en capas de escala larga, por ejemplo, un material compuesto de resina reforzada con fibra que forma un haz de escala larga, se moldea, a fin de formar partes del reborde, se emplea con frecuencia un método donde ambos lados en una sección de una placa plana como el sustrato de fibra reforzada se doblan y se forman, y se impregna una resina de matriz en un sustrato de fibra de refuerzo seco formado en una forma predeterminada y se cura la resina. En el caso en que se usa un preimpregnado como un sustrato de fibra de refuerzo, se emplea un método con frecuencia donde, después de doblarse y formar partes del reborde con formas predeterminadas, la resina se cura calentándose.

55 **[0139]** Como el método para doblarse así y formar un sustrato de fibra de refuerzo en una forma predeterminada antes de la impregnación o curación de una resina de matriz, se conocen un método usando cámaras de aire (por ejemplo, el documento 4 de Patente ya mencionado) y un método usando rodillos calentados (por ejemplo, el documento 5 de Patente ya mencionado). Aquí, «la cámara de aire» significa un cuerpo que presuriza formado de un material elástico como un caucho, como ya se ha mencionado, que se puede ampliar y contraer como un globo introduciendo un fluido como el gas y descargándola del interior del mismo para formar una fibra de sustrato de fibra reforzada en una forma predeterminada, y por la operación de extensión de esta cámara de aire, una parte predeterminada del sustrato de fibra de refuerzo se presiona a un molde, doblándose así y formando el sustrato de fibra de refuerzo en una forma predeterminada.

65

5 [0140], Como ya se ha mencionado el documento de Patente describe un método para formar una placa plana como sustrato de fibra de refuerzo en una forma seccional en forma de C. En este método, una cámara de aire capaz de ampliarse y contraerse se sujeta a una superficie de la pared en una cámara, un sustrato de fibra de refuerzo se coloca en un molde (mandril) dispuesto en la cámara, la cámara de aire es ampliada cerrando la cámara en una condición sellada y la evacuación al vacío el interior, y presionando el sustrato de fibra de refuerzo al mandril por la cámara de aire ampliada, el sustrato de fibra de refuerzo se forma en la forma seccional en forma de C.

10 [0141] En este método, sin embargo, como ya se ha mencionado, porque la cámara de aire se proporciona en una condición de frente al mandril e interposición del sustrato de fibra de refuerzo entre sí, la cámara de aire ampliada puede presionar tanto partes laterales del sustrato de fibra de refuerzo sólo en una única dirección, como por lo tanto, sólo se puede formar en una forma seccional en forma de C como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, no se puede aplicar a, por ejemplo, la formación en la forma seccional en forma de Z y otros por el estilo en la cual las direcciones que se doblan de ambas partes laterales son la una frente a la otra. Además, porque se utiliza la operación de extensión de una sola cámara de aire, tanto las partes laterales de sustrato de fibra de refuerzo se doblan considerablemente al mismo tiempo, como por lo tanto, se hace un proceso de formación que probablemente dejará arrugas y otros por el estilo en las partes dobladas, etc. en el momento de la flexión.

20 [0142] El documento 5 de Patente describe, como ya se ha mencionado, un proceso para formar un producto en capas de preimpregnado en una forma de T pellizcándolo en una máquina de prensa, y a partir de entonces, doblándolo presionando un rodillo a la parte superior del mismo, formando una sección de la forma Z o la forma J. En este proceso, se requiere, sin embargo, al menos una máquina de prensa manejable, perforando la máquina y el dispositivo del rodillo y por lo tanto, el aparato se hace escalado a gran escala, complicado y caro.

25 [0143] En consecuencia, se desea proporcionar el proceso y el dispositivo para formar una preforma y proceso y dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, en el cual básicamente no se requiere un sistema de discos escalado a gran escala, se puede usar una instalación con una estructura simple y capaz de estructurar económicamente, y además de una sección en forma de C, aun si una forma seccional como una sección en forma de Z, en la cual las direcciones que se doblan para la formación son diferentes la una de la otra, además se emplea una forma que tiene una parte curva en la dirección longitudinal, la formación se puede realizar suavemente y fácilmente sin causar problemas como arrugas y que es muy conveniente para moldear un elemento de viga a escala larga (larguero) y otros por el estilo.

35 [0144] A fin de satisfacer los dichos requisitos descritos, un proceso para formar una preforma y un proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra explicado aquí se caracterizan comprendiendo los pasos de proveer cámaras de aire capaces de hacer funcionar en extensión y contracción independientemente la una de la otra en ambos lados de un molde, respectivamente, y formar las partes respectivas de un sustrato de fibra de refuerzo colocado en el molde, que equivalen a las posiciones de las cámaras de aire respectivas, en las formas respectivas a lo largo del molde por las operaciones de extensión de las cámaras de aire respectivas.

40 [0145] En este proceso, porque las cámaras de aire se proporcionan en ambos lados del molde, respectivamente, y las cámaras de aire respectivas se pueden hacer funcionar independientemente en extensión y contracción, las direcciones que se forman con relación al molde de las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo colocado en el molde, correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas, no se restringen, y los tiempos para formarse también no se restringen. Por lo tanto, se hace posible la formación en cualquier caso de un caso requerido para doblarse y formarse en la misma dirección tal que en una formación en la sección en forma de C y un caso requerido para doblarse y formarse en direcciones diferentes la una de la otra tal como en una formación en la sección en forma de Z. Además, desorganizando los tiempos de las operaciones de extensión de las cámaras de aire dispuestas en ambos lados, aun si se deben generar arrugas u otros inconvenientes en el sustrato en el momento de la formación debido a la operación de extensión de la cámara de aire desigual, se hace posible formar el sustrato al ampliar el sustrato para quitar las arrugas u otros inconvenientes en el momento de la formación debido a la operación de extensión de la cámara de aire del otro lado, y por lo tanto, se hace posible realizar la formación suavemente y fácilmente a una forma deseable en una calidad objetivo.

55 [0146] Así, en el proceso para formar una preforma y el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, controlando el orden de las operaciones de extensión de las cámaras de aire, las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas se pueden formar en orden, suprimiendo así el caso de inconvenientes como arrugas en el momento de la formación.

60 [0147] Por supuesto, es posible formar simultáneamente las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas, y en el caso en que no hay temor o un poco del caso de inconvenientes como arrugas, el tiempo para la formación puede ser acortado por una formación así simultánea.

65 [0148] Además, aunque el sustrato de fibra de refuerzo se pueda formar usando un solo molde, en este proceso, también es posible formar el sustrato de fibra de refuerzo pellizcándolo entre moldes y formar las partes del sustrato

de fibra de refuerzo extendiéndose en ambos lados de los moldes por las operaciones de extensión de cámaras de aire respectivas. Pellizcando el sustrato de fibra de refuerzo entre los moldes, aun cuando se forman las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo, todo el sustrato de fibra de refuerzo se puede sostener en una postura predeterminada, y se mejora la exactitud de la formación a una forma predeterminada.

**[0149]** La formación básicamente se puede realizar presionando la parte predeterminada del sustrato de fibra de refuerzo a una parte correspondiente del molde para hacerse una forma a lo largo del molde. Por ejemplo, doblando las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas por las operaciones de extensión de cámaras de aire respectivas, se puede formar, una forma a lo largo del molde

**[0150]** Con respecto a esta formación, ya mencionada, se puede formar una forma seccional tal como una forma de Z doblando las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas en direcciones el uno enfrente del otro y una forma seccional como una forma de C también se puede formar doblando las partes respectivos del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas en la misma dirección.

**[0151]** Además, con respecto a las operaciones de extensión de las cámaras de aire, al menos las cámaras de aire se contienen en una cámara capaz de cerrar en una condición sellada, y las cámaras de aire respectivas se pueden ampliar reduciendo la presión del interior de la cámara. En este caso, por ejemplo, se puede emplear una manera donde el aire atmosférico se introduce en las cámaras de aire respectivas cuando el interior de la cámara se reduce en la presión. A saber, el aire atmosférico se puede introducir en las cámaras de aire que utilizan una diferencia de la presión entre la cámara reducida de la presión interior y la presión atmosférica.

**[0152]** O bien, las cámaras de aire respectivas también se pueden ampliar introduciendo un fluido presurizado en las cámaras de aire respectivas. En este caso, la dicha cámara descrita capaz de reducir en la presión no es necesaria. Si utilizar la presión atmosférica o introducir el fluido presurizado se puede decidir apropiadamente según las características o la medida del sustrato de fibra de refuerzo para formarse.

**[0153]** Además, en el proceso para formar una preforma y el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, también es posible formar el sustrato de fibra de refuerzo en orden en la dirección longitudinal. Esto puede ser realizado por un método donde, después de formado por una longitud predeterminada en la dirección longitudinal, el sustrato de fibra de refuerzo se saca, y la formación de la parte contigua del sustrato de fibra de refuerzo en la dirección longitudinal se repite. En este método, porque es difícil sostener la condición hermética de la cámara de vacío, se emplea un método para introducir el fluido presurizado más preferentemente. En particular, es eficaz para un caso donde el sustrato de fibra de refuerzo para formarse es de largo tamaño, y por un dispositivo de formación con el tamaño pequeño, un sustrato de fibra de refuerzo de gran tamaño se puede formar en una forma predeterminada en orden.

**[0154]** Además, el proceso para formar una preforma y el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra se puede aplicar a cualquier caso de un caso donde el sustrato de fibra de refuerzo comprende un material de la fibra de refuerzo seco y un caso donde el sustrato de fibra de refuerzo comprende un preimpregnado. En el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo comprende un material de la fibra de refuerzo seco, se hacen posibles un paso para calentar el sustrato de fibra de refuerzo en una condición donde las cámaras de aire respectivas se amplían y el sustrato de fibra de refuerzo se forme, y por esto, la formación estable en una forma predeterminada y el mantenimiento de la forma formada, En el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo comprende un preimpregnado, un paso para calentar el sustrato de fibra de refuerzo antes de la formación, y porque, se hace posible ablandar la resina y realizar la operación de formación como la flexión para el preimpregnado más simplemente. Donde, en cualquier caso, como la operación de calentamiento, se pueden emplear el calentamiento desde fuera o el calentamiento del interior de un molde, y el calentamiento del sustrato de fibra de refuerzo introduciendo el fluido calentado en cámaras de aire también se puede emplear. Un método para proporcionar una trayectoria del flujo del medio de calor en un molde y calentarse poniendo en circulación el medio de calor en la trayectoria de flujo que utiliza un regulador de temperatura del molde es más preferible porque no es necesario un aparato escalado a gran escala como un horno.

**[0155]** Además, el proceso para formar una preforma y el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra es un proceso conveniente, en particular, para un caso donde el sustrato de fibra de refuerzo comprende un producto en capas. En caso de un producto en capas, aunque haya una tendencia de que la tensión interna indeseada y otros por el estilo se generen y las arrugas y otros por el estilo probablemente se generarán cuando el sustrato de fibra de refuerzo se forme doblándose, como ya se ha mencionado, desorganizando los tiempos de operaciones que se forman debido a cámaras de aire capaces de funcionar independientemente la una de la otra de acuerdo con partes a formarse y controlar el orden de las operaciones de formación, que se forman en una buena calidad se hace posible suprimiendo el caso de arrugas, o generando arrugas en una parte además de una parte para formarse como una forma de un producto, suprimiendo así el caso de arrugas dentro de la forma del producto, o dispersando arrugas, suprimiendo así el caso de una arruga grande.

- 5 [0156] En particular, en el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo comprende un producto en capas de materiales de la fibra de refuerzo secos, se emplea una estructura preferentemente donde el sustrato de fibra de refuerzo comprende un producto en capas de materiales de la fibra de refuerzo secos cada uno teniendo partículas de resina en su superficie y materiales de la fibra de refuerzo contiguos están parcialmente unido el uno al otro por las partículas de resina, y por esto, se hace posible manejarlo como un producto en capas al mantener la formación, y porque una propiedad de drapeado apropiada del sustrato para formar la operación se puede mantener, se hace posible formarlo suprimiendo el caso de arrugas correctamente. Además, calentándolo en la condición formada y presagiando entre los materiales de la fibra de refuerzo contiguos, siendo parcialmente unidos, sobre la superficie entera, se hace más fácil mantenerlo en una forma predeterminada después de la formación. Además, presionándolo ampliando cámaras de aire en una condición donde las partículas de resina se ablandan calentándose, también se hace posible controlar el grosor del producto en capas deformando las partículas de resina y mermando el producto en capas.
- 10
- 15 [0157] Además, el proceso para formar una preforma y el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra es conveniente para un caso de formar un sustrato de fibra reforzada de escala larga en una forma seccional predeterminada. En este caso, el sustrato de fibra de refuerzo también se puede formar en una forma que se extiende en línea recta a lo largo de la dirección longitudinal, y en particular en el proceso, el sustrato de fibra de refuerzo se puede formar en una forma que tiene una parte curva como se ha visto en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal. En particular, en el caso de la formación en una forma que tiene una parte curva, aunque una posibilidad de caso de arrugas y otros por el estilo en el momento de la formación se haga alta, como ya se ha mencionado, desorganizando los tiempos de operaciones que se forman debido a cámaras de aire capaces de funcionar independientemente la una de la otra de acuerdo con partes para formarse, se hace posible absorber las arrugas y otros por el estilo fácilmente. Además, en caso de la formación en una forma que tiene una parte curva, se prefiere formar las ambas partes laterales de una parte central de la sección curva en la dirección longitudinal después de formar las ambas partes laterales en la dirección longitudinal de antemano. Si las ambas partes laterales en la dirección longitudinal se forman primero, cuando la parte central de la sección curva en la dirección longitudinal se forma, hay un temor de que una parte estirada se genere en una parte para formarse del sustrato de fibra de refuerzo (en particular, en una parte para formarse en una forma empotrada), y que la formación en una forma predeterminada se hace difícil o se generan las arrugas. Formando la parte central de la sección curva en la dirección longitudinal de antemano, las ambas partes laterales se pueden sostener en una condición no fija cuando se forma la parte central, las arrugas de generación de tensión y otros por el estilo en la parte central se pueden soltar tanto a partes laterales, como porque las ambas partes laterales se pueden formar sucesivamente en una condición donde una tensión indeseada no queda, se hace posible formarse en una forma sin el caso de arrugas y otros por el estilo en conjunto. Además, es más preferible que la formación de ambas partes laterales en la sección curva en la dirección longitudinal se realice casi simétricamente en la dirección longitudinal, con relación a la parte central formada de antemano. En tal método, que se forma en una forma sin el caso de arrugas y otros por el estilo se hace más bien posible.
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40 [0158] Además, en el proceso para formar una preforma y el proceso para producir una material compuesto de resina reforzada con fibra, de ser posible, también es preferible formar hendiduras de antemano, que se extienden en una dirección que cruza la dirección longitudinal del sustrato de fibra de refuerzo, en las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas y/o al menos en una parte de las partes cerca de ellas. En este caso, también se realiza que las hendiduras que se extienden en una dirección que cruza la dirección longitudinal del sustrato de fibra de refuerzo sólo se forman en una parte del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a la posición de una cámara de aire y/o al menos en una parte de la parte cerca de ella, se forman de antemano, y después de la otra parte del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a la posición de la otra cámara de aire, en la cual no se forman las hendiduras, está formada por la operación de extensión de la otra cámara de aire, la parte del sustrato de fibra de refuerzo en el lado con hendiduras formadas está formada por la operación de extensión de una cámara de aire.
- 45
- 50
- 55 [0159] Por ejemplo, se prefiere usar un sustrato de fibra de refuerzo en que las hendiduras (muescas) se proporcionan en una dirección que se cruza a la dirección longitudinal del sustrato de fibra de refuerzo en una posición del sustrato de fibra de refuerzo para formarse como una parte del reborde. En particular, en el caso de que tenga una sección curva en la dirección longitudinal, proporcionando tales hendiduras, el caso de arrugas en el momento de la formación se puede suprimir preferentemente. Además, usando cámaras de aire capaces de hacer funcionar independientemente la una de la otra y formando la parte con las hendiduras correspondiente a una parte del reborde después de formar la parte sin hendiduras correspondiente a la otra parte del reborde de antemano, el caso de arrugas se puede suprimir eficazmente.
- 60 [0160] La clase del sustrato de fibra de refuerzo en el proceso para formar una preforma y el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, en particular, la clase de fibras de refuerzo usadas en particular no se limita. Típicamente, el sustrato de fibra de refuerzo comprende un sustrato que contiene fibras de carbono. Por supuesto, se puede usar un sustrato de fibra de refuerzo conteniendo otras fibras de refuerzo, por ejemplo, fibras de

vidrio o fibras aramida, y puede ser un sustrato de fibra de refuerzo de una estructura híbrida que contiene dos o más clases de fibras de refuerzo.

5 **[0161]** En el proceso para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, después de formar el dicho descrito sustrato de la fibra de refuerzo, un material compuesto de resina reforzada con fibra deseado se produce curando la resina de matriz. En particular, en el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo comprende un material de la fibra de refuerzo seco, llamado RTM que moldea el proceso (Moldeado de Transferencia de Resina) se pueda emplear donde la resina se impregna en el sustrato de fibra de refuerzo y se cura después que se forma del sustrato de fibra de refuerzo. Además, un Vacío asistido RTM (VaRTM) utilizando una presión del vacío también se puede emplear. El VaRTM es más preferible porque un dispositivo apremiante no es necesario y el moldeado se puede realizar simplemente. En caso de preimpregnado, se puede emplear un proceso de moldeado donde, después del moldeado, la resina de matriz se cura calentándose y presionando la utilización de un autoclave.

15 **[0162]** El dispositivo para formar una preforma y el dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra comprende un molde para formar un sustrato de fibra de refuerzo y cámaras de aire proporcionadas en ambos lados del molde, respectivamente, capaces de hacer funcionar en extensión y contracción independientemente el uno del otro y capaces de formar partes correspondientes del sustrato de fibra de refuerzo colocado en el molde en una forma a lo largo del molde por la operación de extensión.

20 **[0163]** En el dispositivo para formar una preforma y el dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, se puede emplear una estructura donde el molde anteriormente descrito comprende al menos un par de moldes capaces de pellizcar el sustrato de fibra de refuerzo, y las dichas cámaras de aire descritas respectivas pueden formar las partes del sustrato de fibra de refuerzo extendiéndose en ambos lados del par de moldes por sus operaciones de extensión.

25 **[0164]** Además, se puede emplear una estructura donde las cámaras de aire respectivas pueden formar el sustrato de fibra de refuerzo en una forma a lo largo del molde. Si las cámaras de aire proporcionadas en ambos lados del molde se estructuran para ser capaces de doblar las partes del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas en direcciones la una frente a la otra, se hace posible una formación lisa en una forma seccional en forma de Z y otros por el estilo, y si las cámaras de aire proporcionadas en ambos lados del molde se estructuran para ser capaces de doblar las partes del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas en la misma dirección, se hace posible una formación lisa en una forma seccional en forma de C y otros por el estilo.

35 **[0165]** Además, se puede emplear una estructura donde una cámara se proporciona en que las cámaras de aire respectivas se almacenan, y que puede ampliar las cámaras de aire respectivas reduciendo la presión del interior de la misma. En tal estructura, las cámaras de aire respectivas se pueden formar para ser capaces de introducir el aire atmosférico en las cámaras de aire respectivas cuando el interior de la cámara se reduce en presión, y se puede utilizar la presión atmosférica.

40 **[0166]** Además, también se puede emplear una estructura donde las cámaras de aire respectivas se pueden ampliar introduciéndose allí con un fluido presurizado. En tal estructura, no es necesaria la dicha cámara descrita para la reducción de la presión.

45 **[0167]** Además, el dispositivo para formar una preforma y el dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra también se estructura, en particular en el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo para formarse es de largo tamaño, para ser capaz de formar el sustrato de fibra de refuerzo en orden en la dirección longitudinal. Además, empleando una estructura donde una longitud predeterminada del sustrato puede ser sacada en la dirección longitudinal después de formarse por una longitud predeterminada, el dispositivo se puede hacer de pequeño tamaño.

50 **[0168]** Además, el sustrato de fibra de refuerzo puede comprender materiales de la fibra de refuerzo secos o puede comprender un preimpregnado. En el primer caso, se prefiere proporcionar medios capaces de calentar el sustrato de fibra de refuerzo en una condición formada, y en el caso último, se prefiere proporcionar medios capaces de calentar el sustrato de fibra de refuerzo antes de formarse.

55 **[0169]** Además, el sustrato de fibra de refuerzo se puede formar como un producto en capas, y en particular, en el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo se forma de un producto en capas de materiales de la fibra de refuerzo secos, se prefiere que los materiales de la fibra de refuerzo contiguos estén unidos parcialmente entre sí por partículas de resina, etc.

60 **[0170]** Además, el sustrato de fibra de refuerzo se puede formar en una forma que se extiende en línea recta a lo largo de la dirección longitudinal y también se puede formar en una forma que tiene una sección curva como se ha visto en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal. En el caso en que esté formado en una forma que tiene

una sección curva, preferentemente se estructura para ser capaz de formar ambas partes laterales en la dirección longitudinal de la parte central de la sección curva después de formar la parte central en la dirección longitudinal.

5 [0171] Además, se puede emplear también una estructura donde las hendiduras que se extienden en una dirección que cruza la dirección longitudinal del sustrato de fibra de refuerzo se forman de antemano en las partes respectivas del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a las posiciones de las cámaras de aire respectivas y/o al menos en una parte de las partes cerca de ellos. En este caso, se puede emplear una estructura controlando el orden de operación de ambas cámaras de aire de modo que las hendiduras que se extienden en una dirección que cruza la dirección longitudinal del sustrato de fibra de refuerzo sólo se formen en una parte del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a la posición de una cámara de aire y/o al menos en una parte de la parte cerca del mismo, se formen de antemano, y después de la otra parte del sustrato de fibra de refuerzo correspondiente a la posición de la otra cámara de aire, en la cual las hendiduras no se forman, está formado por la operación de extensión de la otra cámara de aire, la parte del sustrato de fibra de refuerzo en el lado con hendiduras formadas está formada por la operación de extensión de una cámara de aire.

15 [0172] Como el sustrato de fibra de refuerzo, típicamente, se puede ejemplificar un sustrato que contiene fibras de carbono.

20 [0173] El dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra tiene un medio para curar una resina de matriz a fin de obtener un material compuesto de resina reforzada con fibra deseado. En particular, en el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo se forma de materiales de la fibra de refuerzo secos, el dispositivo tiene medios para impregnar la resina en el sustrato de fibra de refuerzo después de formar el sustrato de fibra de refuerzo y curación de la resina.

25 [0174] Según tal dispositivo para formar una preforma y dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra, básicamente no se requiere un sistema de discos o no se requiere un sistema de discos escalado a gran escala, el dispositivo puede ser formado como una estructura simple y barata, y sólo por las operaciones de extensión/contracción de las cámaras de aire respectivas capaces de hacer funcionar independientemente la una de la otra, aun si la forma seccional como una sección en forma de Z, en la cual las direcciones que se doblan para la formación son diferentes la una de la otra, además de una sección en forma de C, además se emplea una forma que tiene una sección curva en la dirección longitudinal, el sustrato de fibra de refuerzo se puede formar en una forma deseable suavemente y fácilmente sin causar los problemas como arrugas. En particular, controlando el orden de las operaciones de extensión de las cámaras de aire respectivas, incluso en el caso en que el sustrato de fibra de refuerzo sea un producto en capas, se haga posible suprimir correctamente el caso de inconvenientes como arrugas al permitir un cambio apropiado entre capas, así formar el sustrato de fibra de refuerzo en una forma deseable con una calidad excelente en una gran exactitud.

35 [0175] En adelante, los modos de realización deseables del proceso y dispositivo para formar una preforma y el proceso y dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra se explicarán refiriéndose a los dibujos.

40 [0176] Las Figs. 24-27 muestran formas de formación típicas del sustrato de fibra de refuerzo en el proceso y dispositivo para formar una preforma y el proceso y dispositivo para producir un material compuesto de resina reforzada con fibra. Como ya se ha mencionado, este sustrato de fibra de refuerzo puede ser de materiales de la fibra de refuerzo secos y también se puede formar de un preimpregnado y se puede formar en cualquiera de una sola capa y un producto en capas del mismo. Un sustrato de fibra de refuerzo 201 mostrado en la Fig. 24 después de la formación se forma en una forma en la cual la forma de corte transversal y seccional comprende una parte de red 202 y partes del reborde 203, 204 extendiéndose y doblándose en direcciones el uno frente al otro en ambos lados de la parte de red 202 y que se extiende en línea recta en la dirección longitudinal X-X. Aquí, tal forma seccional se llama como una forma seccional en forma de Z, y la forma seccional en forma de Z es un concepto que también incluye una forma en la cual la flexión de ángulos de partes del reborde 203, 204 de la parte de red 202 es además de 90 grados, y esto también incluye una forma en cual la flexión de ángulos de partes del reborde 203, 204 con relación a la parte de red 202 es diferente la una de la otra. Además, las medidas de partes del reborde 203, 204 pueden ser iguales o diferentes la una de la otra.

55 [0177] Además, un sustrato de fibra de refuerzo 211 mostrado en la Fig. 25 después de la formación se forma en una forma en la cual la forma de corte transversal y seccional se forma en una forma seccional en forma de Z que comprende una parte de red 212 y partes del reborde 213, 214 extendiéndose y flexionándose en direcciones el uno enfrente del otro en ambos lados de la parte de red 212, y que tiene una parte curva como se ha visto en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal X-X. Aunque se muestre un ejemplo en la Fig. 25 en el cual el todo se encorva, también incluido son una forma que tiene una parte curva parcialmente en la dirección longitudinal X-X y en el cual las otras partes se forman en formas que se extienden linealmente tal como uno mostrado en la Fig. 24 y una forma en la cual hay una pluralidad de partes curvas y/o partes que se extienden en línea recta en la dirección longitudinal X-X. Con respecto a la forma seccional en forma de Z, se incluye un concepto hasta el concepto similar

al explicado para la Fig. 24. Además, las medidas de partes del reborde 213, 214 pueden iguales o diferentes la una de la otra.

5 **[0178]** Además, un sustrato de fibra de refuerzo 221 mostrado en la Fig. 26 después de la formación se forma en una forma en la cual la forma de corte transversal y seccional se forma en una forma seccional en forma de Z que comprende una parte de red 222 y partes del reborde 223, 224 extendiéndose y flexionándose en direcciones el uno frente al otro en ambos lados de la parte de red 222, y que tiene una parte curva como se ha visto en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal X-X. Entonces, una pluralidad de hendiduras 225 cada una extendiéndose en una dirección que cruza la dirección longitudinal X-X se forma en una parte del reborde 223, y éstas hendiduras 225 se forman de antemano en las posiciones correspondientes de la parte del reborde 223 del sustrato de fibra de refuerzo 221 en la etapa antes de la formación. De manera similar al caso de la Fig. 25, aunque se muestre un ejemplo en la Fig. 26 en que el todo se encorva, también incluido son una forma que tiene una parte curva parcialmente en la dirección longitudinal X-X y en que las otras partes se forman en formas que se extienden tal como uno mostrado en la Fig. 24 y una forma en la cual hay una pluralidad de partes curvas y/o partes que se extienden en línea recta en la dirección longitudinal X-X. Con respecto a la forma seccional en forma de Z, un concepto se incluye hasta el concepto similar al explicado para la Fig. 24. Además, las medidas de partes del reborde 223, 224 pueden ser iguales o diferentes la una de la otra.

20 **[0179]** Además, un sustrato de fibra de refuerzo 231 mostrado en la Fig. 27 después de la formación se forma en una forma en la cual la forma de corte transversal y seccional se forma en una forma seccional en forma de Z que comprende una parte de red 232 y partes del reborde 233, 234 extendiéndose y flexionándose en direcciones el uno frente al otro en ambos lados de la parte de red 232, y que tiene una parte curva como se ha visto en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal X-X. Entonces, una pluralidad de hendiduras 235, cada una que se extiende en una dirección que cruza la dirección longitudinal X-X de la parte del reborde 233 hasta una parte de la parte de red 232, se forma en una parte correspondiente a una parte del reborde 233, y éstas 235 se forman de antemano en las posiciones correspondientes de la parte del reborde 233 y la parte de red 232 del sustrato de fibra de refuerzo 231 en la etapa antes de la formación. De manera similar al caso de la Fig. 25, aunque se muestre un ejemplo en la Fig. 27 en que el todo se encorva, también incluido son una forma que tiene una parte curva parcialmente en la dirección longitudinal X-X y en que las otras partes se forman en formas que se extienden tal como uno mostrado en la Fig. 24 y una forma en la cual hay una pluralidad de partes curvas y/o partes que se extienden en línea recta en la dirección longitudinal X-X. Con respecto a la forma seccional en forma de Z, un concepto se incluye hasta el concepto similar al explicado para la Fig. 24. Además, las medidas de partes del reborde 233, 234 pueden iguales o diferentes la una de la otra.

35 **[0180]** Además, como ya se ha mencionado, la invención presente se puede aplicar a la formación del sustrato de fibra de refuerzo en una forma seccional en forma de C. Aunque la figura se omite, por ejemplo, cuando la forma seccional mostrada en la Fig. 24 que se ha doblado y partes del reborde formadas 203, 204 en ambos lados de la parte de red 202 se refiere, la forma seccional En forma de C en la invención presente significa una forma seccional en la cual las partes del reborde 203, 204 se doblan en una misma dirección, y entonces, los ángulos que se doblan de partes del reborde 203, 204 con relación a la parte de red 202 pueden ser iguales o diferentes la una de la otra, y ángulos distintos de 90 grados también se incluyen. Además, las medidas de partes del reborde 203, 204 pueden ser iguales o diferentes la una de la otra.

45 **[0181]** Con respecto a la formación del sustrato de fibra de refuerzo en, se explicará un ejemplo para formarse en una forma seccional en forma de Z como se muestra en las Figs. 24-27 refiriéndose a las Figs. 28-30. Las Figs. 28-30 son básicamente lo mismo como la Fig. 16 (A), (B) y (C) ya mencionada. Las Figs. 28-30 muestran un ejemplo donde, por ejemplo, cuando un haz de escala larga (un larguero) se produce como un material compuesto de resina reforzada con fibra, una placa plana como el sustrato de fibra reforzada comprendiendo un producto en capas de materiales de la fibra de refuerzo secos se forma para preparar una preforma y mostrar un caso donde la formación se realiza usando una cámara capaz de cerrar en una condición sellada.

55 **[0182]** En primer lugar, como se muestra en la Fig. 28, se proporcionan en posiciones predeterminadas en una cámara 241, mandriles 242, 243 como moldes, un producto en capas 244 como un sustrato de fibra de refuerzo pellizado entre mandriles 242, 243, y cámaras de aire 245, 246 capaces de hacer funcionar independientemente la una de la otra y dispuesto en ambos lados de mandriles 242, 243, respectivamente. Las cámaras de aire 245, 246 se hacen de, por ejemplo, un caucho de silicona, y se extienden introduciendo un fluido relativamente presurizado en ellos y se contraen descargando el fluido presurizado.

60 **[0183]** Por la cámara de cierre 241 y reduciendo la presión del interior de la cámara de aire 245 porción del lado que contiene en la cámara 241, como se muestra en la Fig. 29, se introduce aire atmosférico 247 en la cámara de aire 245 desde fuera, y la cámara de aire 245 se extiende siendo relativamente presurizada por una diferencia de presión entre la presión del aire atmosférico introducido 247 (presión atmosférica) y la presión interior de la cámara de presión reducida 241. Por esta cámara de aire extendida 245, una parte del extremo 248 en la sección del producto en capas 244 se presiona al mandril 242, y se dobla y se forma en una forma a lo largo de la forma de la superficie lateral del mandril 242.

65

5 **[0184]** Después, reduciendo la presión del interior de la cámara de aire 246 porción del lado que contiene en la cámara 241, como se muestra en la Fig. 30, se introduce aire atmosférico 247 en la cámara de aire 246 desde fuera, y la cámara de aire 246 se extiende siendo relativamente presurizada por una diferencia de presión entre la presión del aire atmosférico introducido 247 (presión atmosférica) y la presión interior de la cámara de presión reducida 241. Por esta cámara de aire extendida 246, la otra parte del extremo 249 en la sección del producto en capas 244 se presiona al mandril 243, y se dobla y se forma en una forma a lo largo de la forma superficial por el lado del mandril 243. Una sección en forma de Z se preforma 250 se forma doblándose y formando las partes del extremo en la sección del producto en capas 244 en direcciones la una frente a la otra; una parte de extremo 248 a la cara del mandril 242 y la otra parte de extremo 249 a la cara del mandril 243.

10 **[0185]** Después, calentándose en la condición de la Fig. 30, la forma formada del producto en capas 244 se mantiene la forma conformada del producto en capas 244. El calentamiento puede ser realizado calentando el interior entero de la cámara 241 o calentando mandriles 242, 243 por comunicación de medio de calor, radiador eléctrico, etc. Además, también es posible calentar el fluido a ser introducido en cámaras de aire 245, 246.

15 **[0186]** Así, la utilización de la preforma seca 250 formado en forma seccional en forma de Z, por ejemplo, por el el proceso de moldeado de RTM, una resina de matriz (por ejemplo, una resina termoestable como una resina de epoxi) se impregna en la preforma 250, se calienta a una temperatura predeterminada y se cura, y se produce un material compuesto de resina reforzada con fibra con una forma deseada.

20 **[0187]** Aunque un producto en capas 244 de materiales de la fibra de refuerzo secos se usan en el dicho ejemplo descrito, también es posible usar un producto en capas de preimpregnados, y en este caso, no es necesario un proceso para impregnar una resina de matriz. Además, en el caso en que se forma una forma que tiene una parte curva así mostrada en la Fig. 25, como se necesitaba, de modo que la formación curva se pueda realizar más suavemente, como se muestra en las Figs. 26 y 27, se pueden proporcionar las hendiduras (muescas) en partes del reborde 223, 233 o en una parte de la parte de red 232.

25 **[0188]** En particular, el dispositivo que se forma mostrado en las Figs. 28-30 es muy simple en la estructura del dispositivo, porque no tiene un sistema de discos y la presión atmosférica se usa como la fuente para presurizar. Además, controlando el orden de presionar operaciones debido a las cámaras de aire respectivas 245, 246, el orden de las operaciones de formación se puede controlar fácilmente. Controlando el orden de las operaciones de formación debido a las cámaras de aire respectivas 245, 246, en caso de formarse en una forma que tiene una forma curva como se muestra en las Figs. 25-27, porque la formación se puede realizar mientras los haces de fibra de refuerzo que forman el producto en capas se cambian apropiadamente, las arrugas y otros por el estilo se hacen difíciles de generarse. En particular, en el caso de que tenga una parte curva y teniendo hendiduras (muescas) 225, 235 en partes del reborde 223, 233 como se muestra en las Figs. 26 y 27 (sea el caso, teniendo hendiduras 235 también en la parte de red 232), formando las partes del reborde 224, 234 en lados sin hendiduras de antemano y a partir de entonces formando las partes del reborde 223, 233 que tienen hendiduras, las arrugas y otros por el estilo se hacen difíciles de generarse.

30 **[0189]** Además, en el caso de formarse en una forma que tiene una forma curva como se muestra en las Figs. 25-27, se prefiere que, después de que se forma la parte central en la dirección longitudinal de la forma curva de antemano, y a partir de entonces, se forman las ambas partes laterales de la parte central en la dirección longitudinal. Por ejemplo, cuando la formación en la forma que hace mostrar una parte curva en la Fig. 26 se refiere, en particular, cuando se forma la parte del reborde 224 en un lado sin hendiduras, se prefiere que, después de que la parte central A en la dirección longitudinal de la parte curva se forme de antemano, las partes B, B en ambos lados de la parte central A se forman en la dirección longitudinal. Las partes B, B en ambos lados se pueden formar en orden, y es posible formarlas simultáneamente. Además, se prefiere que las partes B, B en ambos lados se dispongan simétricamente con relación a la parte central A en la dirección longitudinal. Así, formando la parte central A en la dirección longitudinal de antemano, como ya se ha mencionado, se hace posible formándose en una forma deseable sin el caso de arrugas y otros por el estilo.

35 **[0190]** Donde, aunque el aire atmosférico 247 se introduzca en cámaras de aire 245, 246 en el dicho ejemplo descrito, como ya se ha mencionado, también es posible introducir un fluido presurizado apropiado además del aire atmosférico 247. En tal caso, porque las cámaras de aire 245, 246 pueden ser ampliadas por el fluido presurizado introducido, la cámara capaz de cerrar en una condición sellada no es necesaria. Sin embargo, se requieren elementos para recibir fuerzas de reacción cuando las cámaras de aire 245, 246 se amplían para exponer fuerzas apremiantes en las direcciones que se forman.

40 **[0191]** Además, como ya se ha mencionado, esta tecnología también se puede aplicar a la formación en una sección en forma de C. Por ejemplo, en las Figs. 28-30, si las cámaras de aire se disponen en posiciones simétricas en los lados derechos e izquierdos con relación al mandril 242 o 243, fácilmente se hace posible la formación en una sección en forma de C.

65

**[0192]** Tal tecnología usando cámaras de aire se puede aplicar a cualquier formación para un material compuesto de resina reforzada con fibra en el cual la flexión y la formación de la operación se requieren en ambos lados de un molde.

5      Aplicaciones industriales de la invención

10      **[0193]** La invención presente puede ser conveniente, en particular, para moldeo de una fibra curva grande y material del compuesto de resina reforzado a gran escala, formándose de una preforma servida al moldeo, la preparación de un producto en capas fibra de refuerzo servido a la formación de la preforma y la preparación de un sustrato de fibra de refuerzo servido a la preparación del producto en capas, y por ejemplo, conveniente para aplicarse al moldeo de un marco del cuerpo de un aeroplano.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción de un producto curvo en capas de fibras de refuerzo (71, 112, 124) por superposición de una pluralidad de capas de fibras de refuerzo en forma de placas planas (72, 72a, 72b, 72c, 72d) que tiene cada una forma curva como una forma plana, comprendiendo las etapas de:

formar una capa de fibras de refuerzo curva orientada de una manera circunferencial (72, 72a, 72b, 72c, 72d), donde una pluralidad de hilos de fibras de refuerzo (2) están dispuestas paralelamente en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de dicha forma curva, utilizando un sustrato de fibras de refuerzo curvo que tiene una forma curva como una forma plana, donde una pluralidad de hilos de fibras de refuerzo (2) están dispuestos paralelamente a una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de dicha forma curva, e hilos de trama auxiliares (4) están dispuestos en direcciones que cruzan dicha pluralidad de hilos de fibras de refuerzo (2) dispuestos cada uno en una dirección de dicha dirección circunferencial; y

sobreponer dicha capa de fibras de refuerzo curva orientada de una manera circunferencial (72, 72a, 72b, 72c, 72d) como por lo menos una capa entre una pluralidad de capas de fibras de refuerzo (72, 72a, 72b, 72c, 72d) a ,

**caracterizado por que**

por lo menos una capa entre dichas capas de fibras de refuerzo (72, 72a, 72b, 72c, 72d) a diferente de dicha capa de fibras de refuerzo curva orientada de una manera circunferencial (72, 72a, 72b, 72c, 72d) se forma,

en la cual una pluralidad de haces de hilos unidireccionales de fibras de refuerzo cortados ortogonalmente (21, 31) son preparados cortando un tejido tejido unidireccional de fibras de refuerzo, formado a partir de grupos de hilos de fibras de refuerzo dispuestos cada uno con una pluralidad de hilos continuos de fibras de refuerzo (2) en una dirección paralelamente unos a otros y de hilos auxiliares (4) extendidos en una dirección que cruza dichos hilos de fibras de refuerzo (2) y reagrupando una pluralidad de los dichos grupos de hilos de fibras de refuerzo, en una dirección perpendicular a dichos hilos de fibras de refuerzo (2), y dicha pluralidad de haces de hilos unidireccionales de fibras de refuerzo cortados ortogonalmente (21, 31) están dispuestos en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de dicha forma curva de modo que los hilos de fibras de refuerzo (2) de los haces de hilos respectivos (21, 31) se extienden en una dirección radial de dicha forma curva y/o

por lo menos una capa entre dichas capas de fibras de refuerzo (72, 72a, 72b, 72c, 72d) a diferente de dicha capa de fibras de refuerzo curva orientada de una manera circunferencial (72, 72a, 72b, 72c, 72d) se forma,

donde una pluralidad de haces de hilos unidireccionales de fibras de refuerzo cortados en ángulo agudo (21, 31) se preparan cortando un tejido tejido unidireccional de fibras de refuerzo, formando a partir de grupos de hilos de fibras de refuerzo dispuestos cada uno con una pluralidad de hilos continuos de fibras de refuerzo (2) en una dirección paralelamente unos a otros y de hilos auxiliares (4) extendidos en una dirección que cruza dichos hilos de fibras de refuerzo (2) y reagrupando una pluralidad de los dichos grupos de hilos de fibras de refuerzo, en una dirección definida según un ángulo agudo predeterminado comparado a fibras de refuerzo (2), y dicha pluralidad de haces de hilos unidireccionales de fibras de refuerzo cortados en ángulo agudo (21, 31) están dispuestos en una dirección a lo largo de una dirección circunferencial de dicha forma curva de modo que los hilos de fibras de refuerzo (2) de los haces de hilos respectivos (21, 31) se extienden en una dirección definida según un ángulo predeterminado con relación a una dirección radial de dicha forma curva.

FIG. 1

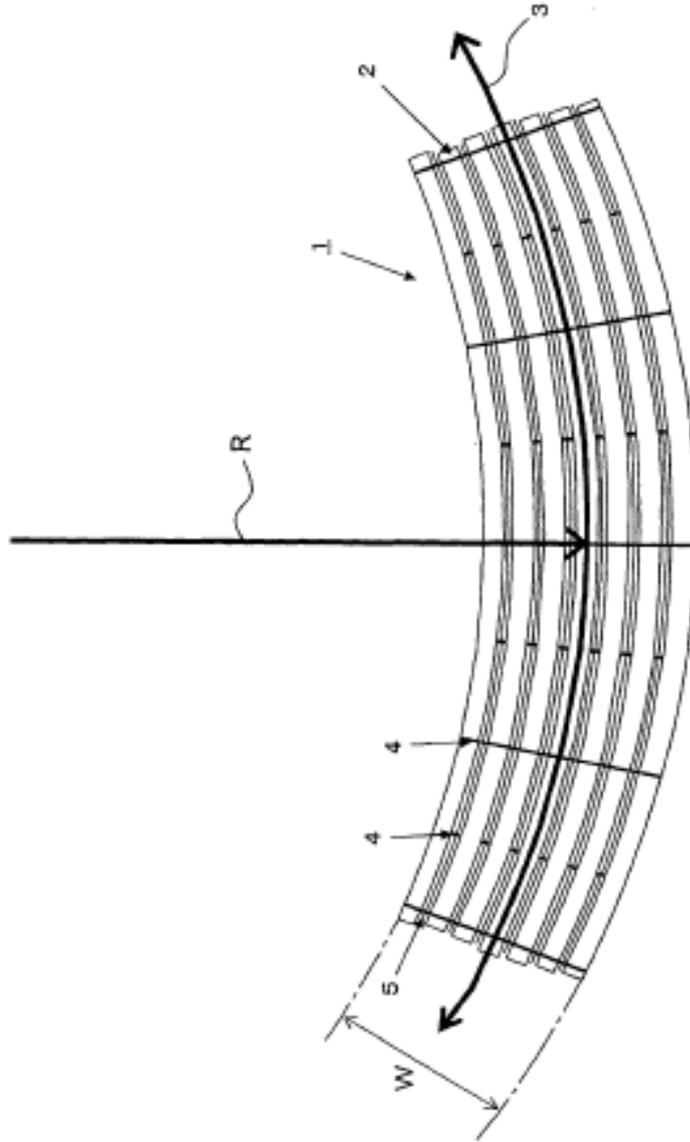


FIG. 2

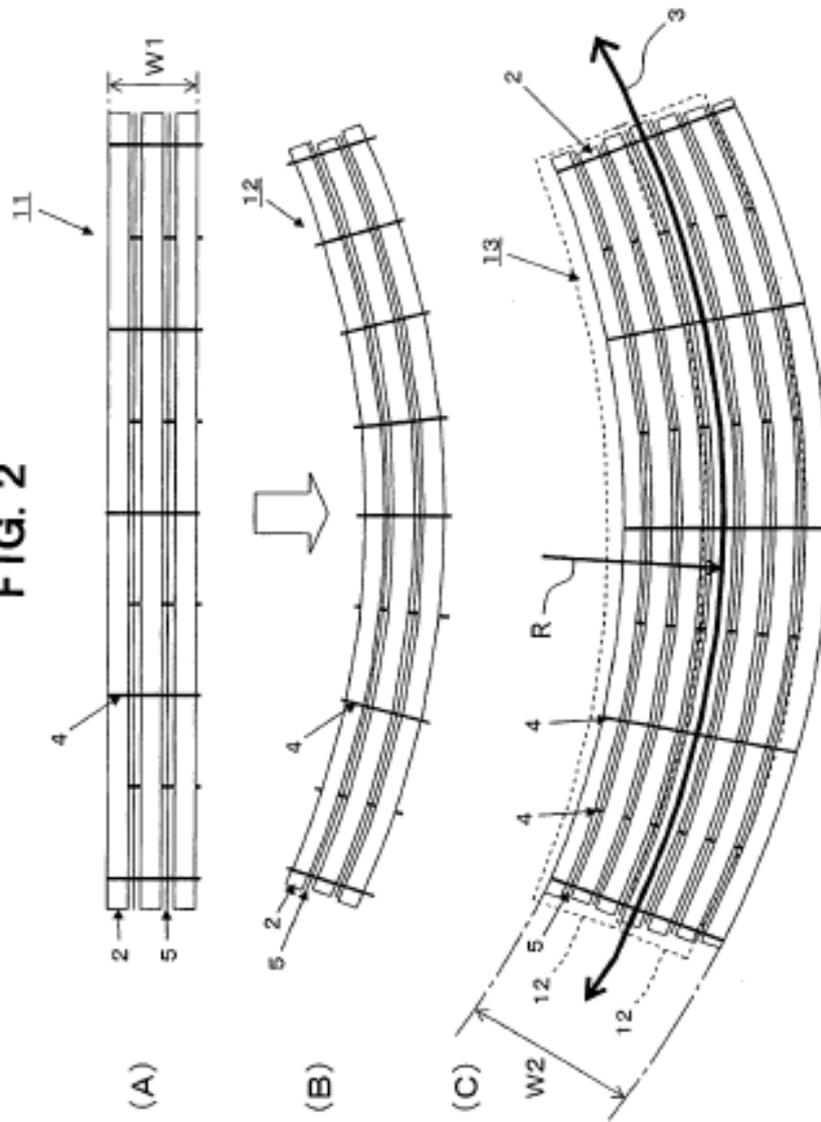


FIG. 3

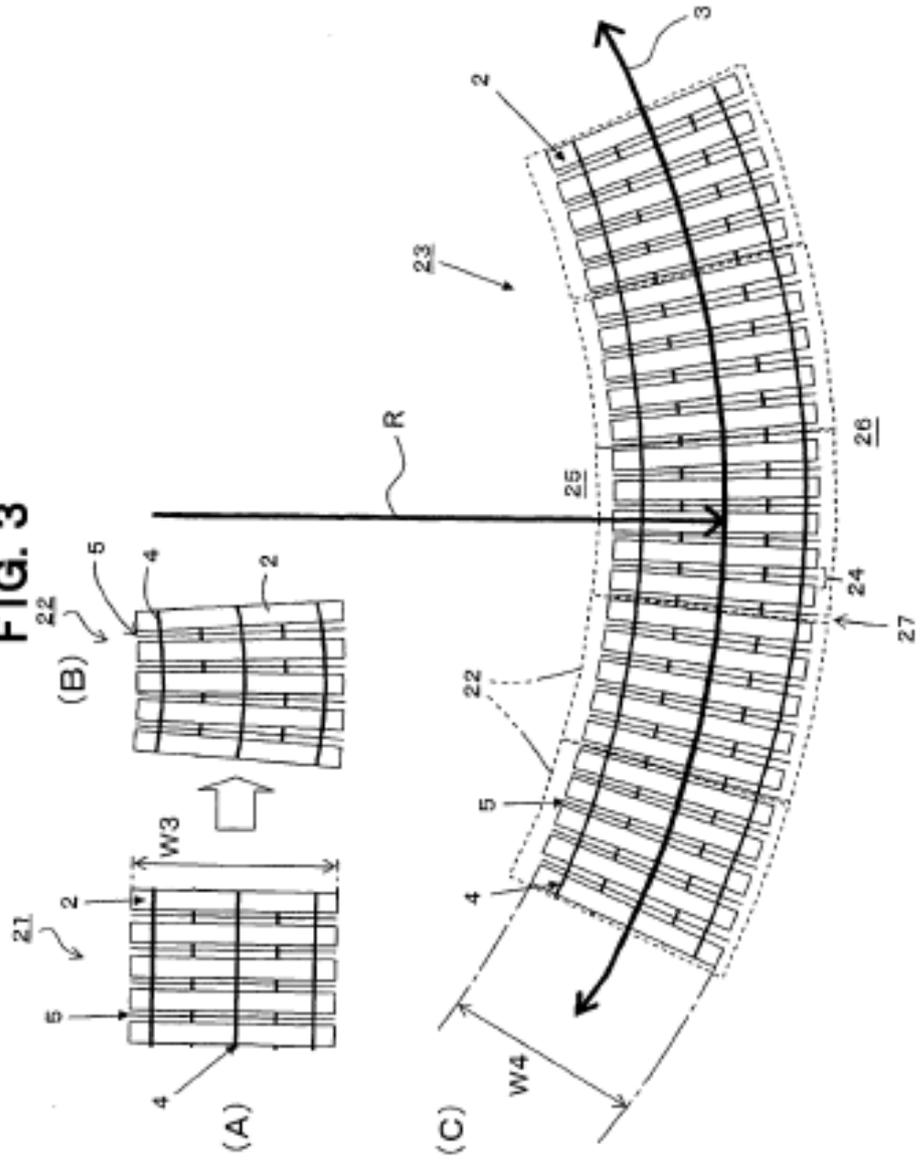


FIG. 4

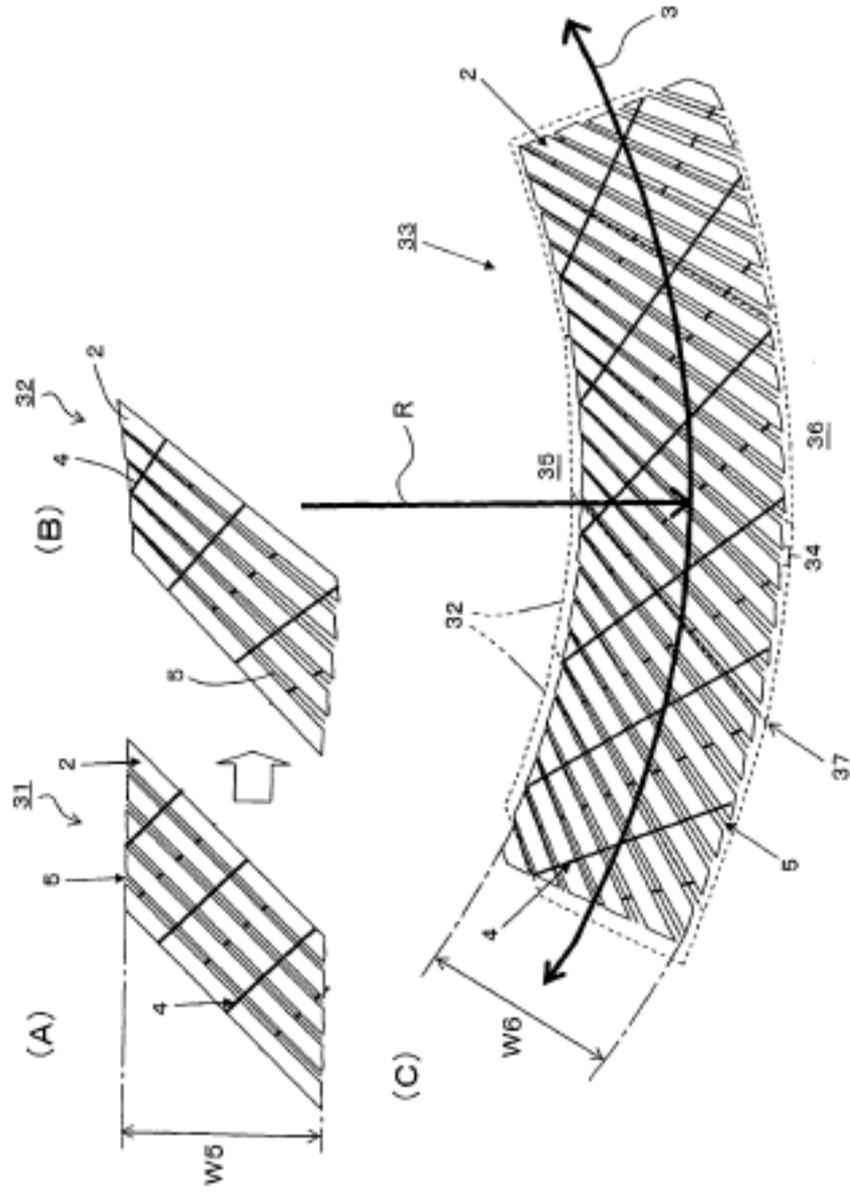


FIG. 5

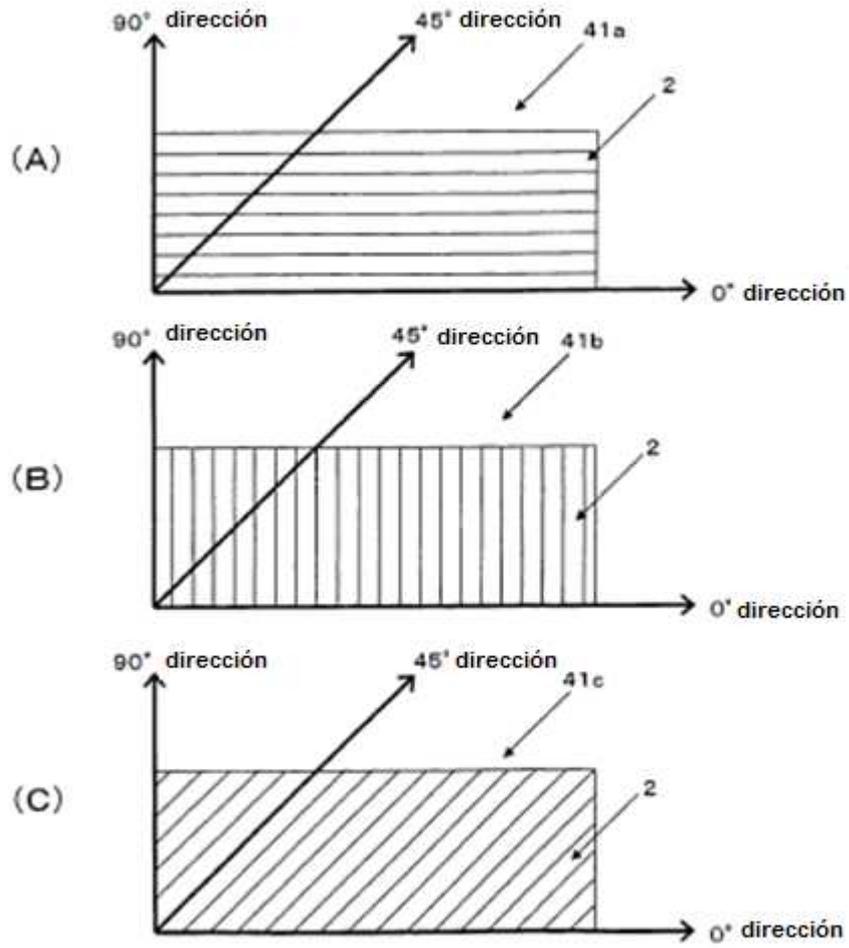
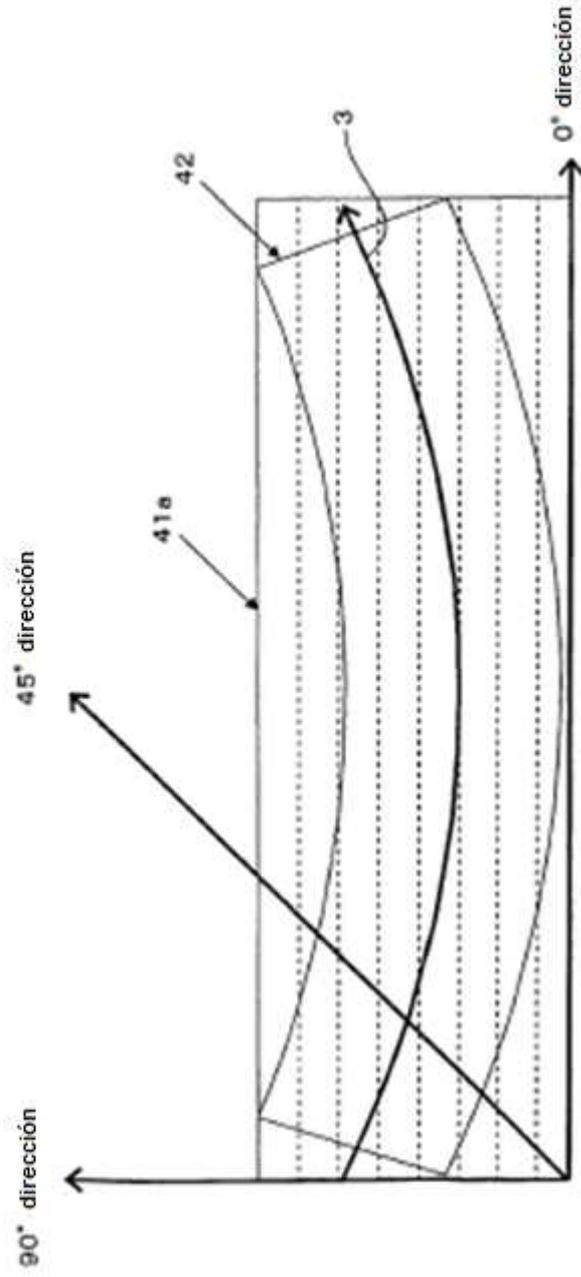


FIG. 6



**FIG. 7**

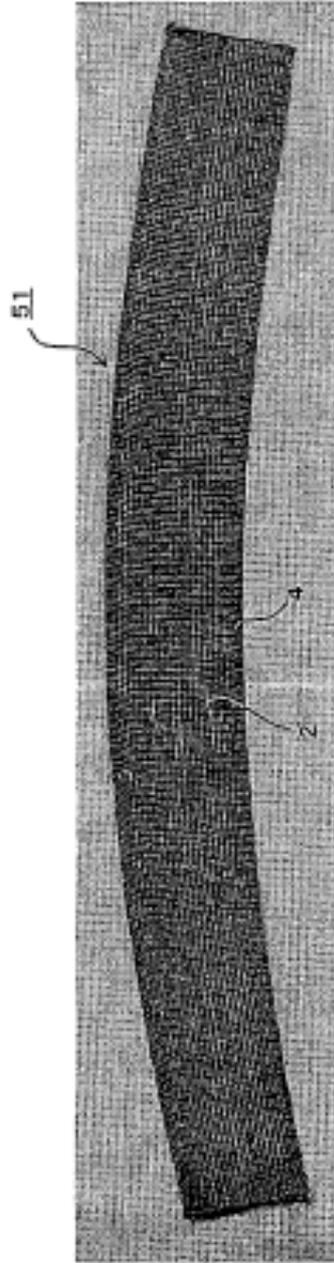


FIG. 8



FIG. 9

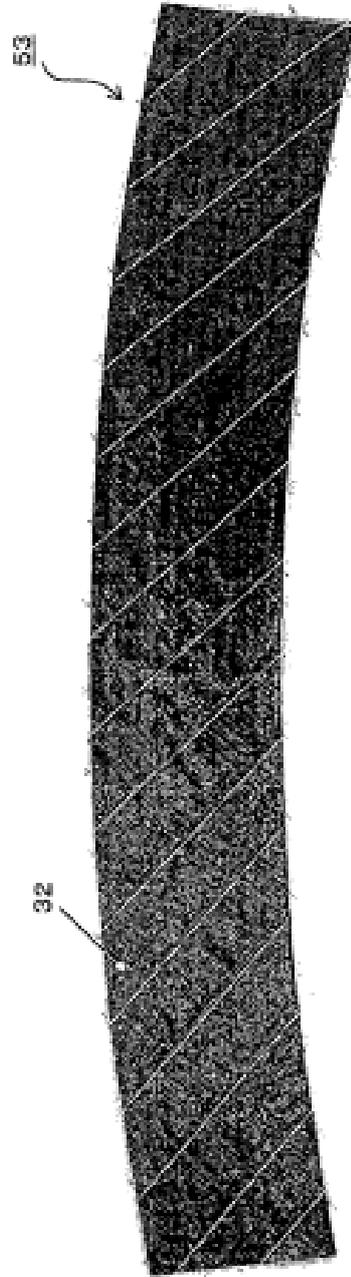


FIG. 10

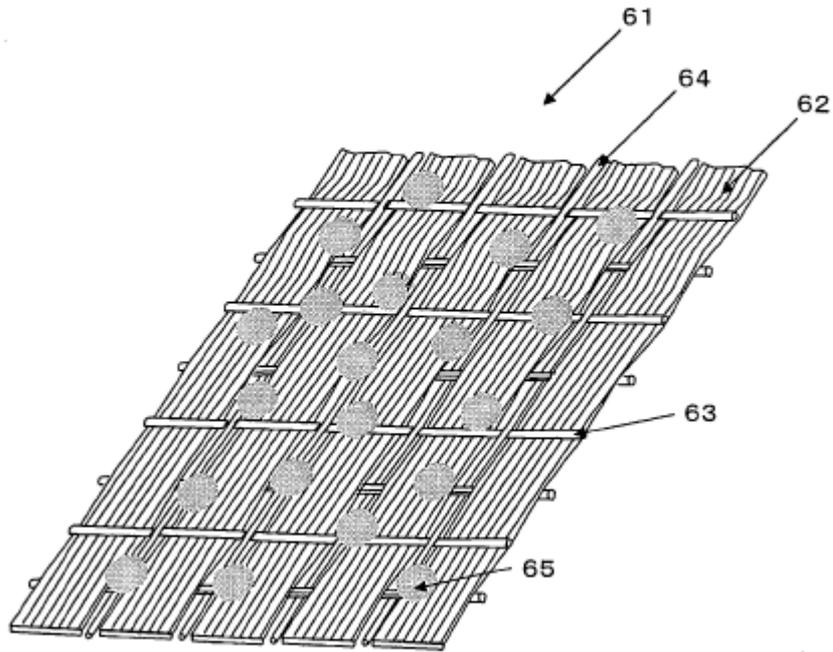
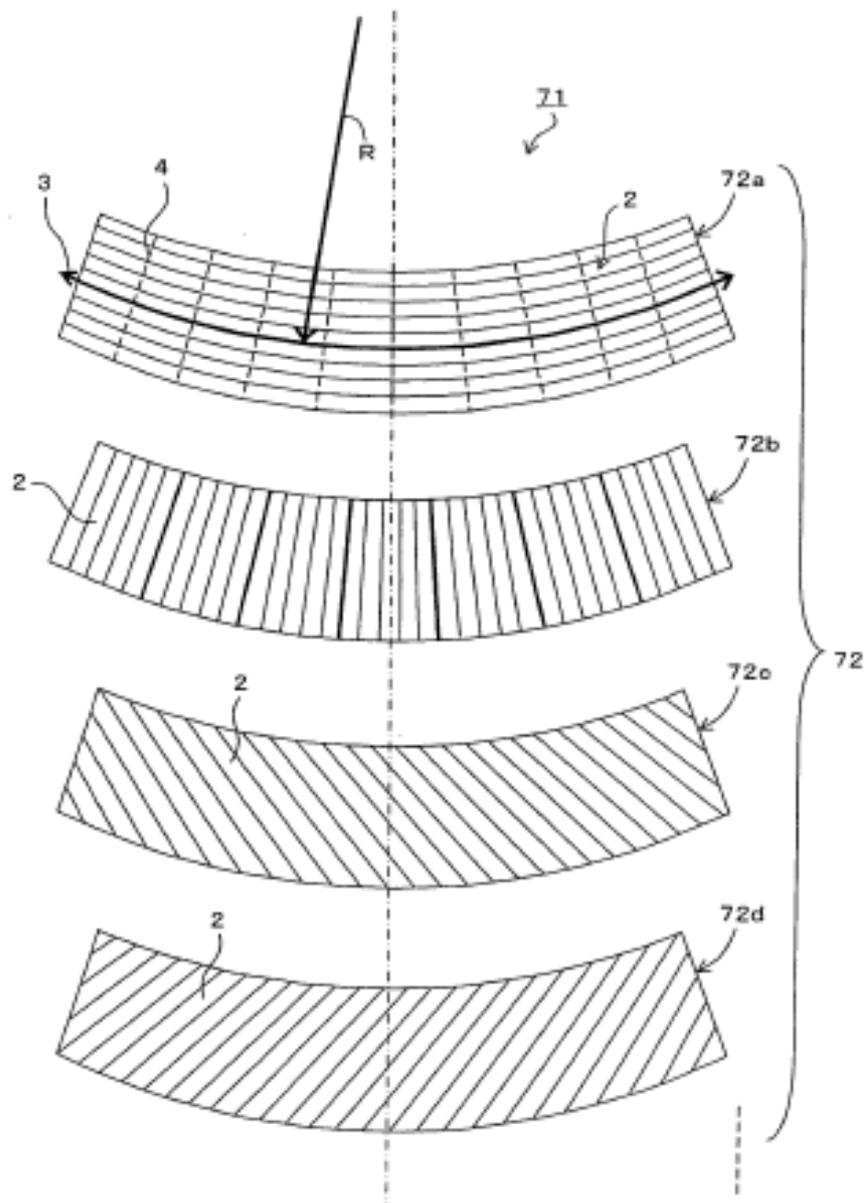
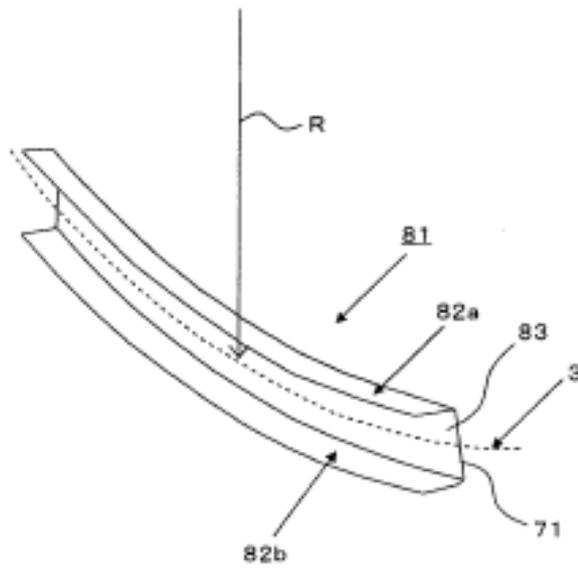


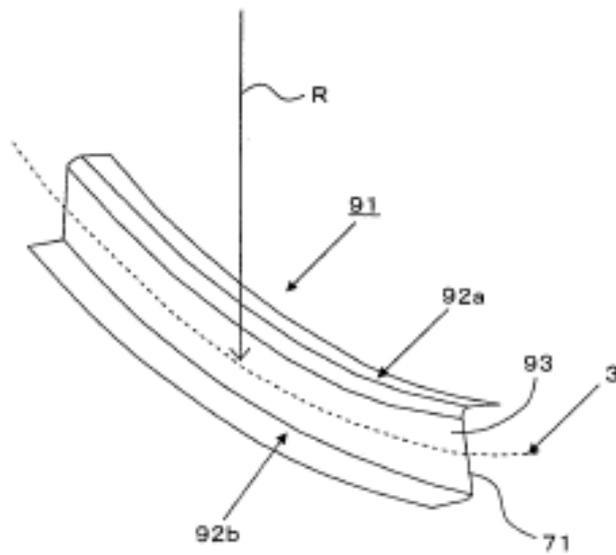
FIG. 11



**FIG. 12**



**FIG. 13**



**FIG. 14**

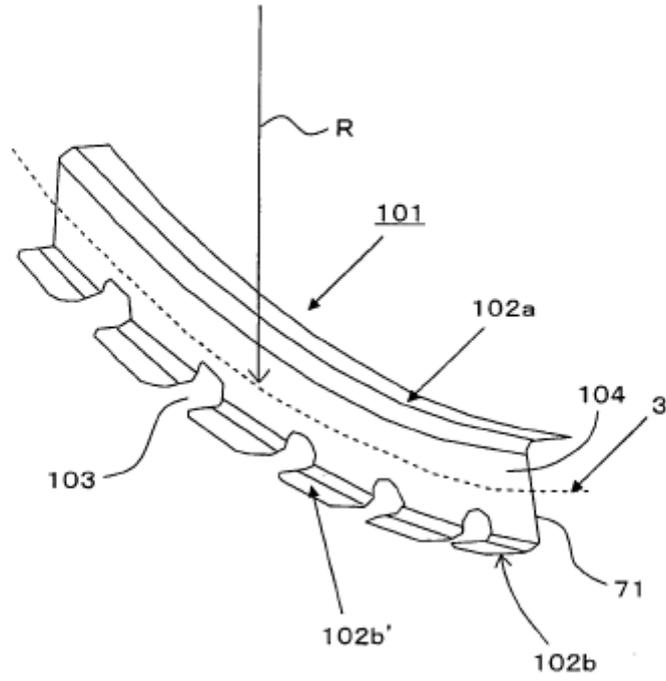


FIG. 15

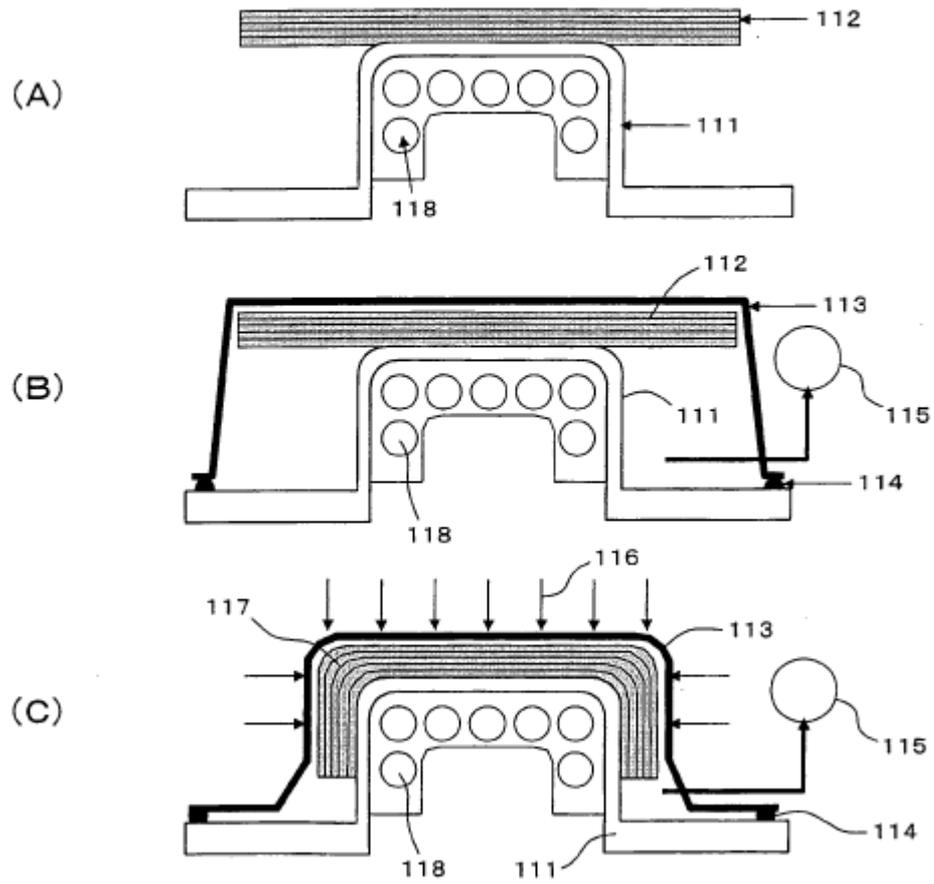
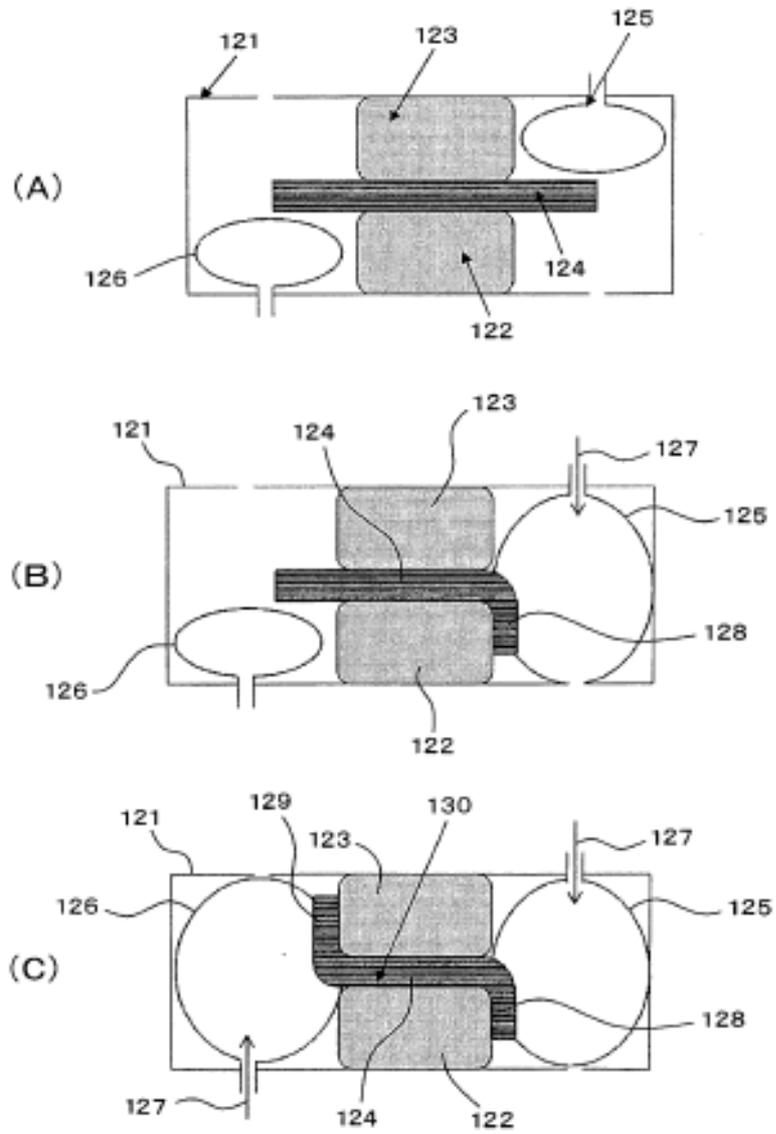
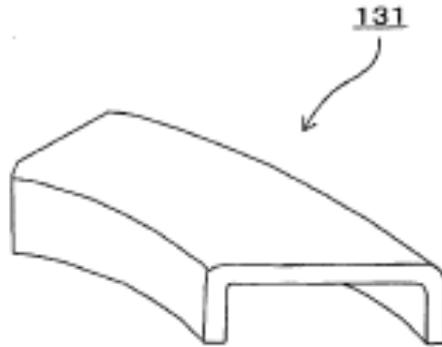


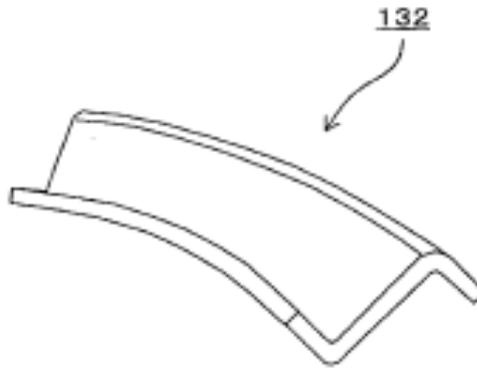
FIG. 16



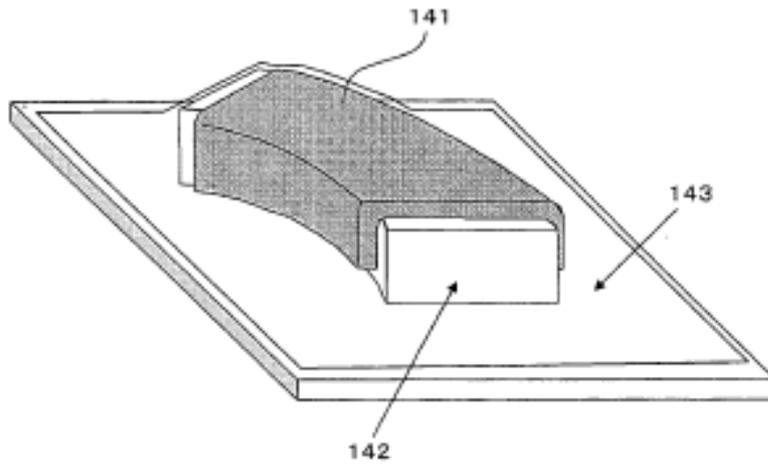
**FIG. 17**



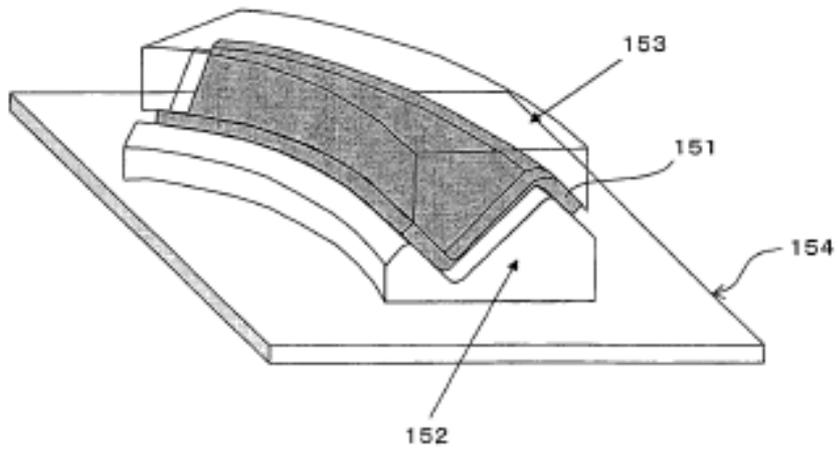
**FIG. 18**



**FIG. 19**

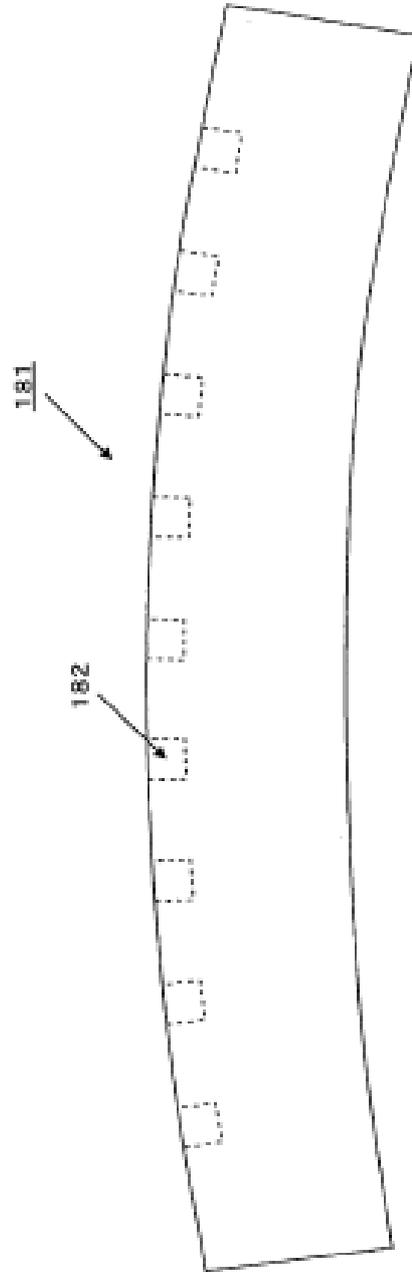


**FIG. 20**

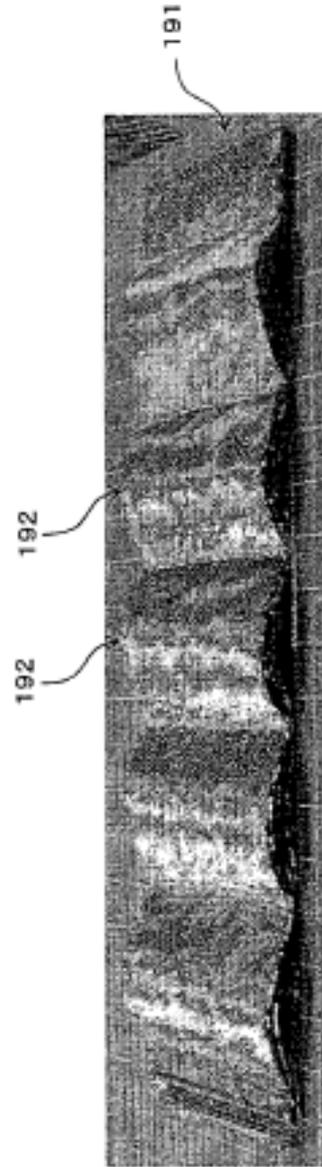




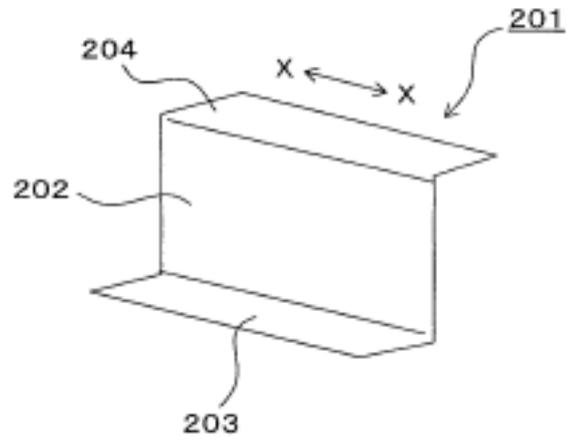
**FIG. 22**



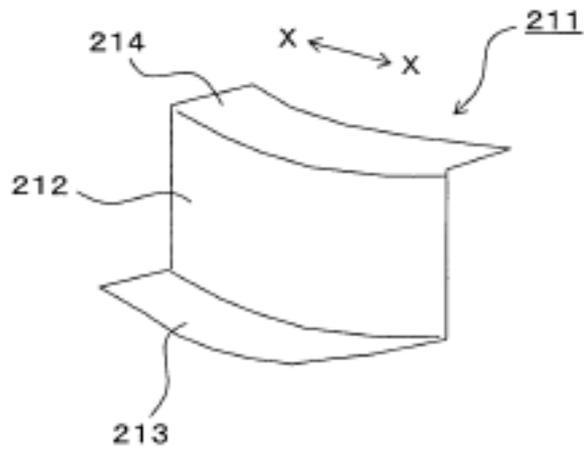
**FIG. 23**



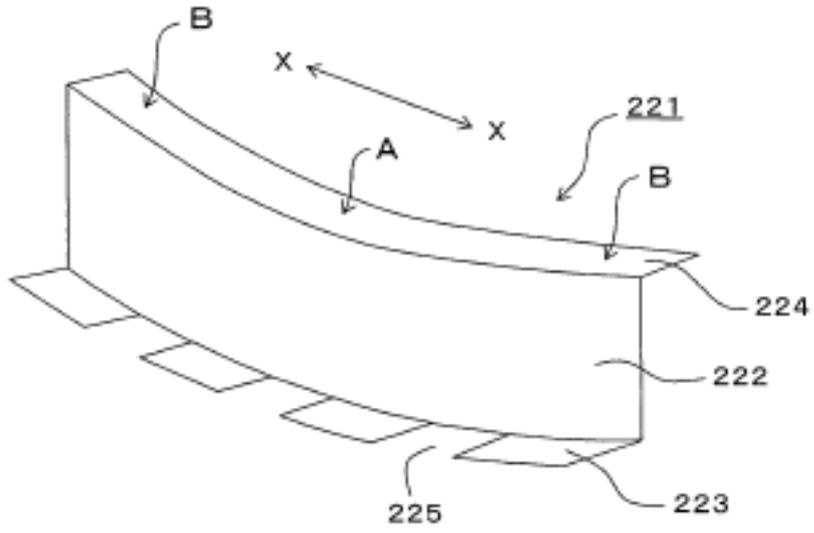
**FIG. 24**



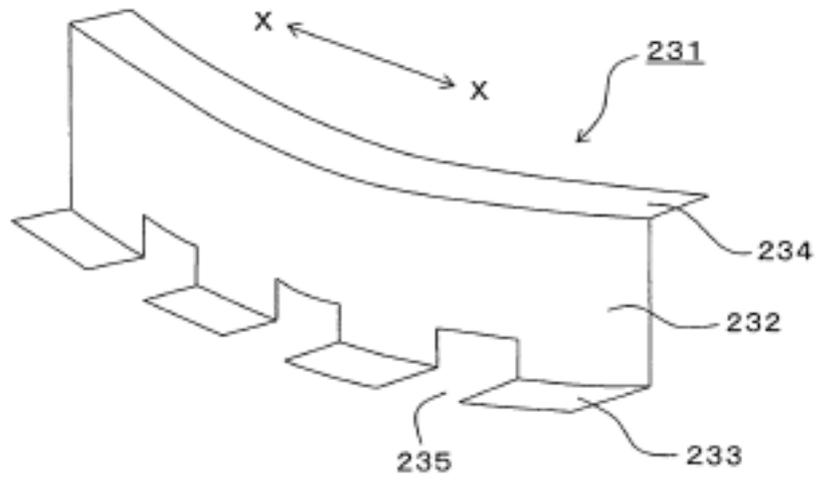
**FIG. 25**



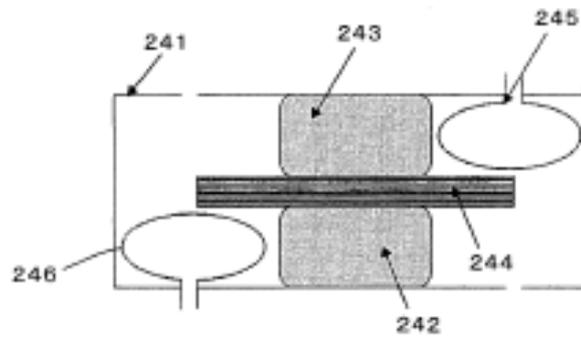
**FIG. 26**



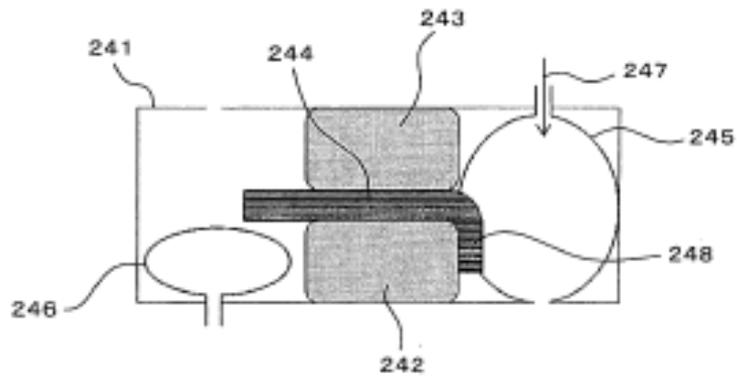
**FIG. 27**



**FIG. 28**



**FIG. 29**



**FIG. 30**

