

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 444 597**

51 Int. Cl.:

D04H 3/04 (2012.01)
B32B 5/00 (2006.01)
C08J 5/06 (2006.01)
D04H 3/115 (2012.01)
B29B 11/16 (2006.01)
B29C 70/34 (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01)
B29C 70/46 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2010 E 10735905 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2392714**

54 Título: **Proceso y aparato para la producción de una base de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular, y estructura de múltiples capas, preforma y material compuesto de resina reforzado con fibra, comprendiendo cada uno o producidos utilizando la base**

30 Prioridad:

02.02.2009 JP 2009021324

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

25.02.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SUZUKI, TAMOTSU y
HANAWA, TATSUYA**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 444 597 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

5 Proceso y aparato para la producción de una base de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular, y estructura de múltiples capas, preforma y material compuesto de resina reforzado con fibra, comprendiendo cada uno o producidos utilizando la base

Campo técnico de la invención

10 La presente invención se refiere a un proceso y a un aparato para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular curva a lo largo de una dirección longitudinal del sustrato, una estructura a capas conformada utilizando el sustrato de tira de fibra de refuerzo, una preforma conformada utilizando la estructura a capas, y un material compuesto de resina reforzado con fibras moldeado utilizando la preforma.

15 Antecedentes de la técnica de la invención

20 Un material compuesto de resina reforzado con fibra se conoce ampliamente como un material ligero en peso y de alta resistencia y rigidez. En el caso en que se moldea un material compuesto de resina reforzado con fibras relativamente largo, con el fin de garantizar una alta resistencia y rigidez en las direcciones diana, se emplea con frecuencia una configuración de una estructura a capas donde se apilan una pluralidad de sustratos de tira de fibra de refuerzo, en la que las direcciones de orientación de las fibras de refuerzo se establecen en direcciones predeterminadas respectivas. Aunque existe el caso donde se emplea una estructura a capas que tiene una configuración de un material preimpregnado impregnado con una resina no curada en fibras de refuerzo, en consideración de la facilidad para la producción de una forma diana, se emplea por lo general un proceso donde se hace una estructura a capas de fibra de refuerzo secas, en la que una resina no ha sido impregnado, la estructura a capas de fibra de refuerzo se conforma en una preforma que tiene una forma predeterminada, una resina de matriz se impregna en la preforma conformada, y la resina se cura para la producción de un material compuesto de resina reforzado con fibras que tiene una forma diana.

30 Recientemente, por ejemplo, para un miembro estructural de un cuerpo de un avión, etc., se ha requerido un material compuesto de resina reforzado con fibras relativamente largo ligero en peso y de alta resistencia y rigidez. Es concreto, se ha requerido para hacer un material de refuerzo o miembro estructural largo para un avión a partir de un material compuesto de resina reforzado con fibras con el objetivo de alcanzar un peso más ligero. Un miembro para un avión de este tipo tiene con frecuencia una forma de sección transversal, por ejemplo, tal como en forma de L, T, I, C, o Z, y es un caso raro que el miembro sea recto en la dirección longitudinal, y en la mayoría casos, el miembro tiene una parte en arco circular curva a lo largo de la dirección longitudinal al menos en una parte en la dirección longitudinal. Como una tecnología para la fabricación de un largo miembro de material compuesto de resina reforzado con fibras que tiene una parte en arco circular de este tipo, por ejemplo, el documento de Patente 1 desvela un proceso donde un precursor de preforma plana conformado a partir de fibras de refuerzo y que tiene una forma de arco circular se prepara, y este se flexiona en la dirección de sección transversal a lo largo de la línea curva de la forma de arco circular. En este proceso divulgado, se describe que la tensión causada en el material se reduce en comparación con el caso de un material preparado al flexionar un conjunto de materiales de fibra de refuerzo similares a tiras rectas en la dirección transversal y al doblarlo en la dirección longitudinal para formar una forma de arco circular, y se puede conseguir un material compuesto de alta calidad con menos defectos tales como arrugas y ondas. En este documento de patente, sin embargo, no se muestra cómo se hace que el sustrato de tira de fibra de refuerzo curvo se convierta en una forma de arco circular predeterminada, y, además, cómo se hace que la estructura a capas de fibra de refuerzo se apile con los sustratos.

50 Por otra parte, como una estructura a capas de fibra de refuerzo en arco circular, se requiere una donde una pluralidad de capas, cada una dispuesta con hilos de fibra de refuerzo en una forma plana en un ángulo predeterminado con relación a una línea axial que se extiende en una dirección circunferencial del arco circular, se apilan de manera que los ángulos de las respectivas capas se cambian entre sí. Como un proceso para la fabricación de los sustratos de fibra de refuerzo curvos respectivos en una estructura a capas de fibra de refuerzo, aunque se conoce un proceso para disponer cintas de fibra de refuerzo, cada una teniendo una pequeña anchura en una condición adyacente entre sí mientras que las mismas se mantienen a un ángulo predeterminado, con el fin de disponer las cintas de fibra de refuerzo de pequeña anchura, mientras que las mismas se mantienen a un ángulo predeterminado con relación a la línea axial curva en una forma de arco circular, es necesario disponer las respectivas cintas de fibra de refuerzo de pequeña anchura mientras cambian gradualmente las direcciones de disposición de los hilos de fibra de refuerzo de las cintas de fibra de refuerzo de pequeña anchura, y debido a que se requiere un control de posicionamiento de alta precisión, el coste para el aparato se eleva y, además, la productividad es baja.

65 Por otro lado, como un proceso para la fabricación de un sustrato de fibra de refuerzo curvo en el que las direcciones de disposición de los hilos de fibra de refuerzo se establecen en las direcciones predeterminadas, se conoce un procedimiento divulgado en el documento de patente 2. En este proceso, los hilos de fibra de refuerzo se fijan por medio de patillas, y las direcciones de disposición de los hilos de fibra de refuerzo se curvan por el cambio

de las posiciones mutuas de las patillas. En este proceso, sin embargo, debido a las líneas tangentes que conectan las superficies de las patillas se convierten en las direcciones de los hilos de fibra de refuerzo, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en una forma de zigzag, los hilos de fibra de refuerzo adyacentes se vuelven estrictamente paralelos entre sí, y, además, las fibras se extienden en una forma longitudinal con respecto a un pasador en una posición cerca de una porción de extremo de inflexión. A fin de reducir esto, se requiere un manojo de fibras finas y un pequeño paso entre las patillas, pero si es así, la productividad se reduce drásticamente. Además, este proceso básicamente es una tecnología para flexionar una estructura a capas de fibra de refuerzo en suma global que se conforma por el apilamiento de una pluralidad de capas de fibra de refuerzo, diferentes entre sí en direcciones de fibras de refuerzo de las respectivas capas, en una forma de múltiples capas. En la tecnología para flexionar en suma global, dado que la estructura a capas se deforma de manera uniforme en su conjunto, aunque esencialmente la deformación adecuada respectiva forma las capas respectivas, cuyas direcciones de fibras de refuerzo son diferentes entre sí, son necesarias, las arrugas o hundimientos de fibras se producen parcialmente.

Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

El documento de patente 1: WO 2004/016844
 El documento de patente 2: JP-A-2004-218133

El documento EP 1 932 652 A1 se refiere a un procedimiento y a un aparato para la fabricación de un elemento estructural alargado curvo de material compuesto, comprendiendo el elemento estructural alargado curvo una primera porción alargada y una segunda porción alargada en una relación en ángulo. El procedimiento comprende las etapas de: proporcionar una pieza en bruto sustancialmente plana de material compuesto que comprende un primer y un segundo borde alargado; plegar la pieza en bruto sobre una superficie de conformación de la primera porción y una superficie de conformación de la segunda porción de un cuerpo herramental flexible de una herramienta de conformación para formar la primera porción alargada y la segunda porción alargada; y flexionar el cuerpo herramental de la herramienta de conformación de tal manera que su centro de momento de curvatura (Mc) prevalezca esencialmente adyacente a la superficie de conformación de la primera porción.

El documento WO 2007/018935 A1 enseña, un dispositivo para fabricar un artículo de material compuesto, colocando el dispositivo una capa de material compuesto en una forma curva a aproximadamente 0° con respecto a un eje longitudinal de la forma. La forma incluye una superficie de banda y una superficie de tapa. El dispositivo incluye un rodillo de compactación de banda y un conjunto de guías. El rodillo de compactación de banda compacta un material compuesto sobre la superficie de la banda y genera una capa de banda. El conjunto de rodillos de guía se empuja contra la superficie de tapa. El rodillo de compactación se dirige a lo largo de la forma por los rodillos de guía.

Sumario de la invención

Problemas a resolverse por la invención

Prestando atención al límite en las tecnologías convencionales descritas anteriormente, un objeto de la presente invención es proporcionar un proceso y un aparato de producción que pueda obtener fácilmente y de forma segura un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tenga una parte en arco circular en que hilos de fibra de refuerzo se dispongan sustancialmente sobre toda la superficie de un sustrato curvo en una forma deseada.

Además, otro objeto de la presente invención es proporcionar también una estructura a capas de fibra de refuerzo conformada utilizando el sustrato de tira de fibra de refuerzo producido por un proceso de este tipo, una preforma conformada utilizando la estructura a capas, y un material compuesto de resina reforzado con fibras moldeado utilizando la preforma.

Medios para resolver los problemas

Para lograr los objetos anteriores, la presente invención proporciona un proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular caracterizado por que una superficie de un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional en forma de tira conformado mediante la disposición de una pluralidad de hilos de fibra de refuerzo en una dirección paralelos entre sí, se pone en contacto con un miembro flexible, el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional que es contactado se deforma en una forma de arco circular mediante la deformación de al menos una parte del miembro flexible en un forma de arco circular en una dirección que se extiende a lo largo de su superficie de contacto con el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, y a partir de entonces, el miembro flexible se separa del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional que ha sido deformado.

En un proceso de este tipo de acuerdo con la presente invención, se utiliza particularmente un miembro flexible capaz de curvarse, y un sustrato de fibra de refuerzo en forma de tira, unidireccional que se pone en contacto con el miembro flexible se deforma en una forma de arco circular junto con la deformación para curvar el miembro

flexible. Dado que el miembro flexible que comprende un material flexible se puede deformar para curvarse de manera uniforme sobre la totalidad de la superficie de una porción que tiene que deformarse para curvarse, el substrato de fibra de refuerzo unidireccional se pone en contacto con la superficie, dado que una superficie de contacto se puede deformar también para curvarse uniformemente en una forma de arco circular sobre la totalidad de la superficie de contacto, los respectivos hilos de fibra de refuerzo se mueven por sí mismos a las posiciones deseadas, y un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular con una forma diana deseada se puede obtener.

En el proceso descrito anteriormente para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, se puede emplear un proceso donde un miembro, conformado por una pluralidad de pequeñas piezas alargadas capaces de variarse con posiciones mutuas que se disponen adyacentes entre sí, se utiliza como el miembro flexible descrito anteriormente, y en una condición donde una dirección longitudinal de las pequeñas piezas y una dirección de extensión de los hilos de fibra de refuerzo coinciden entre sí, la superficie descrita anteriormente del substrato de fibra de refuerzo unidireccional se pone en contacto con el miembro flexible. En una configuración de este tipo, debido a que las pequeñas piezas respectivas se pueden deformar más finamente y de manera más adecuada, así como la totalidad del miembro flexible dispuesto con esas pequeñas piezas adyacentes entre sí, las partes respectivas se pueden deformar de manera más adecuada, y el substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional que está en contacto con el miembro flexible se puede deformar también de manera más adecuada en las formas deseadas en las partes respectivas.

Además, en el proceso descrito anteriormente para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, es posible emplear un proceso donde el substrato de fibra de refuerzo unidireccional se calienta a una condición donde el substrato se deforma en la forma de arco circular, y a partir de entonces, por el enfriamiento del substrato, se fija la forma de arco circular del substrato. Por lo tanto, mediante la fijación de la parte en arco circular del substrato de tira de fibra de refuerzo a una forma predeterminada, incluso cuando los substratos de tira de fibra de refuerzo se apilan para formar una estructura a capas, puede llegar a ser posible manipularlos fácilmente manteniendo al mismo tiempo las formas predeterminadas de los mismos.

Además, el proceso para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención se puede aplicar a un substrato en el que hebras de fibra de refuerzo se disponen en varias direcciones. En el caso donde una pluralidad de substratos de tira de fibra de refuerzo se apilan para formar una estructura a capas, debido a que por lo general los substratos cuyas hebras de fibra de refuerzo se disponen en varias direcciones se apilan como capas de fibra de refuerzo, si los substratos de fibra de refuerzo respectivos se curvan en las formas deseadas y las hebras de fibra de refuerzo de los mismos se disponen en las direcciones deseadas, la forma y el patrón de disposición de fibras de refuerzo deseadas se puede pueden realizar como el conjunto de la estructura a capas de fibra de refuerzo. Por ejemplo, en el caso donde se utiliza un substrato de fibra de refuerzo unidireccional dispuesto con hebras de fibra de refuerzo en un ángulo de 30 grados o más y 90 grados o menos con respecto a una dirección longitudinal del substrato, cuando el miembro flexible descrito anteriormente se deforma en la forma de arco circular, un intervalo entre las hebras de fibra de refuerzo se puede cambiar contractando un lado de radio interno de la forma de arco circular en una dirección circunferencial y/o expandiendo un lado de radio externo de la forma de arco circular en una dirección circunferencial. En un proceso de este tipo, se hace posible realizar una formación en la que las hebras de fibra de refuerzo se distribuyen de manera adecuada sobre toda la superficie del substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene que conformarse en una forma curva.

En este proceso, por ejemplo, se prefiere emplear una manera donde, utilizando un substrato de fibra de refuerzo unidireccional conformado mediante la conexión de las hebras de fibra de refuerzo entre sí con hilos auxiliares que se extienden en una dirección a través de las hebras de fibra de refuerzo en la que un espacio entre las hebras de fibra de refuerzo satisface la siguiente ecuación, cuando el miembro flexible se deforma en la forma de arco circular, el intervalo entre las hebras de fibra de refuerzo se contrae al contraer un lado de radio interno de la forma de arco circular en una dirección circunferencial.

$$d/W1 \geq W2/r1$$

W1: Anchura de la hebra de fibra de refuerzo
 d: Separación entre las hebras de fibra de refuerzo
 r1: Radio interno de la forma de arco circular
 W2: Anchura del substrato de fibra de refuerzo unidireccional

Además, en el caso donde se utiliza un substrato de fibra de refuerzo unidireccional dispuesto con hebras de fibra de refuerzo en una dirección longitudinal del substrato paralelas entre sí, cuando el miembro flexible se deforma en la forma de arco circular, el miembro flexible se puede deformar de manera que las hebras de fibra de refuerzo se mueven mutuamente en sus direcciones longitudinales en una condición de desplazamiento paralelo (es decir, de manera que las hebras de fibra de refuerzo se desplazan mutuamente unas de otras en la dirección longitudinal). De tal manera, se hace posible curvar las respectivas hebras de fibra de refuerzo, que se extienden en la dirección longitudinal, en las formas de arco circular deseadas, y evitar que se deje deformación local indeseada o estrés local

entre las hebras de fibra de refuerzo.

Además, en el proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, se puede emplear un proceso donde, cuando el miembro flexible se deforma en la forma de arco circular, una placa de soporte que tiene una superficie plana se dispone a un lado del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, opuesto a un lado dotado del miembro flexible, y el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional se pinza por el miembro flexible y la placa de soporte. En este caso, debido a que la placa de soporte no se deforma para curvarse, cuando el miembro flexible se deforma en la forma de arco circular, se produce un deslizamiento relativo entre la placa de soporte y el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional que se deforma en la forma de arco circular junto con la deformación del miembro flexible. Por lo tanto, la resistencia al deslizamiento se hace, preferentemente, pequeña, por lo que la forma curva del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional no colapsa.

Como tal una placa de soporte, por ejemplo, una placa de atracción electrostática capaz de atraer un material objeto por electricidad estática se puede utilizar.

La presente invención proporciona también una estructura a capas de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular donde una pluralidad de tipos de sustratos de tira de fibra de refuerzo, que tienen cada uno una parte en arco circular, cuyas direcciones de hebras de fibra de refuerzo son diferentes entre sí, y que se obtienen mediante el proceso descrito anteriormente, se disponen en capas. Dado que los sustratos de tira de fibra de refuerzo respectivos apilados se conforman como formas curvas deseadas, respectivamente, también como el conjunto de la estructura a capas, se puede realizar una estructura a capas de fibra de refuerzo que tiene una formación deseada donde las fibras de refuerzo de las capas de fibra de refuerzo respectivas se disponen adecuadamente en las direcciones deseadas.

Además, la presente invención proporciona también una preforma conformada introduciendo una estructura a capas de fibra de refuerzo conformada de esta manera a lo largo de un molde en forma de estereó que tiene una parte en arco circular en una dirección longitudinal. Dado que la estructura a capas de fibra de refuerzo se conforma en una formación deseada, la preforma conformada al introducirla lo largo de un molde con una forma predeterminada se puede conformar también fácilmente en una formación deseada.

Por otra parte, la presente invención proporciona también un material compuesto de resina reforzado con fibras producido por impregnación de una resina de matriz en una preforma conformada de este modo y mediante el curado de la resina de matriz después de haber sido impregnada. Dado que la preforma se conforma en una formación deseada, el material compuesto de resina reforzado con fibra se produce por impregnación de una resina en su interior y el curado de la resina se puede realizar también fácilmente en una formación diana deseada.

Un aparato para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la presente invención se caracteriza por que el aparato es para deformar al menos una parte de un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, en forma de tira, conformado disponiendo una pluralidad de hebras de fibra de refuerzo en una dirección paralelas entre sí, en una forma de arco circular, y el aparato comprende un miembro flexible que tiene una superficie de contacto plana con el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional en el que la superficie de contacto se puede flexionar a partir de un estado recto en una dirección longitudinal en una forma de arco circular en una dirección a lo largo de la superficie de contacto, un medio de estiramiento para estirar el miembro flexible en la dirección longitudinal, y un medio que consigue la forma de arco circular para la fabricación del miembro flexible en un estado de la forma de arco circular.

En un aparato de este tipo para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional dispuesto sobre el miembro flexible se deforma en una forma de arco circular, junto con la deformación del miembro flexible. El miembro flexible se realiza en un estado recto en la dirección longitudinal por los medios de estiramiento, se realiza en un estado de una forma de arco circular diana mediante el medio que consigue la forma de arco circular cuando el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional descrito anteriormente se curva y deforma, y después de la deformación curva del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, se hace de nuevo en un estado recto en la dirección longitudinal mediante los medios de estiramiento en preparación para la siguiente deformación curva. Por lo tanto, mediante este aparato, es posible producir una pluralidad de sustratos de tira de fibra de refuerzo curvos en orden. En el caso donde se conforma una forma de arco circular diferente, la forma de los medios que consiguen la forma de arco circular se puede cambiar. Mediante el aparato que tiene una estructura de este tipo, se producen los sustratos de tira de fibra de refuerzo curvos deseados uno tras otro de manera eficaz en un corto período de tiempo.

En el aparato anteriormente descrito para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, el miembro flexible descrito anteriormente puede comprender, por ejemplo, una pluralidad de pequeñas piezas alargadas capaces de variarse con posiciones mutuas que se disponen adyacentes entre sí. En una estructura de este tipo, como se ha mencionado anteriormente, debido a que las pequeñas piezas respectivas se pueden deformar más finamente y de manera más adecuada, la totalidad del miembro flexible dispuesto con esas pequeñas piezas adyacentes entre sí se puede deformar también deseablemente de manera más adecuada, y utilizando el miembro flexible, se puede producir un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco

circular deseada.

Además, en el aparato descrito anteriormente para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, se puede emplear una estructura donde la superficie de contacto antes descrita del miembro flexible se conforma disponiendo una pluralidad de pequeñas piezas alargadas que se extienden en una dirección a través de una dirección longitudinal de la superficie de contacto paralelas entre sí a lo largo de la dirección longitudinal de la superficie de contacto, las direcciones longitudinales de las pequeñas piezas respectivas se establecen en la superficie de contacto, y las pequeñas piezas respectivas se proporcionan con el fin de ser capaz de girarse respecto a la otra o de manera que sean capaz de girarse con respecto a la otra y moverse una en relación con la otra en las direcciones longitudinales de las pequeñas piezas. Una estructura de este tipo es adecuada para un sustrato en el que las direcciones de disposición de las hebras de fibra de refuerzo se establecen en ángulos de 30 grados o más y de 90 grados o menos respecto a la dirección longitudinal del sustrato, y en esta estructura, cuando el miembro flexible se hace en un estado de arco circular por los medios que consiguen la forma de arco circular, dado que las pequeñas piezas respectivas que han sido dispuestas en ángulos predeterminados en relación con la dirección longitudinal pueden girar adecuadamente o se pueden mover con relación a otras en las direcciones longitudinales de las pequeñas piezas junto con el giro, las pequeñas piezas respectivas se pueden dirigir en respectivas direcciones óptimas bajo una condición donde el miembro flexible se curva, y a lo largo de las direcciones de las pequeñas piezas respectivas, las hebras de fibra de refuerzo situadas en las partes respectivas del sustrato de tira de fibra de refuerzo dispuesto en una posición correspondiente a las pequeñas piezas se pueden dirigir también en respectivas direcciones óptimas. Como resultado, se puede realizar fácilmente una formación donde las hebras de fibra de refuerzo situadas en las partes respectivas del sustrato de tira de fibra de refuerzo conformado para curvarse se cambian gradualmente con el ángulo a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva, y por lo tanto, se puede conseguir una formación de disposición deseable de las hebras de fibra de refuerzo, que ha sido difícil de obtener con un aparato convencional.

Además, en la estructura descrita anteriormente, se pueden emplear diversas formaciones como el miembro flexible y la estructura alrededor del mismo. Por ejemplo, se puede emplear una formación donde el miembro flexible descrito anteriormente comprende un miembro deformable capaz de recuperarse en una forma estirada de una forma flexionada en una forma de arco circular, y las pequeñas piezas descritas anteriormente conectadas al mismo. En esta formación, se puede emplear una estructura donde las pequeñas piezas se conectan al miembro deformable en una condición con una relación de posición constante (en una condición donde la relación de posición relativa se fija en una relación de posición sustancialmente constante). Como alternativa, se puede emplear también una estructura donde las pequeñas piezas se conectan al miembro deformable en una condición libre de giro. Además, se puede emplear también una estructura donde se proporciona un medio de regulación de paso de pequeñas piezas para regular un paso entre pequeñas piezas adyacentes en un valor predeterminado en una posición apropiada en una dirección longitudinal de la pequeña pieza en un estado donde el miembro flexible se flexiona en una forma de arco circular. La regulación del paso de las pequeñas piezas se puede realizar en una posición arbitraria de cada pequeña pieza, y, por ejemplo, es posible regular el paso en el lado de la punta de la pequeña pieza o regular el paso en una posición intermedia en la dirección longitudinal de cada pequeña pieza.

Además, se puede emplear una estructura donde la superficie de contacto del miembro flexible se conforma disponiendo una pluralidad de pequeñas piezas alargadas que se extienden en una dirección a lo largo de una dirección longitudinal de la superficie de contacto paralelas entre sí a lo largo de una dirección a través de la dirección longitudinal de la superficie de contacto, y las pequeñas piezas respectivas se constituyen a fin de ser capaz de deformarse en una forma de arco circular en una dirección a lo largo de la superficie de contacto y se proporcionan de manera que las pequeñas piezas adyacentes entre sí pueden moverse mutuamente en sus direcciones longitudinales en una condición de desplazamiento paralelo cuando se deforman en forma de arco circular. Una estructura de este tipo es adecuada para un caso donde las direcciones de disposición de las hebras de fibra de refuerzo se establecen en las direcciones a lo largo de la dirección longitudinal del sustrato, y en esta estructura, cuando el miembro flexible se hace en un estado de arco circular por los medios que consiguen la forma de arco circular, dado que las pequeñas piezas adyacentes entre sí se mueven una respecto a la otra en sus direcciones longitudinales en una condición de desplazamiento paralelo, las pequeñas piezas respectivas se pueden curvar en respectivas formas óptimas, y a lo largo de las formas curvas de las pequeñas piezas respectivas, las hebras de fibra de refuerzo situadas en las partes respectivas del sustrato de tira de fibra de refuerzo dispuesto en una posición correspondiente a las pequeñas piezas se pueden curvar también en respectivas formas óptimas. Como resultado, se puede realizar fácilmente una formación donde las hebras de fibra de refuerzo del sustrato de tira de fibra de refuerzo conformado para curvarse se curvan en formas deseables a lo largo de la dirección circunferencial de la forma curva, respectivamente, y por lo tanto, se puede obtener una formación de disposición deseable de las hebras de fibra de refuerzo del sustrato curvo, que ha sido difícil de obtener con un aparato convencional.

Además, en el aparato para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención se puede emplear una estructura donde se proporciona una placa de soporte que se dispone en un lado del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, opuesto a un lado dotado del miembro flexible, y que tiene una superficie de contacto plana capaz de entrar en contacto con el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional siempre durante un tiempo cuando la superficie de contacto plana del miembro flexible se deforma del estado recto en la

dirección longitudinal a un estado de la forma de arco circular conformado al flexionarse. El substrato de fibra de refuerzo unidireccional que se conforma para curvarse se pinza entre la superficie de contacto plana del miembro flexible y la superficie de contacto plana de la placa de soporte, y cuando se curva el substrato, se realiza un deslizamiento relativo entre el substrato y la superficie de contacto plana de la placa de soporte que está en contacto con el mismo. El substrato se curva en una forma de arco circular diámetro en una vista en planta mientras se mantiene en una forma de placa plana, y un substrato curvo deseado se puede producir fácilmente. Como tal, se puede utilizar una placa de soporte, por ejemplo, una placa de atracción electrostática capaz de atraer un material objeto con electricidad estática.

5
10
15 Además, se puede emplear una estructura donde la placa de soporte anteriormente descrita se proporciona de forma móvil en las direcciones para acercarse a y alejarse de la superficie de contacto del miembro flexible en una dirección perpendicular a la superficie de contacto, y de forma móvil en una dirección paralela a la superficie de contacto, y con la que, en el proceso para realizar el substrato curvo y en el proceso para realizar la estructura a capas de fibra de refuerzo apilada con los substratos curvos, la placa de soporte se puede mover según sea necesario.

Efecto de acuerdo con la invención

20 En el proceso y en el aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la presente invención, mediante el uso de un miembro flexible capaz de curvarse en una forma deseada y curvando un substrato de fibra de refuerzo unidireccional junto con el miembro flexible, se puede producir eficazmente un substrato de tira de fibra de refuerzo curva que tiene una forma deseable.

25 Además, en la estructura a capas de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención, al apilarse con los substratos de tira de fibra de refuerzo curvos descritos anteriormente que tienen cada uno una forma deseable en un número predeterminado, se puede configurar una forma deseada como conjunto de la estructura a capas.

30 Además, en la preforma de acuerdo con la presente invención, puesto que la estructura a capas de fibra de refuerzo descrita anteriormente conformada en una configuración deseada se conforma a lo largo de un molde que tiene una forma predeterminada para hacer la preforma, incluso en la formación de la preforma, se puede mantener una formación de disposición deseada de las hebras de fibra de refuerzo en la forma curva.

35 Por otra parte, en el material compuesto de resina reforzado con fibras de acuerdo con la presente invención, dado que una resina se impregna en la preforma descrita anteriormente conformada en una forma deseada y la resina se cura, el material compuesto de resina reforzado con fibra, que es un material moldeado final, se convierte también en un material compuesto capaz alcanzar las propiedades deseables en las que las hebras de fibra de refuerzo se disponen en una formación deseada.

Breve explicación de los dibujos

40 [Fig. 1] La Figura 1 es una vista en sección vertical esquemática de un aparato para realizar un proceso para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con una realización de la presente invención.

[Fig. 2] La Figura 2 es una vista en perspectiva del aparato representado en la Figura 1.

45 [Fig. 3]. La Figura 3 representa vistas esquemáticas en planta que muestran estados de funcionamiento del aparato representado en la Figura 1, (A) muestra un estado donde un miembro flexible se estira, y (B) muestra un estado donde el miembro flexible se curva.

50 [Fig. 4] La Figura 4 muestra vistas esquemáticas en planta que muestran un ejemplo de configuración de un miembro flexible en el aparato representado en la Figura 1, (A) muestra un estado donde el miembro flexible se estira, y (B) muestra un estado donde el miembro flexible se curva.

[Fig. 5] La Figura 5 es una vista en planta parcial que muestra un ejemplo de un substrato de fibra de refuerzo unidireccional.

55 [Fig. 6] La Figura 6 representa vistas parciales en planta que muestran otros ejemplos (A), (B) y (C) de los substratos de fibra de refuerzo unidireccional (cada ejemplo en el que se disponen hebras de fibra de refuerzo a 90 grados con respecto a una dirección longitudinal del substrato).

[Fig. 7] La Figura 7 muestra vistas esquemáticas en planta de los miembros flexibles en el caso de utilizar los substratos representados en la Figura 6, cada uno de (A),(C) y (E) muestra un estado donde un miembro flexible se estira, y cada uno de (B), (D) y (F) muestra un estado donde un miembro flexible se curva.

60 [Fig. 8] La Figura 8 representa vistas parciales en planta que muestran los ejemplos adicionales (A), (B) y (C) de los substratos de fibra de refuerzo unidireccional (cada ejemplo en el que se disponen hebras de fibra de refuerzo a 45 grados con respecto a una dirección longitudinal del substrato).

[Fig. 9] La Figura 9 muestra vistas esquemáticas en planta de los miembros flexibles en el caso de utilizar los substratos representados en la Figura 8, cada uno de (A),(C) y (E) muestra un estado donde un miembro flexible se estira, y cada uno de (B), (D) y (F) muestra un estado donde un miembro flexible se curva.

65 [Fig. 10] La Figura 10 representa vistas en planta parciales de elementos flexibles que muestran los ejemplos (A) y (B) donde cada una de las pequeñas piezas respectivas se conecta a un miembro deformable en una condición

libre de giro.

[Fig. 11] La Figura 11 representa vistas en plan parciales de un estado estirado (A) y un estado curvo (B) de un miembro flexible que tiene un medio de regulación del paso de las pequeñas piezas.

[Fig. 12] La Figura 12 es una vista en perspectiva de una preforma de acuerdo con una realización de la presente invención.

[Fig. 13] La Figura 13 es una vista en perspectiva de una preforma de acuerdo con otra realización de la presente invención.

[Fig. 14] La Figura 14 es una vista en perspectiva de una preforma de acuerdo con una realización adicional de la presente invención.

[Fig. 15] La Figura 15 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de moldeo que muestra un ejemplo de la producción de un material compuesto de resina reforzado con fibras de acuerdo con una realización de la presente invención.

[Fig. 16] La Figura 16 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de moldeo que muestra otro ejemplo de la producción de un material compuesto de resina reforzado con fibras de acuerdo con otra realización de la presente invención.

[Fig. 17] La Figura 17 representa vistas esquemáticas en planta de láminas de fibra de refuerzo que muestran ejemplos en cada uno de los que se proporciona una línea de corte sobre una lámina de fibra de refuerzo.

Realizaciones para realizar la invención

A continuación, se explicarán las realizaciones deseables de la presente invención haciendo referencia a las figuras.

Las Figuras 1 a 5 muestran un aparato para realizar un proceso para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con una realización de la presente invención, junto con el proceso para la producción. El aparato mostrado en las Figuras 1 a 4 se ejemplifica como un aparato para curvar y deformar al menos una parte de un substrato de fibra de refuerzo unidireccional, en forma de tira 2 conformado mediante la disposición de hebras de fibra de refuerzo 1 en una dirección de la dirección longitudinal del substrato X-X paralelas entre sí, como se muestra en la Figura 5, en una forma de arco circular en una dirección que se extiende a lo largo de la dirección longitudinal del substrato X-X (la dirección de la forma curva: Y-Y). El substrato 2 que se muestra en la Figura 5 se conforma como un substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 en el que las hebras de fibra de refuerzo 1 se conectan entre sí por hilos auxiliares 3 se extienden en una dirección a través de las hebras de fibra de refuerzo 1.

En la Figura 1 y en la Figura 2, un aparato 11 para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular es un aparato para deformar al menos una parte de un substrato de fibra de refuerzo unidireccional en forma de tira 2 tal como se muestra en la Figura 5, conformado mediante la disposición de hebras de fibra de refuerzo 1 en una dirección paralelas entre sí, en una forma de arco circular, y el aparato 11 comprende un miembro flexible 12 que tiene una superficie de contacto plana 12a con el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 en el que la superficie de contacto 12a se puede flexionar a partir de un estado recto en la dirección longitudinal del substrato X-X en una forma de arco circular en una dirección del plano a lo largo de la superficie de contacto 12a, medios de estiramiento 13a, 13b para estirar este miembro flexible 12 en la dirección longitudinal X-X, y la medios que consiguen la forma de arco circular 14a, 14b para realizar el miembro flexible 12 en un estado curvo de la forma de arco circular. En esta realización, estos medios de estiramiento 13a, 13b y los medios que consiguen la forma de arco circular 14a, 14b se conforman cada uno a partir de un par de miembros de placa que están orientados entre sí, y el par de miembros de placa se proporcionan con el fin de ser capaz de acercarse a y separarse el uno del otro. Además, en esta realización, en el aparato 11, se proporciona una placa de soporte 15 que se dispone a un lado de la substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 dispuesto sobre el miembro flexible 12, opuesto a un lado del substrato 2 dotado del miembro flexible 12, y que tiene una superficie de contacto plana 15a capaz de entrar en contacto con el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 siempre durante un tiempo cuando se deforma la superficie de contacto plana 12a del miembro flexible 12 del estado recto en la dirección longitudinal a un estado de la forma de arco circular conformado al flexionarse. Esta placa de soporte 15 se proporciona de forma móvil en una dirección vertical.

El funcionamiento de este aparato para la producción se explicará con referencia a las Figuras 2 y 3.

Como se muestra en la Figura 2 y en la Figura 3(A), mediante el pinzado del miembro flexible 12 desde ambos lados de la superficie mediante los medios de estiramiento 13a, 13b, el miembro flexible 12 se lleva a un estado recto en la dirección longitudinal X-X a lo largo de las porciones de borde laterales rectas de los medios de estiramiento 13a, 13b. En este estado, el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 se coloca en el miembro flexible 12, la placa de soporte 15 se baja, y el substrato de fibra de refuerzo 2 se pinza entre el miembro flexible 12 y la placa de soporte 15 de tal manera que el substrato puede deslizar en relación con la superficie de contacto 15a de la placa de soporte 15. Desde este estado, el par de medios de estiramiento 13a, 13b se mueve en una dirección separándose el uno del otro, y los medios que consiguen la forma de arco circular 14a, 14b se mueven en una dirección acercándose el uno al otro. Acompañando a esta operación de los medios que consiguen la forma de arco circular 14a, 14b, como se muestra en la Figura 3(B), el miembro flexible 12 se pinza entre los medios que consiguen la forma de arco circular 14a, 14b, y se deforma para curvarse en una forma de arco circular a lo largo de las formas de las superficies laterales de los medios que consiguen la forma de arco circular 14a, 14b. Junto con este miembro

flexible 12, el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 que está en contacto con la superficie de contacto 12a del mismo se deforma también para curvarse en la misma forma que la del miembro flexible 12, y se puede conseguir la deformación del substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 en una forma curva de arco circular diana. Después de la deformación en una forma curva predeterminada, la placa de soporte 15 se puede elevar hasta separarse, y el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 curvo se puede extraer. Si una placa de atracción electrostática capaz de atraer un material objeto (substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2) con electricidad estática se utiliza como la placa de soporte 15, se hace posible realizar el contacto y la separación del substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 muy fácil y correctamente. Antes o después de la extracción descrita anteriormente, como se ha mencionado anteriormente, se puede emplear una manera donde el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 se calienta a una condición que está siendo deformada para curvarse, y a partir de entonces, se enfría para fijarse con la forma curva. Concretamente, se pueden proporcionar medios de calentamiento y/o enfriamiento de tipo medio de calor o de tipo calentador eléctrico en la placa de soporte 15. Después de la operación para la formación de la forma curva del substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2, el miembro flexible 12 se puede devolver al estado recto original mediante los medios de estiramiento 13a, 13b antes mencionado, y la operación descrita anteriormente para un próximo substrato se puede repetir.

En la deformación descrita anteriormente en la forma de arco circular del miembro flexible 12, si se emplea una configuración tal como se muestra en la Figura 4, por ejemplo, se posibilita una deformación más suave. En concreto, con el fin de deformar el miembro flexible de modo que las hebras de fibra de refuerzo unidireccional 1 del substrato de fibra de refuerzo 2 se muevan una respecto a la otra en una condición de desplazamiento paralelo, como se muestra en la Figura 4(A), se emplea una configuración donde la superficie de contacto (indicada por el símbolo 12a en la Figura 1) del miembro flexible 12 se conforma disponiendo una pluralidad de pequeñas piezas alargadas 21, que se extienden en una dirección a lo largo de la dirección longitudinal de la superficie de contacto, paralelas entre sí a lo largo de una dirección transversal a la dirección longitudinal de la superficie de contacto. Después, como se muestra en la Figura 4(B), se puede emplear una configuración donde las pequeñas piezas 21 respectivas estructuradas de manera que sean capaz de deformarse en una forma de arco circular en una dirección a lo largo de la superficie de contacto descrita anteriormente, y que se proporcionan de tal manera que, cuando se deforman en la forma de arco circular, las pequeñas piezas 21 adyacentes se pueden moverse una respecto a la otra en la dirección longitudinal en una condición de desplazamiento paralelo. En una configuración de este tipo, dado que las pequeñas piezas 21 adyacentes entre sí se mueven en paralelo entre sí en la dirección longitudinal cuando se hace un estado de arco circular, las pequeñas piezas 21 respectivas no se limitan entre sí en la dirección de deformación, y el pequeñas piezas 21 respectivas se pueden curvar por sí mismas en respectivas formas óptimas. Por lo tanto, a lo largo de las formas curvas de las pequeñas piezas 21 respectivas, las hebras de fibra de refuerzo 1 en las partes respectivas del substrato de tira de fibra de refuerzo 2, que se disponen en las posiciones correspondientes a las de las pequeñas piezas, se curvan también en respectivas formas óptima, y sobre el conjunto del substrato de tira de fibra de refuerzo 2 curvo, se pueden distribuir deseablemente las hebras de fibra de refuerzo 1 curvas.

Cuando, como el material de pequeñas piezas 21 que se muestra en la Figura 4, se utiliza preferentemente un material blando tal como un caucho o un elastómero, conformado como una forma de placa. Además, aunque el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 2 se muestra en esta realización teniendo una formación en la que hilos auxiliares 3 se extienden de forma continua en una dirección a través de las hebras de fibra de refuerzo 1, en este caso, los hilos auxiliares 3 se proporcionan preferentemente con holguras entre las hebras de fibra de refuerzo a fin de no impedir el movimiento de las hebras de fibra de refuerzo 1 entre sí. Mediante una configuración de este tipo, cuando se conforma el substrato de fibra de refuerzo unidireccional en una forma curva, por el movimiento mutuo de las hebras de fibra de refuerzo, los hilos auxiliares ubicados en una posición más cerca del lado de extremo terminal del arco circular se inclinan en mayor medida con respecto a la dirección longitudinal de las hebras de fibra de refuerzo, y se hace posible que los hilos auxiliares sigan esta deformación. La cantidad de la holgura entre las hebras de fibra de refuerzo se puede decidir apropiadamente geoméricamente a partir de la anchura de la hebra de fibra de refuerzo, el radio de curvatura del arco circular y de la longitud (ángulo) de la parte en arco circular.

Aunque la explicación descrita anteriormente se ha realizado con respecto a un caso de substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional 2 en el que las hebras de fibra de refuerzo 1 se disponen paralelas entre sí en una dirección de la dirección longitudinal del substrato X-X, se puede aplicar también a un substrato donde las hebras de fibra de refuerzo se disponen en otra dirección, por ejemplo, las hebras de fibra de refuerzo se disponen a un ángulo de 30 grados o más y de 90 grados o menos con respecto a la dirección longitudinal de un substrato. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 6(A) con un caso de un substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional 32 que dispone las hebras de fibra de refuerzo 31 a un ángulo de 90 grados con respecto a la dirección longitudinal del substrato X-X, es posible curvar este substrato 32 en un radio predeterminado de curvatura a lo largo de su dirección longitudinal X-X junto con el miembro flexible. El símbolo 33 en la Figura 6(A) indica un hilo auxiliar para la conexión de las hebras de fibra de refuerzo 31 entre sí. Si bien las hebras de fibra de refuerzo 31 se conectan entre sí por dos hilos auxiliares 33 en la realización mostrada en la Figura 6(A), como se muestra en la Figura 6(B), es posible formar un substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional 32a mediante la conexión de las hebras de fibra de refuerzo 31 entre sí por un único hilo auxiliar 33 en cualquier posición en la dirección longitudinal de las hebras de fibra de refuerzo 31. En una configuración de este tipo, cuando el substrato de fibra de refuerzo unidireccional 32a se curva en una forma de arco circular utilizando un miembro flexible que se describe a continuación, la libertad de

desplazamiento de las hebras de fibra de refuerzo 31 adyacentes puede aumentar, y la operación de hacer la curva se puede realizar de forma fácil. Además, como se muestra en la Figura 6(C), mediante el uso de hebras de fibra de refuerzo 31a, cada una teniendo una línea de corte 34 que se extiende hasta una posición intermedia, cuando un substrato de fibra de refuerzo unidireccional 32b se deforma para curvarse, la libertad de desplazamiento y la deformación de las hebras de fibra de refuerzo 31a se pueden aumentar también por sí mismas.

Para el substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional descrito anteriormente dispuesto con las hebras de fibra de refuerzo a un ángulo de 90 grados, por ejemplo, se puede utilizar el siguiente miembro flexible. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 7(A), se puede emplear una estructura donde el miembro flexible 41, en particular, la superficie de contacto del mismo con el substrato, se conforma disponiendo una pluralidad de pequeñas piezas alargadas 42, extendiéndose cada una en una dirección a través de la dirección longitudinal X-X de la superficie de contacto, a lo largo de la dirección longitudinal de la superficie de contacto. Cada pequeña pieza 42 se puede configurar de manera que la dirección longitudinal de la pequeña pieza 42 tenga un ángulo apropiado, por ejemplo, en un rango de 30 grados o más y de 90 grados o menos con respecto a la dirección longitudinal X-X de la superficie de contacto y la pequeña pieza se puede girar, dependiendo del substrato de fibra de refuerzo unidireccional objetivo que se tiene que curvar, y, por ejemplo, para el substrato 32 que se muestra en la Figura 6(A) descrita anteriormente, la dirección longitudinal de la pequeña pieza 42 se puede establecer a un ángulo de 90 grados con respecto a la dirección longitudinal X-X de la superficie de contacto. En una configuración de este tipo, como se muestra en la Figura 7(B), cuando el miembro flexible se deforma en una forma de arco circular, mediante la contracción del lado de radio interno de la forma de arco circular en una dirección circunferencial, el intervalo entre las hebras de fibra de refuerzo se puede cambiar, y hace que se alcance una distribución uniforme de las hebras de fibra de refuerzo. Cuando, se prefiere que las pequeñas piezas 42 mostradas en las Figuras 7(A) y (B) comprendan, por ejemplo, placas de resina, debido a que son ligeras en peso y las mismas se pueden mover fácilmente, y que sus porciones superiores están conectadas entre sí, por ejemplo, por un muelle de placa de metal 43 que está recto en condición sin carga, debido a que tiene una operación para devolver la deformación del miembro flexible a una condición recta y las pequeñas piezas 42 se pueden recuperar fácilmente para disponerse paralelas entre sí.

Una relación de posición relativa de este tipo entre las pequeñas piezas 42 y el muelle de placa 43 que conecta las mismas se puede configurar también de manera que se muestra en las Figuras 7(C) y (D), y en un miembro flexible 41a de este tipo así construido, mediante la expansión del lado de radio externo de la forma de arco circular en la dirección circunferencial, el intervalo entre las hebras de fibra de refuerzo se puede cambiar, y se puede lograr una distribución uniforme de las hebras de fibra de refuerzo. Además, como se muestra en las Figuras 7(E) y (F), las pequeñas piezas 42 respectivas se pueden conectar también mediante un muelle de placa 43 en sus porciones intermedias en la dirección longitudinal de los pequeñas piezas 42 (en el ejemplo mostrado en la figura, las porciones centrales), y en un miembro flexible de este tipo así construido, mediante la contracción del lado de radio interno de la forma de arco circular en la dirección circunferencial y la expansión del lado de radio externo de la forma de arco circular en la dirección circunferencial, el intervalo entre las hebras de fibra de refuerzo se puede cambiar, y se puede conseguir una distribución uniforme de las hebras de fibra de refuerzo.

Además, se muestran otros ejemplos para cada uno de los casos donde las hebras de fibra de refuerzo se disponen a un ángulo en un rango de 30 grados o más y de 90 grados o menos respecto a la dirección longitudinal del substrato. Por ejemplo, en la Figura 8(A), se muestra una realización de un substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional 37a que se prepara mediante la disposición de hebras de fibra de refuerzo 35 a un ángulo de 45 grados con respecto a la dirección longitudinal X-X del substrato y que las conecta entre sí por una pluralidad de hilos auxiliares 36 que se extienden en una dirección a través las mismas. En la Figura 8(B), se muestra una realización de un substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional 37b, en comparación con la realización mostrada en la Figura 8(A), que se prepara mediante la conexión de hebras de fibra de refuerzo 35 entre sí por un único hilo auxiliar 36 que se extiende en la dirección longitudinal X-X del substrato. En la Figura 8(C), se muestra una realización de un substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional 37c, en comparación con la realización mostrada en la Figura 8(A), que se prepara mediante la disposición de hebras de fibra de refuerzo 35 y hebras de fibra de refuerzo 35a, cada una teniendo una línea de corte 38 alternativamente y que las conecta entre sí por una pluralidad de hilos auxiliares 36 que se extienden en una dirección a través de las mismas.

Para un substrato de tira de fibra de refuerzo unidireccional de este tipo preparado mediante la disposición de hebras de fibra de refuerzo en un ángulo de 45 grados con respecto a la dirección longitudinal X-X del substrato, con el fin de deformarlo para curvarlo, por ejemplo, se puede utilizar un miembro flexible como se muestra en la Figura 9. La realización mostrada en las Figuras 9(A) y (B) tiene una estructura correspondiente a la mostrada en las Figuras 7(A) y (B), la realización mostrada en las Figuras 9(C) y (D) tiene una estructura correspondiente a la mostrada en las Figuras 7(C) y (D), y la realización mostrada en las Figuras 9(E) y (F) tiene una estructura correspondiente a la mostrada en las Figuras 7(E) y (F). Es decir, se muestran los miembros flexibles 44a, 44b y 44c donde las pequeñas piezas 45 respectivas, que se disponen a un ángulo de 45 grados con respecto a la dirección longitudinal X-X del substrato antes de curvarse y que comprenden placas de resina, por ejemplo, se conectan entre sí, por ejemplo, mediante un muelle de placa de metal 46 que se extiende de forma recta en una condición sin carga.

Además, en la presente invención, en el caso descrito anteriormente que utiliza un substrato unidireccional en el que las hebras de fibra de refuerzo se conectan entre sí por un hilo auxiliar que se extiende en una dirección a través de

las mismas y las hebras de fibra de refuerzo se disponen a un ángulo de 30 grados o más y de 90 grados o menos con respecto a la dirección longitudinal del sustrato, se prefiere proporcionar espacio para el hilo auxiliar de manera que la distancia entre las hebras de fibra de refuerzo en un estado antes de curvarse satisfaga la siguiente ecuación y contraer el intervalo entre las hebras de fibra de refuerzo al momento de la curvatura mediante la contracción del
 5 lado de radio interno de la forma de arco circular. En una configuración de este tipo, se pueden evitar los problemas de que la deformación del sustrato de fibra de refuerzo se dañe al puentear el hilo auxiliar, lo que se produce por la recepción de una tensión al momento de la curvatura y porque las hebras de fibra de refuerzo entran en contacto entre sí en el lado de radio interno del arco circular debido a la falta de espacio entre las hebras de fibra de refuerzo y la deformación de contracción no puede progresar, y por lo tanto, se puede conseguir una distribución más
 10 uniforme de las hebras de fibra de refuerzo, y tal como se describe más adelante, un pre-tratamiento tal como el corte del hilo auxiliar se hace innecesario.

$$d/W1 \geq W2/r1$$

15 Donde, los significados de los signos respectivos son los siguientes, como se muestra en la Figura 6(A).

W1: Anchura de la hebra de fibra de refuerzo

d: Separación entre las hebras de fibra de refuerzo

r1: Radio interno de la forma de arco circular

W2: Anchura del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional

20 Cuando, el material del miembro flexible no está particularmente limitado, siempre y cuando se trate de un material capaz de deformarse en el estado curvo anteriormente descrito, y adicionalmente, que se recupere en un estado recto, y como se ha mencionado anteriormente, una material blando tal como un caucho o un elastómero o un material duro tal como un metal o una resina se pueden utilizar únicamente o como combinación. Como su forma,
 25 una forma similar a una placa o prismática se puede aplicar. Como toda la forma, excepto la configuración que tiene pequeñas piezas divididas como se muestra en la Figura 4 o Figura 7, también es posible formar un miembro flexible que se conforme integralmente en su conjunto sin dividirse y que se pueda expandir y contraer tanto en su conjunto como parcialmente.

30 Además, la superficie de contacto del miembro flexible con el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional es preferentemente alta en fricción con el sustrato de fibra de refuerzo. En concreto, se pueden emplear configuraciones para la superficie de contacto tal como un caucho de baja dureza, un material que tiene proyecciones finas tales como un papel de lija, por ejemplo, una placa de metal pulverizada con un material
 35 cerámico, o diversos materiales cuyas superficies sean mecánicamente rugosas. Además, en tales medios para aumentar el coeficiente de fricción, no es necesario aplicarlo sobre la superficie de contacto, se puede aplicar a algunas de las pequeñas piezas que forman el miembro flexible de forma selectiva, o se puede aplicar a una parte de cada pequeña pieza, y además, un procedimiento para pellizcar una red de alambre fino, que es ligeramente más alta que la altura de la pequeña pieza, entre las pequeñas piezas, se prefiere también, debido a que el sustrato de
 40 fibra de refuerzo se puede atrapar de manera eficaz y se puede evitar un desplazamiento del sustrato al momento de la curvatura.

Además, como el material de fibras de refuerzo, aunque se pueden ejemplificar fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida, etc., en particular, las fibras de carbono son las preferidas debido a las propiedades mecánicas elevadas cuando se hacen finalmente en un material compuesto de resina reforzado con fibra, y en el caso donde se
 45 utiliza una placa de atracción electrostática como el medio para separar y transportar la placa de soporte y/o el sustrato de fibra de refuerzo curvo desde el miembro flexible, particularmente las fibras de carbono se emplean preferentemente porque las fibras de carbono tienen una conductividad y una fuerza de atracción elevada se puede conseguir por la electricidad estática.

50 Además, con respecto a la configuración del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional como una diana de la deformación en una forma curva, excepto el sustrato en el que las hebras de fibra de refuerzo se unen con hilos auxiliares como se ha descrito anteriormente, se puede emplear un sustrato en el que las hebras de fibra de refuerzo se dispongan meramente sobre el conjunto del sustrato. Además, con el sustrato que utiliza los hilos
 55 auxiliares, también es posible facilitar su deformación en una forma curva cortando los hilos auxiliares parcialmente o la totalidad de los mismos.

Además, en la presente invención, como se ha mencionado anteriormente, en una condición inicial de un miembro flexible, se puede emplear una configuración donde las pequeñas piezas respectivas se conectan al muelle de placa como un miembro deformable en una condición con una relación de posición constante, y se puede emplear también
 60 una configuración donde las pequeñas piezas respectivas se conectan al miembro deformable en una condición libre de giro. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 10(A) (caso donde las pequeñas piezas respectivas se establecen a fin de tener un ángulo de 45 grados con respecto a la dirección longitudinal del sustrato) o en la Figura 10(B) (caso donde las pequeñas piezas respectivas se establecen a fin de tener un ángulo de 90 grados con respecto a la dirección longitudinal del sustrato), se pueden emplear configuraciones de los miembros flexibles 50a,
 65 50b donde las pequeñas piezas respectivas 52, 53 se conectan al miembro deformable, por ejemplo, un muelle de

placa de metal 51 a través de las respectivas patillas 54 en una condición libre de giro. Por lo tanto, mediante la conexión de las pequeñas piezas respectivas 52, 53 en una condición libre de giro, cuando los miembros flexibles 50a, 50b se deforman en formas curvas, las pequeñas piezas respectivas 52, 53 se pueden hacer girar fácilmente a un ángulo deseado, curvando de este modo tanto también el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional más fácilmente.

Por otro lado, en la presente invención, con el fin de curvar el miembro flexible, en el que las pequeñas piezas respectivas se establecen a un ángulo de 30 grados o más y 90 grados o menos, en una forma predeterminada con mayor precisión, o con el fin de ser capaz de mantener la forma curva en una forma predeterminada, según sea necesario, se puede emplear una configuración donde se proporciona un medio de regulación del paso de las pequeñas piezas para regular un paso entre las pequeñas piezas adyacentes en un valor predeterminado en una posición apropiada en una dirección longitudinal de la pequeña pieza en un estado donde el miembro flexible se flexiona en una forma de arco circular. Por ejemplo, en la Figura 11, se ejemplifica un miembro flexible 55 donde las pequeñas piezas respectivas 56 se conectan, por ejemplo, a un muelle de placa de metal 57 como el miembro deformable a fin de tener un ángulo de 90 grados con respecto a la dirección longitudinal del sustrato. Como se muestra en la Figura 11(A), las porciones rebajadas 58a (por ejemplo, porciones rebajadas similares a una muesca en V) se proporcionan en las puntas de las pequeñas piezas respectivas 56, cuando este miembro flexible 55 se curva, como se muestra en la Figura 11(B), mediante la realización de una operación a tope y similares en relación a un medio de regulación del paso de las pequeñas piezas 59 que tiene las porciones proyectadas 58b dispuestas en un paso predeterminado y capaz de ajustarse en las porciones rebajadas 58a anteriormente descritas, las porciones proyectadas 58b respectivas y las porciones rebajadas 58a respectivas correspondientes a las mismas se ajustan entre sí. Dado que las porciones proyectadas 58b respectivas se disponen en un paso predeterminado decidido de antemano, las porciones de punta de las pequeñas piezas 56 respectivas cada una con su porción rebajada 58a se alinean con un paso deseado. Al mismo tiempo, mediante el establecimiento de la superficie de la punta del medio de regulación del paso de las pequeñas piezas 59 que tiene porciones proyectadas 58b en una forma curva predeterminada decidida de antemano, la forma curva del miembro flexible 55 se regula también en una forma deseada. Es decir, la forma curva del miembro flexible 55 y el paso de las porciones de punta de las pequeñas piezas 56 respectivas se establecen en las configuraciones deseadas al mismo tiempo. Cuando, aunque un ejemplo se muestra en la Figura 11 donde se proporciona el medio de regulación del paso de las pequeñas piezas 59 en relación con las porciones de punta de las pequeñas piezas 56 respectivas, es posible proporcionarlo en relación con otras porciones distintas de las porciones de punta de las pequeñas piezas 56 respectivas. Además, una configuración de este tipo que tiene un medio de regulación del paso de las pequeñas piezas se puede aplicar también a un caso diferente al caso donde las pequeñas piezas respectivas se establecen a fin de tener un ángulo de 90 grados con respecto a la dirección longitudinal del sustrato.

Una estructura a capas de fibra de refuerzo similar a una placa, donde una se apila pluralidad de sustratos de tira de fibra de refuerzo unidireccionales curvos descritos anteriormente, se conforma mediante la repetición de la operación de separar y transportar el sustrato de fibra de refuerzo, se deforma por el miembro flexible antes mencionado, desde el miembro flexible, y se coloca sobre una mesa para la superposición de capas. Esta operación para separar y transportar el sustrato de fibra de refuerzo se realiza de manera eficaz por la operación antes mencionada de la placa de soporte. En la práctica, una estructura a capas de fibra de refuerzo de este tipo se utiliza como un material para su moldeo en un material compuesto reforzado con fibras diana.

Al utilizar la estructura a capas de fibra de refuerzo antes descrita, se conforma una preforma que tiene una configuración predeterminada. Como la forma de la preforma, aunque se puede emplear una forma arbitraria que utiliza la forma curva descrita anteriormente, en caso de que se requiera un gran tamaño y alta resistencia y rigidez tal como el caso de un miembro estructural para un cuerpo de un avión, la forma es una forma que tiene una porción de pestaña como su forma de sección transversal.

Por ejemplo, como se muestra en la Figura 12, utilizando una estructura a capas de fibra de refuerzo 60 tal como la descrita anteriormente, una preforma 61 que se curva en un radio de curvatura R y que se extiende en la dirección circunferencial 64 (la dirección longitudinal) de la estructura a capas se conforma a lo largo de un molde en forma de estereó (no mostrado) que tiene una parte en arco circular en la misma dirección. Sin embargo, con respecto al propio proceso de formación y al molde utilizado para la formación, se puede utilizar un proceso y un molde arbitrarios y apropiados. En una preforma 61 de este tipo, la estructura a capas de fibra de refuerzo 60 curva realizada como se ha descrito anteriormente, se conforma en una forma que tiene porciones de pestaña 62a, 62b conformadas por la flexión de la estructura a lo largo del borde circunferencial de la forma curva (es decir, a lo largo de la dirección circunferencial 64 de la forma curva que tiene un radio de curvatura R) como se observa en la sección transversal de la dirección de la anchura de la estructura a capas perpendicular a la dirección longitudinal de la estructura a capas 60. Ambas porciones de pestaña 62a, 62b se conforman para flexionarse en la misma dirección, y la preforma 61 tiene una sección transversal en forma de C. Los ángulos de flexión de las porciones de pestaña 62a, 62b con relación a una porción de banda 63 pueden ser distintos de 90 grados, y los ángulos de flexión de las porciones de pestaña 62a, 62b con relación a la porción de banda 63 pueden ser diferentes unos de otros. Además, los tamaños de porciones de banda 62a, 62b pueden también ser iguales o pueden ser diferentes unos de otros. Esta preforma 61 es una preforma seca como un material conformado intermedio para moldear un material compuesto reforzado con fibras que tiene una forma curva de largo tamaño predeterminada.

Una preforma 71 que se muestra en la Figura 13 se conforma en una forma que tiene porciones de pestaña 72a, 72b conformadas para curvarse a lo largo de la dirección circunferencial 64 de la forma curva que tiene un radio de curvatura R en relación con la estructura a capas de fibra de refuerzo 60 curva realizada como se ha mencionado anteriormente. En esta realización, se conforman dos porciones de pestaña 72a, 72b que se tiene que flexionar en direcciones opuestas entre sí con respecto a una porción de banda 73, y la preforma 71 tiene una sección transversal en forma de Z. Aparte de las formas de sección transversal mostradas en las Figuras 12 y 13, es posible por ejemplo, la formación de la sección transversal en forma de L, en forma de H, en forma de I, o en forma de T.

Una preforma 81 que se muestra en la Figura 14 se conforma en una forma que tiene porciones de pestaña 82a, 82b conformadas para curvarse a lo largo de la dirección circunferencial 64 de la forma curva que tiene un radio de curvatura R en relación con la estructura a capas de fibra de refuerzo 60 curva realizada como se ha mencionado anteriormente. En esta realización, se conforman dos porciones de pestaña 82a, 82b que se tienen que flexionar en direcciones opuestas entre sí con respecto a una porción de banda 84, y la preforma 81 tiene una sección transversal en forma de Z. Además, en esta realización, entre las dos porciones de pestaña 82a, 82b, la porción de pestaña 82b, que se flexiona a lo largo de un borde circunferencial de la forma curva en un lado que tiene un radio de curvatura mayor de la forma curva, se divide en una pluralidad de porciones de pestaña 82b' en la dirección longitudinal de la estructura a capas 60, y se define un espacio 83 entre las porciones de pestaña divididas adyacentes 82b'. Como se muestra en la figura, se prefiere que el espacio 83 se extienda hasta la porción de banda 84 en una longitud apropiada. Por lo tanto, mediante la formación de la porción de pestaña 82b en un lado que tiene un radio de curvatura mayor en la forma que tiene el espacio 83 entre las porciones de pestaña divididas 82b', se hace posible evitar que quede una tensión y que se produzcan arrugas al momento de la flexión.

Al usar una preforma seca conformada en una forma de sección transversal predeterminada como se ha descrito anteriormente, un material compuesto de resina reforzado con fibras que tiene una forma deseada se moldea por impregnación de una resina de matriz en la preforma y se cura la resina impregnada. En este caso, se puede emplear también un proceso donde, en el estado donde se conforman las porciones de pestaña de la preforma, la forma conformada de la preforma se fija por calentamiento durante un tiempo predeterminado, y después de eso, se impregna la resina. Mediante la fijación de la forma conformada de la preforma por calentamiento, se evita que la configuración colapse incluso al momento de la impregnación con resina. El moldeo de un material compuesto de resina reforzado con fibra curvo se puede realizar, por ejemplo, mediante el proceso de RTM (Moldeo por Transferencia de Resina), y una resina de matriz (por ejemplo, una resina termoendurecible tal como una resina epoxi) se impregna en la preforma, la resina impregnada se cura por calentamiento a una temperatura predeterminada, y se produce un material compuesto de resina reforzado con fibras que tiene una forma deseada.

Como el proceso para la producción de un material compuesto de resina reforzado con fibras que tiene una forma curva, se pueden emplear diversos procesos. Por ejemplo, se puede emplear un proceso que utiliza un material de bolsa, un proceso que utiliza un molde de doble cara, etc. La Figura 15 muestra un ejemplo de un proceso que utiliza un material de bolsa (denominado RTM asistido por vacío). Una preforma 91 conformada en una forma de sección transversal predeterminada se coloca en un molde 92, y la preforma 91 se cubre con un material de bolsa similar a una lámina 93 y el interior se cierra y se sella. El interior cerrado y sellado se reduce en presión mediante la evacuación, una resina de matriz se inyecta en el interior con presión reducida, y la resina inyectada se impregna en la preforma 91. La resina impregnada se cura, por ejemplo, por calentamiento. En un proceso de moldeo de este tipo, dado que un material que tiene un área predeterminada puede ser utilizado como el material de bolsa 93, siempre y cuando el molde 92 como un molde inferior se realice con una alta precisión, se puede moldear muy fácilmente un material compuesto de resina reforzado con fibras curvo de gran tamaño.

Además, en el proceso de moldeo que se muestra en la Figura 16, una preforma 101 conformada en una forma de sección transversal predeterminada como se ha mencionado anteriormente se coloca en un molde 104 que comprende un molde de doble cara de un molde inferior 102 y un molde superior 103, una resina de matriz se inyecta en el molde 104 (cualquiera de inyección de tipo evacuación e inyección de tipo presurización se pueden emplear), la resina inyectada se impregna en la preforma, y la resina impregnada se cura, por ejemplo, por calentamiento. En un proceso de moldeo, debido a que la forma de un material compuesto de resina reforzado con fibras que se tiene que moldear se define desde ambas superficies, es posible moldear un material compuesto de resina reforzado con fibra curvo con una mayor precisión.

[Aunque la explicación se ha realizado en base al caso de un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional conformado mediante la disposición de hebras de fibra de refuerzo secas paralelas entre sí en lo que antecede, la tecnología de acuerdo con la presente invención no se limita a ello, un denominado material preimpregnado, en el que una resina termoendurecible tal como una resina epoxi o una resina termoplástica tal como un nylon se impregna en las hebras de fibra de refuerzo, se puede emplear, y un denominado material semi-impregnado, donde una resina se adhiere solamente a las superficies de las hebras de fibra de refuerzo, se puede emplear. En este caso, el sustrato de fibra de refuerzo unidireccional se conforma preferentemente de tal manera que una lámina de fibra de refuerzo plana se conforma, donde las fibras de refuerzo se disponen de forma continua en una dirección a través de las fibras por una fuerza de unión de una resina, y se proporcionan líneas de corte en la lámina en una dirección paralela a las fibras para formar las hebras de fibra de refuerzo respectivas. Concretamente, como se muestra en la Figura 17(A), se prefiere utilizar un sustrato donde las líneas de corte continuo 113, que se muestran

con líneas discontinuas, se proporcionan a una lámina de fibra de refuerzo 111, dispuesta con fibras de refuerzo en una dirección paralela a la dirección longitudinal de la forma de tira, en paralelo a las fibras de refuerzo, o como se muestra en la Figura 17(B), se prefiere utilizar un sustrato donde las líneas de corte continuo 113, que se muestran con líneas discontinuas, se proporcionan a una lámina de fibra de refuerzo 112, dispuesta con fibras de refuerzo en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la forma de tira, en paralelo a las fibras de refuerzo. Debido a la presencia de las líneas de corte 113, las fibras de refuerzo se dividen en las hebras respectivas, de manera similar al caso explicado hasta ahora que utiliza un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional conformado por hebras de fibra de refuerzo secas, las respectivas unidades de hebras se pueden mover individualmente cuando el sustrato se deforma en una forma curva, y por lo tanto, se puede conseguir una configuración de disposición deseada de hebras de fibra de refuerzo para un sustrato curvo.

Además, de manera similar, también con respecto a una estructura a capas de fibra de refuerzo y a una preforma conformada a partir de la misma a lo largo de un molde, el material original no se limita a un sustrato de fibra de refuerzo seco, e incluso si se utiliza un material preimpregnado o semi-impregnado, se pueden exhibir las ventajas técnicas de acuerdo con la presente invención.

Aplicaciones Industriales de la invención

La presente invención es particularmente adecuada para el moldeo de un material compuesto de resina reforzado con fibra curvo, de gran escala, de gran tamaño, conformar una preforma que sirve para el moldeo, una estructura a capas de fibra de refuerzo que sirve la formación de la preforma, y un sustrato de fibra de refuerzo que sirve para la preparación de la estructura a capas, y, por ejemplo, adecuado para aplicarse al moldeo de un miembro de refuerzo de un cuerpo circular de un avión.

Explicación de los símbolos

1: hebra de fibra de refuerzo: 1
 2: sustrato de fibra de refuerzo unidireccional
 3: hilo auxiliar
 11: aparato para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo
 12: miembro flexible
 12a: superficie de contacto
 13a, 13b: medios de estiramiento
 14a, 14b: medios que consiguen la forma de arco circular
 15: placa de soporte
 15a: superficie de contacto de la placa de soporte
 21: pequeña pieza
 31, 31a, 35, 35a: hebra de fibra de refuerzo
 32, 32a, 32b, 37a, 37b, 37c: sustrato de fibra de refuerzo unidireccional
 33, 36: hilo auxiliar
 34, 38: línea de corte
 41, 41a, 41b: miembro flexible
 42, 45, 52, 56: pequeña pieza
 43, 46, 51, 57: muelle de placa de metal
 44a, 44b, 44c, 50a, 50b, 55: miembro flexible
 58a: porción rebajada
 58b: porción proyectada
 59: medio de regulación del paso de las pequeñas piezas
 60: estructura a capas de fibra de refuerzo
 61, 71, 81: preforma
 62a, 62b, 72a, 72b, 82a, 82b: porción de pestaña
 63, 73, 84: porción de banda
 82a': porción de pestaña dividida
 83: espacio
 91, 101: preforma
 92: molde
 93: material de bolsa
 102: molde inferior
 103: molde superior
 104: molde conformado como un molde de doble cara
 111, 112: lámina de fibra de refuerzo
 113: línea de corte

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular **caracterizado por que** una superficie de un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional en forma de tira conformado mediante la disposición de una pluralidad de hebras de fibra de refuerzo en una dirección paralelas entre sí, se pone en contacto con un miembro flexible, dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional que está en contacto se deforma en una forma de arco circular mediante la deformación de al menos una parte de dicho miembro flexible en una forma de arco circular en una dirección que se extiende a lo largo de su superficie de contacto con dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, y a partir de entonces, dicho miembro flexible es separado de dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional que ha sido deformado, donde un miembro, conformado por una pluralidad de pequeñas piezas alargadas capaces de variarse con posiciones mutuas que están dispuestas adyacentes entre sí, es utilizado como dicho miembro flexible, y en una condición donde una dirección longitudinal de dichas pequeñas piezas y una dirección de extensión de dichas hebras de fibra de refuerzo coinciden entre sí, dicha una superficie de dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional se pone en contacto con dicho miembro flexible.

2. El proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional es calentado a una condición donde dicho sustrato se deforma en dicha forma de arco circular, y a partir de entonces, mediante el enfriamiento de dicho sustrato, dicha forma de arco circular de dicho sustrato es fijada.

3. El proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde, utilizando un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional dispuesto con dichas hebras de fibra de refuerzo a un ángulo de 30 grados o más y de 90 grados o menos con respecto a una dirección longitudinal de dicho sustrato, cuando dicho miembro flexible es deformado en dicha forma de arco circular, un intervalo entre dichas hebras de fibra de refuerzo adyacentes entre sí cambia al menos en una posición en una dirección longitudinal de dichas hebras de fibra de refuerzo mediante la contracción de un lado de radio interno de dicha forma de arco circular en una dirección circunferencial y/o mediante la expansión de un lado de radio externo de dicha forma de arco circular en una dirección circunferencial.

4. El proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 3, donde, utilizando un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional conformado mediante la conexión de dicho hebras de fibra de refuerzo entre sí con hilos auxiliares que se extienden en una dirección a través de dichas hebras de fibra de refuerzo donde un espacio entre dichas hebras de fibra de refuerzo satisface la siguiente ecuación, cuando dicho miembro flexible es deformado en dicha forma de arco circular, dicho intervalo entre dichas hebras de fibra de refuerzo se contrae mediante la contracción de un lado de radio interno de dicha forma de arco circular en una dirección circunferencial.

$$d/W1 \geq W2/r1$$

- W1: Anchura de la hebra de fibra de refuerzo
- d: Separación entre las hebras de fibra de refuerzo
- r1: Radio interno de la forma de arco circular
- W2: Anchura del sustrato de fibra de refuerzo unidireccional

5. El proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde, utilizando un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional dispuesto con las hebras de fibra de refuerzo en una dirección longitudinal de dicho sustrato paralelas entre sí, cuando dicho miembro flexible es deformado en dicha forma de arco circular, dicho miembro flexible está deformado de manera que dichas hebras de fibra de refuerzo están mutuamente desplazadas en sus direcciones longitudinales en una condición de desplazamiento paralelo.

6. El proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde, cuando dicho miembro flexible es deformado en dicha forma de arco circular, una placa de soporte que tiene una superficie plana está dispuesta en un lado de dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional, opuesto a un lado dotado con dicho miembro flexible, y dicho sustrato de fibra de refuerzo unidireccional es pellizcado por dicho miembro flexible y dicha placa de soporte.

7. El proceso para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 6, donde una placa de atracción electrostática capaz de atraer un material objeto con electricidad estática es utilizada como dicha placa de soporte.

8. Un aparato para la producción de un sustrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular **caracterizado por que** dicho aparato es para deformar al menos una parte de un sustrato de fibra de refuerzo unidireccional en forma de tira conformado mediante la disposición de una pluralidad de hebras de fibra de refuerzo

- en una dirección paralelas entre sí, en una forma de arco circular, y dicho aparato comprende un miembro flexible que tiene una superficie de contacto plana con dicho substrato de fibra de refuerzo unidireccional, donde dicha superficie de contacto puede flexionarse desde un estado recto en una dirección longitudinal en una forma de arco circular en una dirección a lo largo de dicha superficie de contacto, un medio de estiramiento para estirar dicho miembro flexible en dicha dirección longitudinal, y un medio que consigue la forma de arco circular para la realización de dicho miembro flexible en un estado de dicha forma de arco circular donde dicho miembro flexible comprende una pluralidad de pequeñas piezas alargadas capaces de variarse con posiciones mutuas que están dispuestas adyacentes entre sí.
- 5
- 10 9. El aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 8, donde dicha superficie de contacto de dicho miembro flexible es conformada disponiendo una pluralidad de pequeñas piezas alargadas que se extienden en una dirección a través de una dirección longitudinal de dicha superficie de contacto paralelas entre sí a lo largo de dicha dirección longitudinal de dicha superficie de contacto, las direcciones longitudinales de las pequeñas piezas respectivas se establecen en ángulos de 30 grados o más y de 90 grados o menos con relación a dicha dirección longitudinal de dicha superficie de contacto, y las pequeñas piezas respectivas son proporcionadas de modo que sean capaces de girar una respecto a la otra o de manera que sean capaces de girar una respecto a la otra y moverse en relación la una a la otra en dichas direcciones longitudinales de las pequeñas piezas.
- 15
- 20 10. El aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 9, donde dicho miembro flexible comprende un miembro deformable capaz de ser recuperado en una forma recta desde una forma flexionada en una forma de arco circular, y dichas pequeñas piezas conectadas al mismo.
- 25
- 30 11. El aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 10, donde dichas pequeñas piezas están conectadas a dicho miembro deformable en una condición con una relación de posición constante.
12. El aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 10, donde dichas pequeñas piezas están conectadas a dicho miembro deformable en una condición libre de giro.
- 35
13. El aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde se proporciona un medio de regulación del paso de las pequeñas piezas para regular un paso entre las pequeñas piezas adyacentes en un valor predeterminado en una posición apropiada de una dirección longitudinal de la pequeña pieza en un estado donde dicho miembro flexible es flexionado en una forma de arco circular.
- 40
- 45 14. El aparato para la producción de un substrato de tira de fibra de refuerzo que tiene una parte en arco circular de acuerdo con la reivindicación 8, donde dicha superficie de contacto de dicho miembro flexible es conformada disponiendo una pluralidad de pequeñas piezas alargadas que se extienden en una dirección a lo largo de una dirección longitudinal de dicha superficie de contacto paralelas entre sí a lo largo de una dirección a través de dicha dirección longitudinal de dicha superficie de contacto, y las pequeñas piezas respectivas están constituidas de manera que sean capaces de deformarse en una forma de arco circular en una dirección a lo largo de dicha superficie de contacto y son proporcionadas de manera que las pequeñas piezas adyacentes entre sí pueden moverse mutuamente en sus direcciones longitudinales en una condición de desplazamiento paralelo cuando son deformadas en dicha forma de arco circular.

FIG. 1

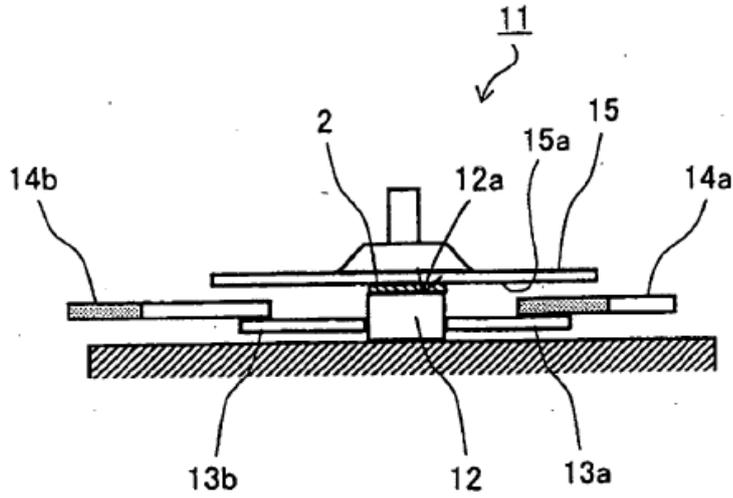


FIG. 2

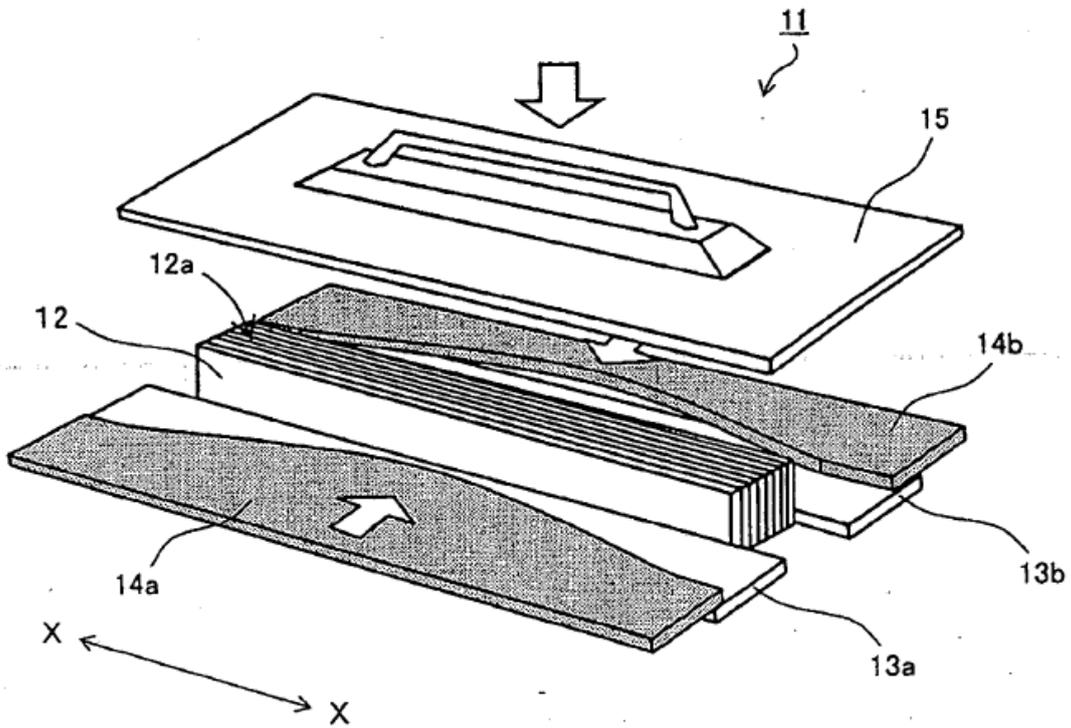


FIG. 3

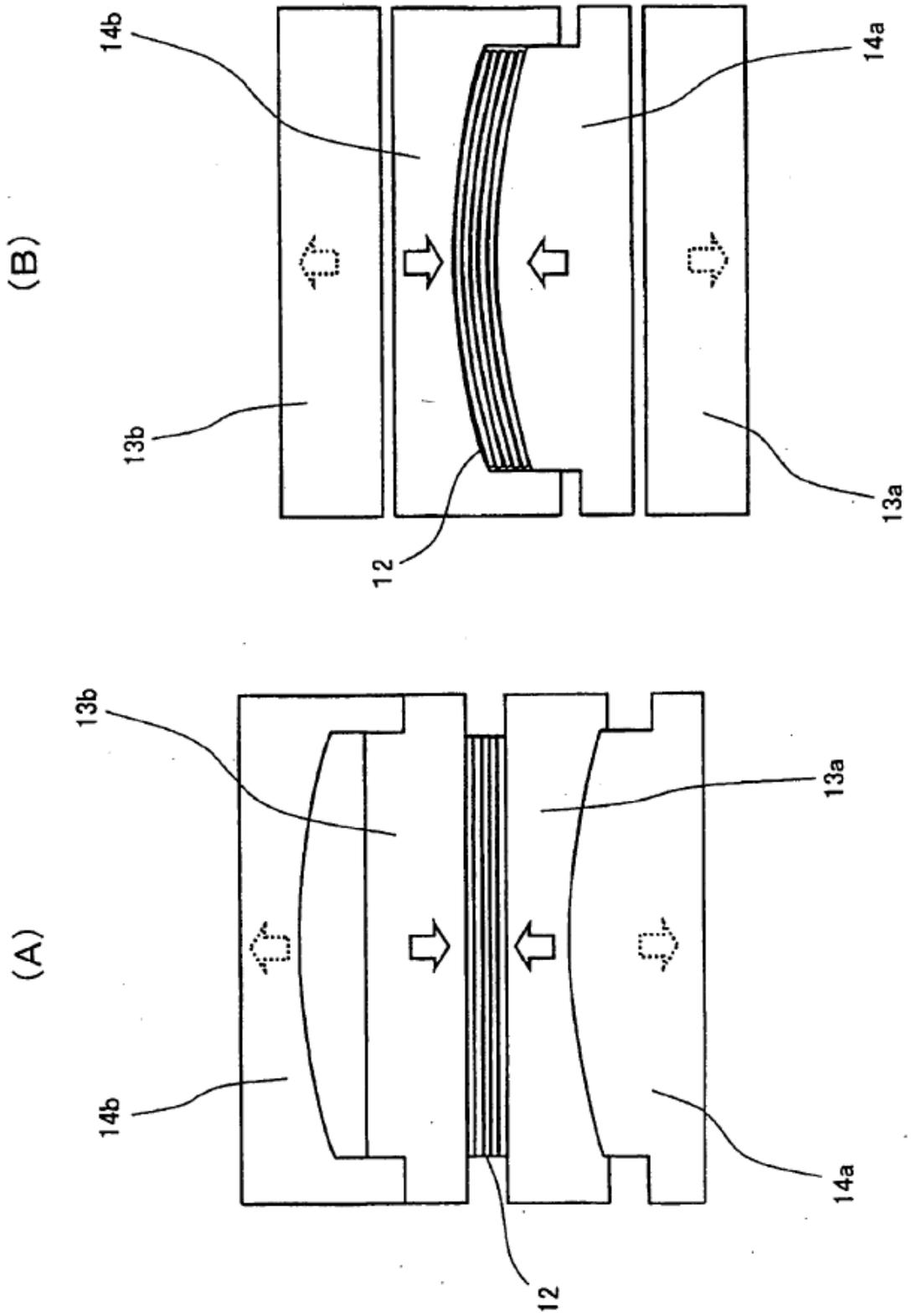


FIG. 4

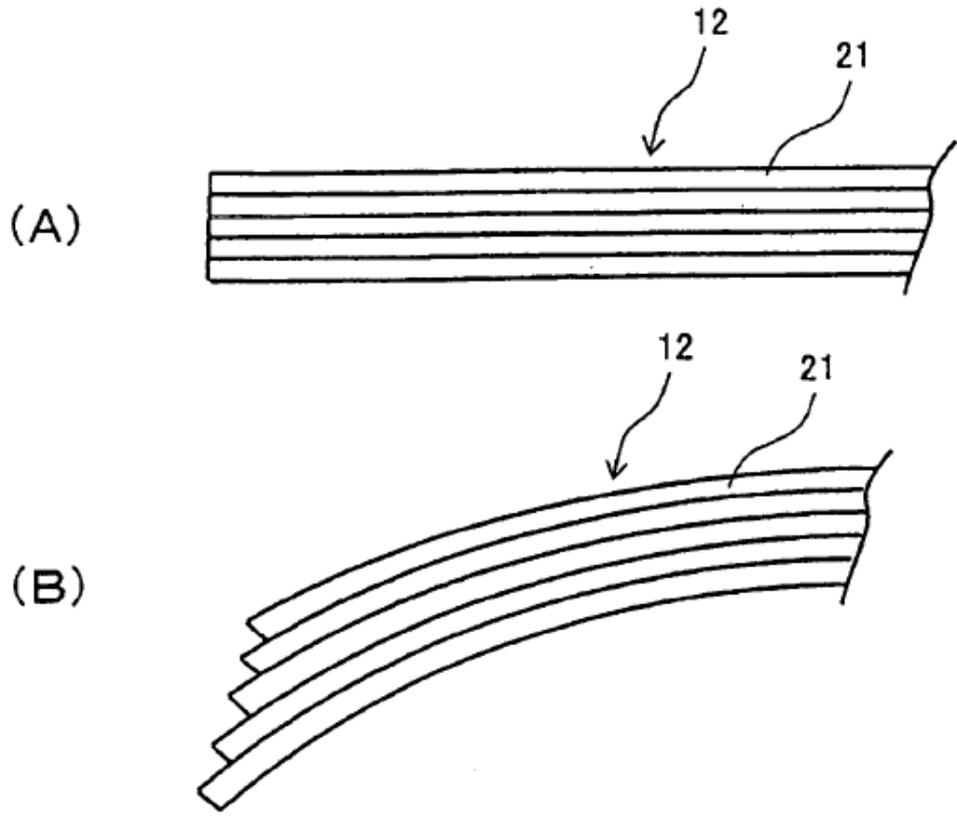


FIG. 5

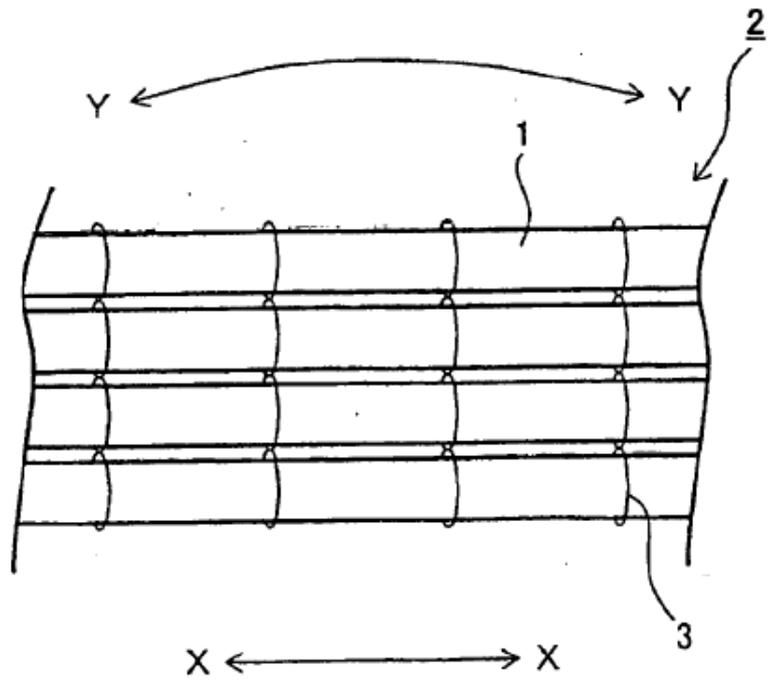


FIG. 6

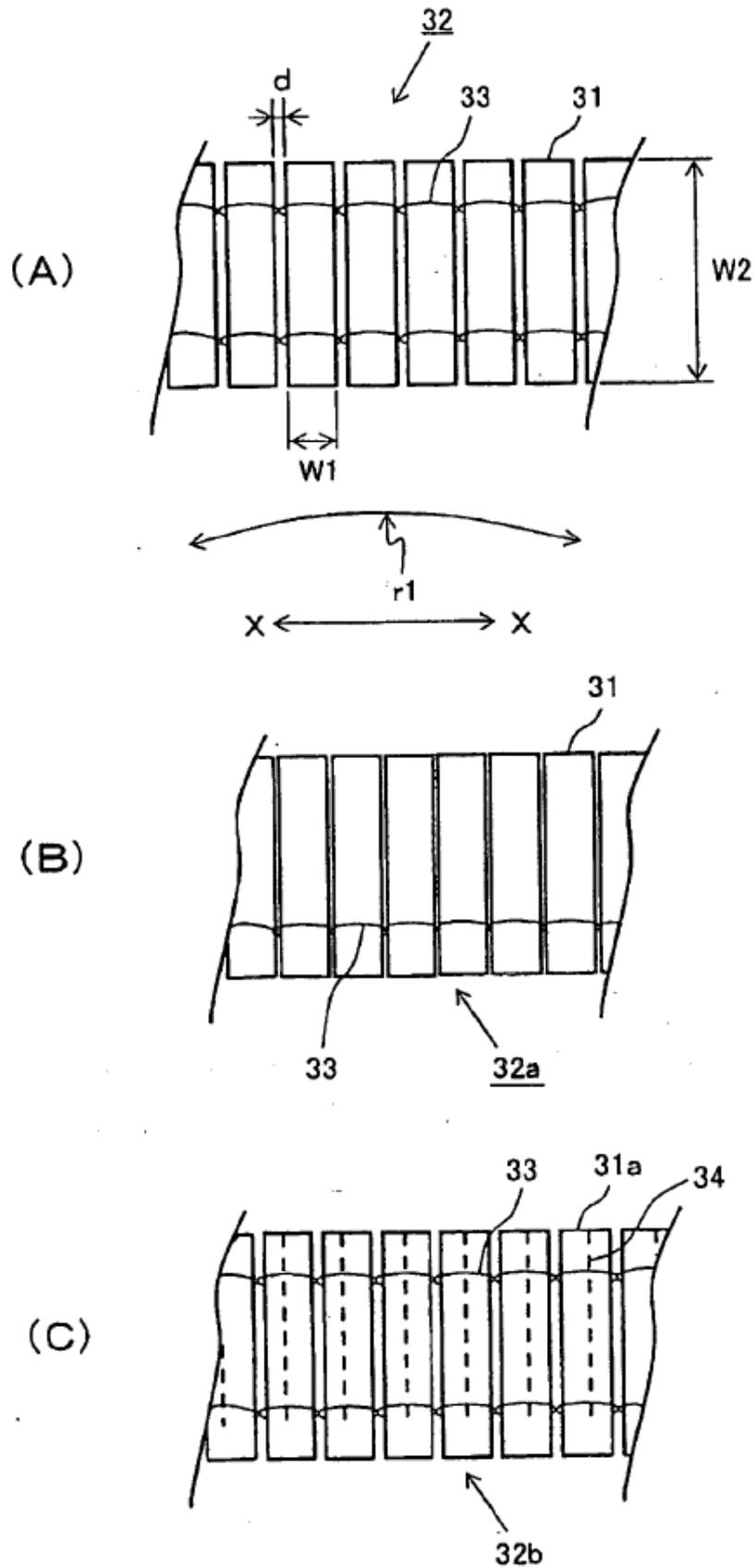


FIG. 7

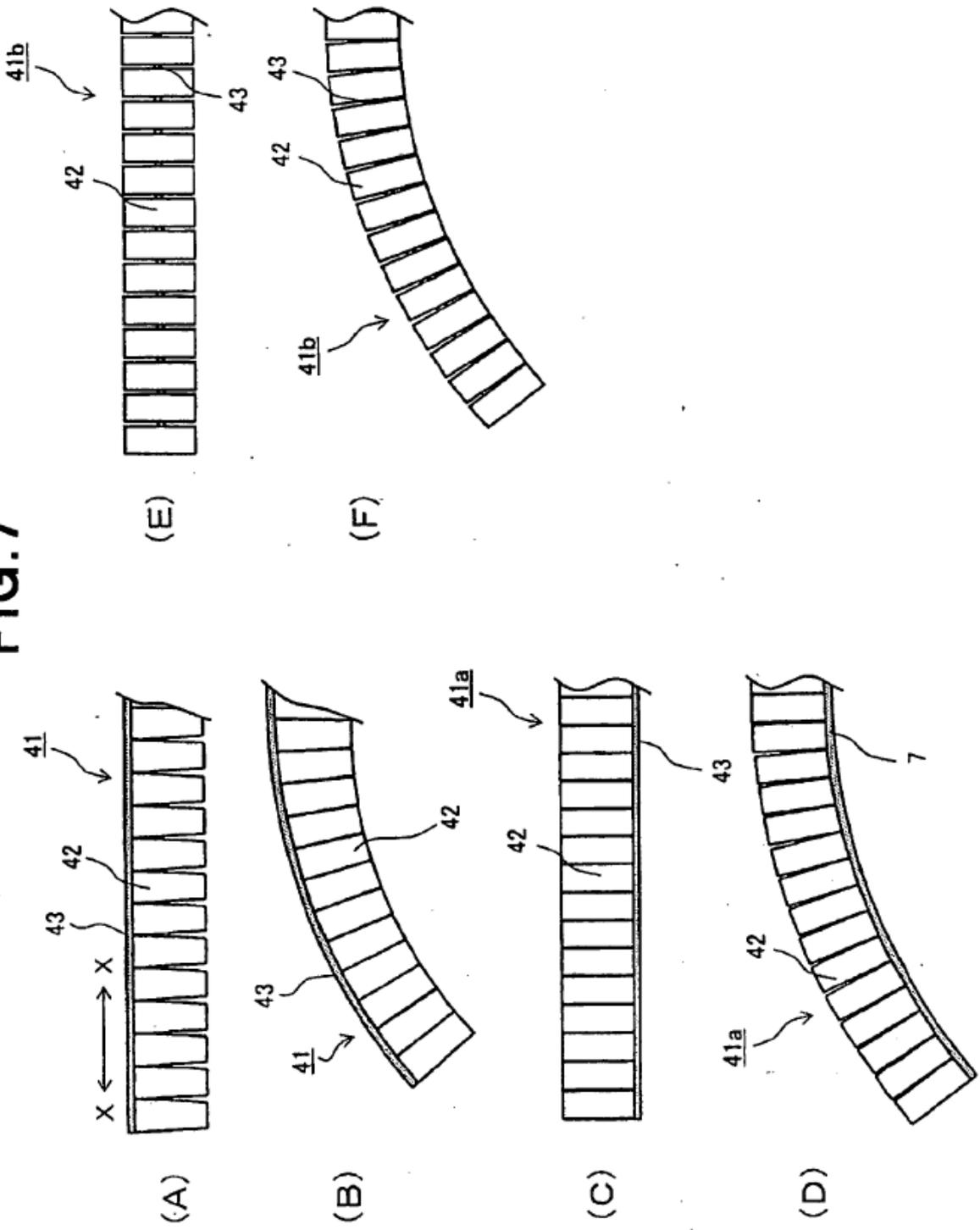


FIG. 8

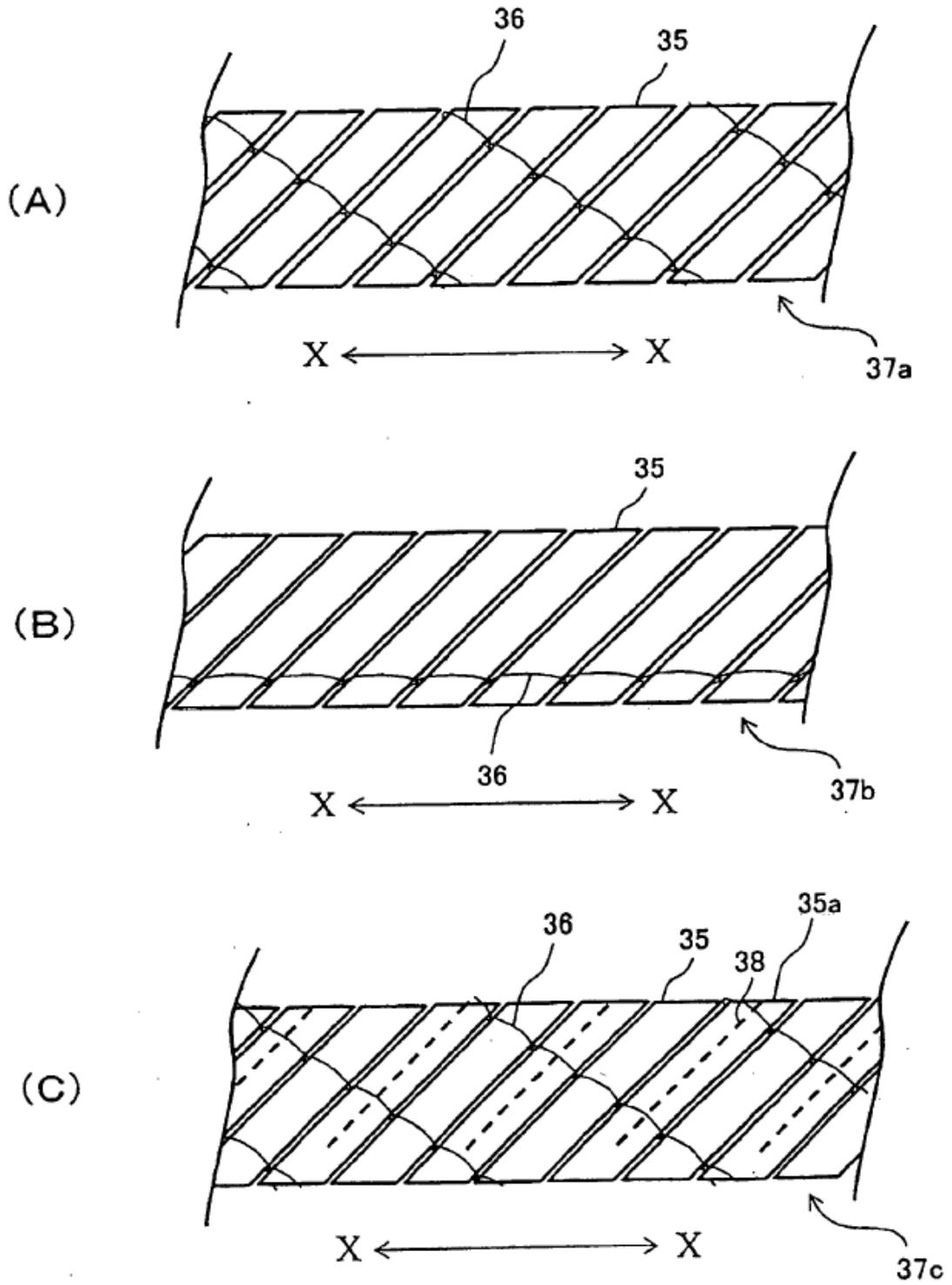


FIG.9

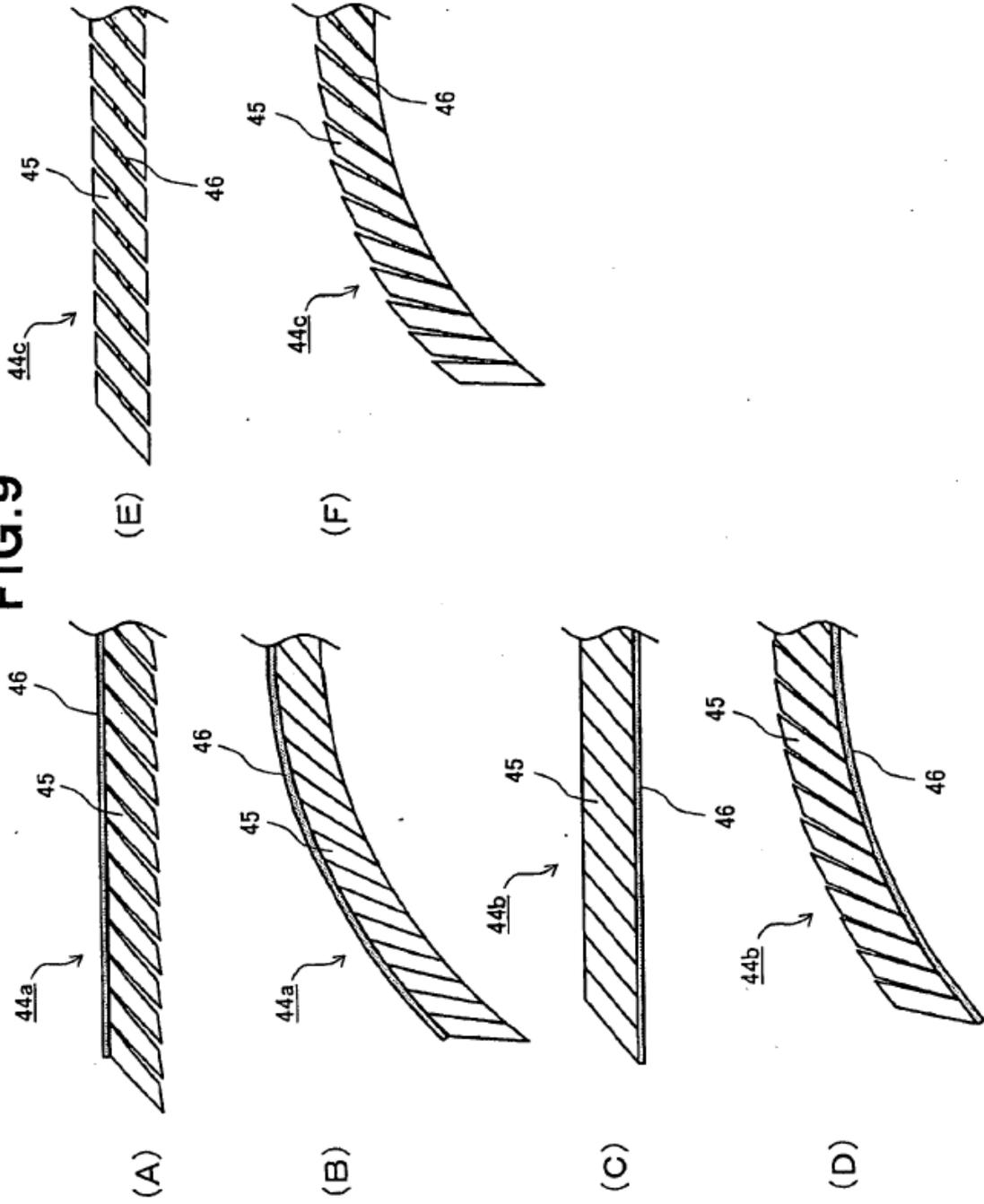


FIG. 10

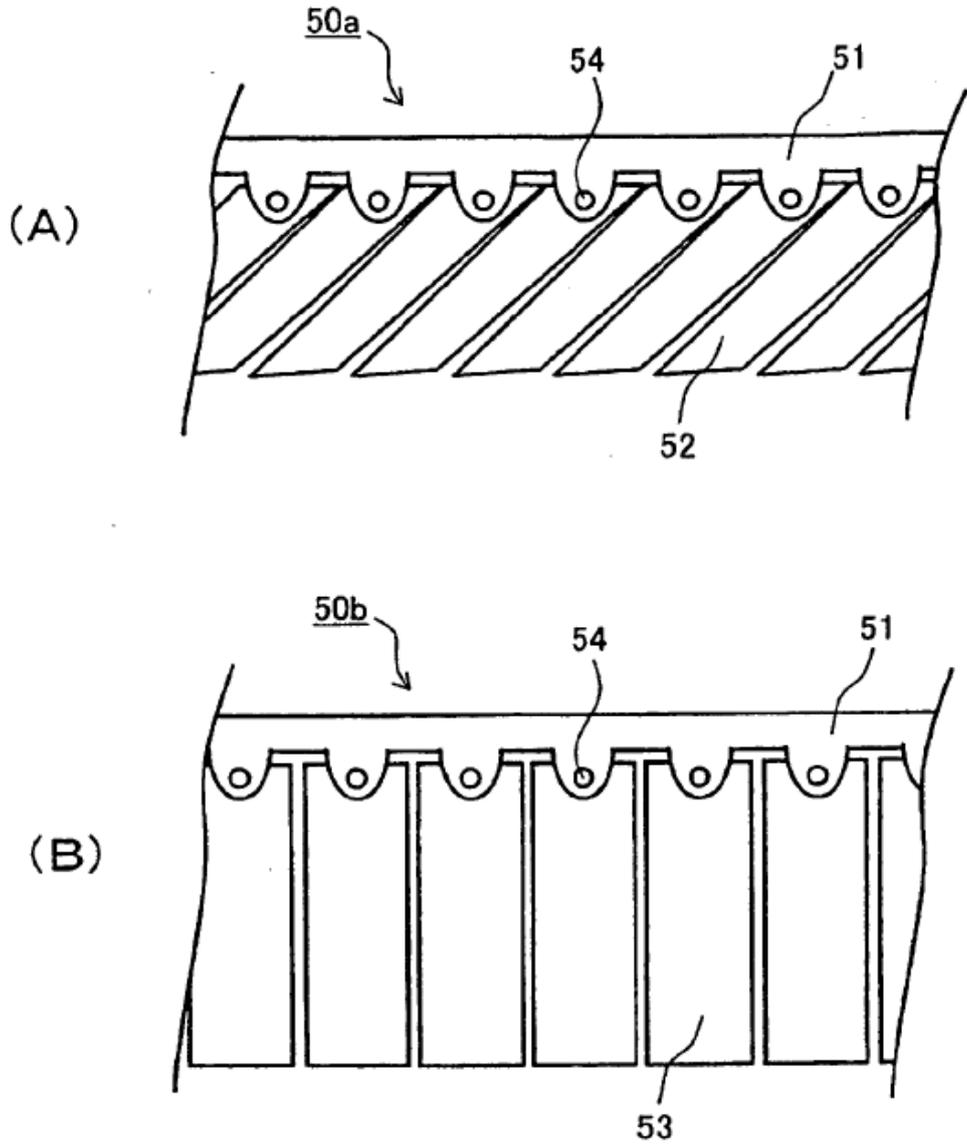


FIG. 11

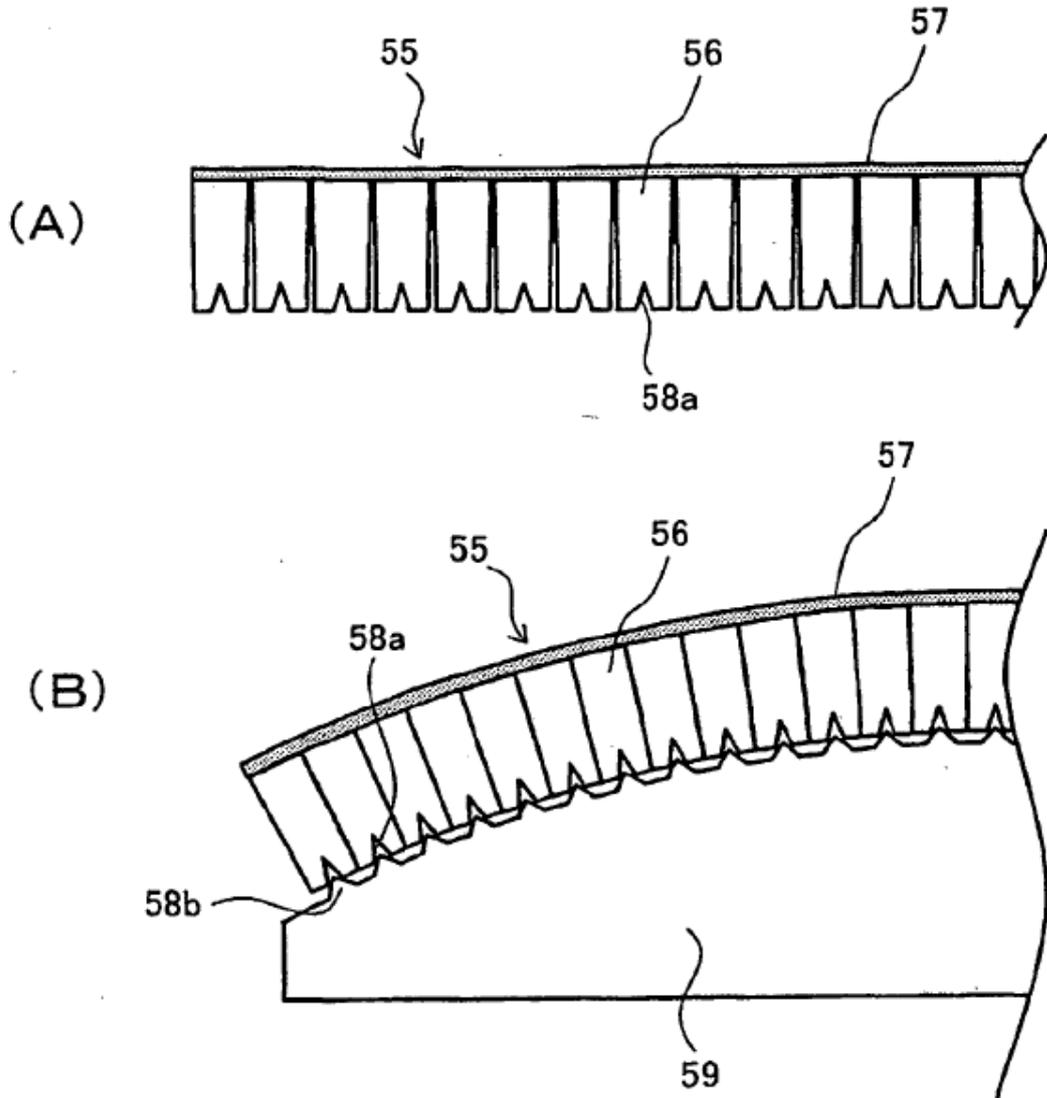


FIG. 12

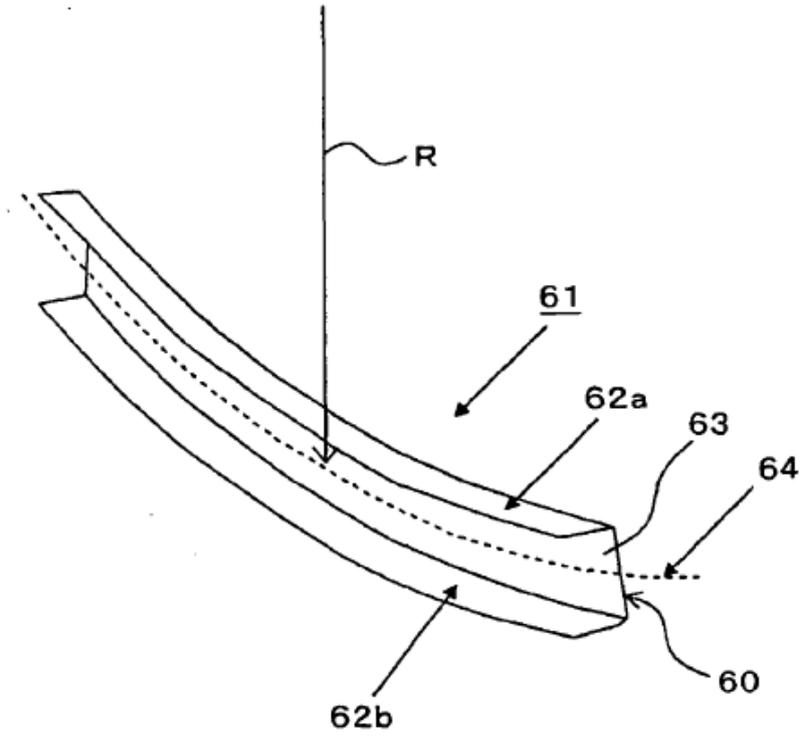


FIG. 13

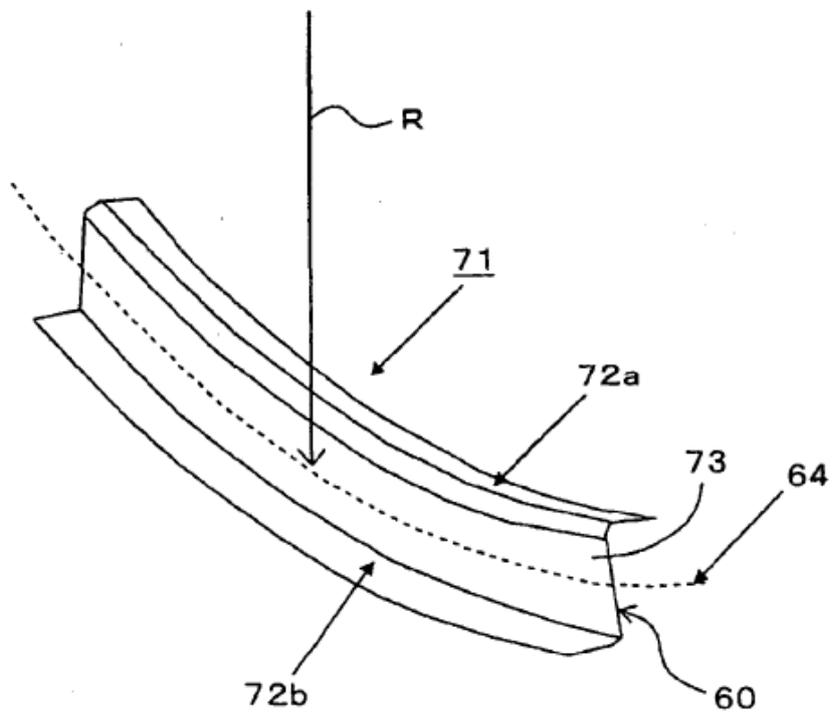


FIG. 14

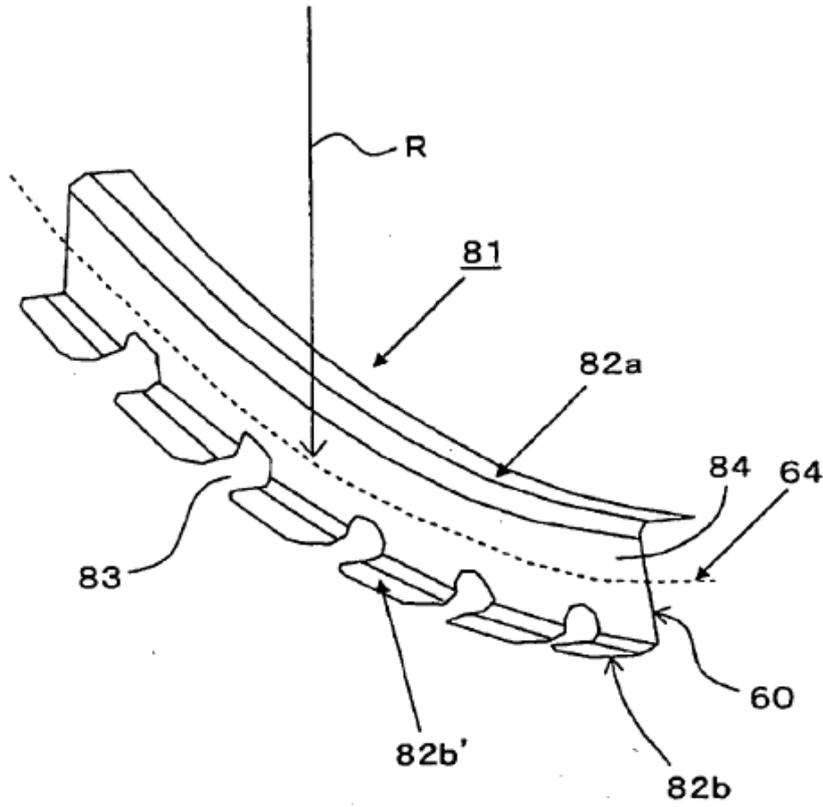


FIG. 15

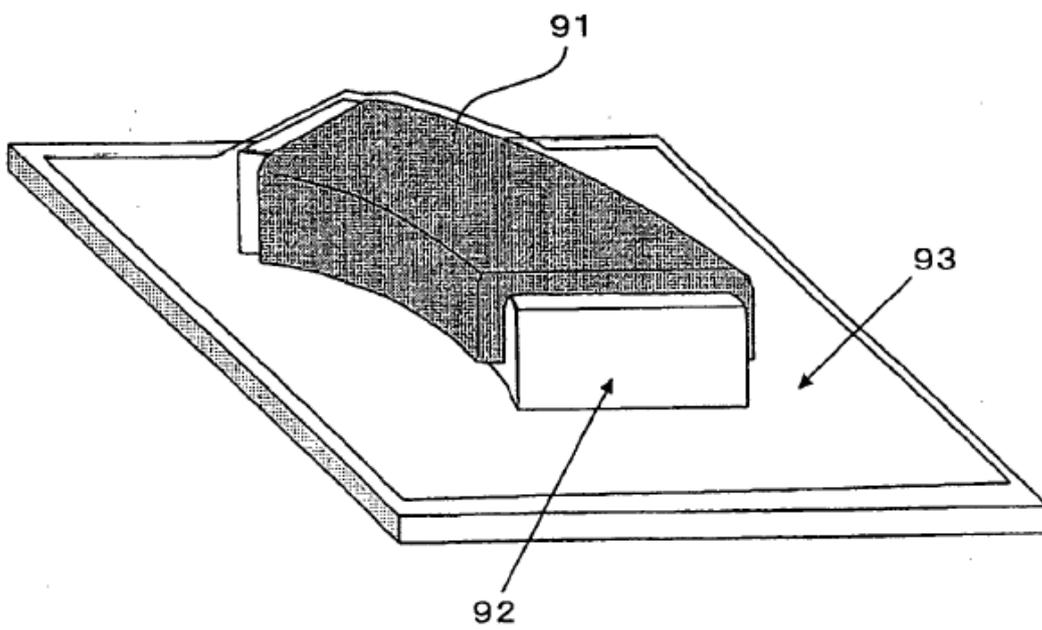


FIG. 16

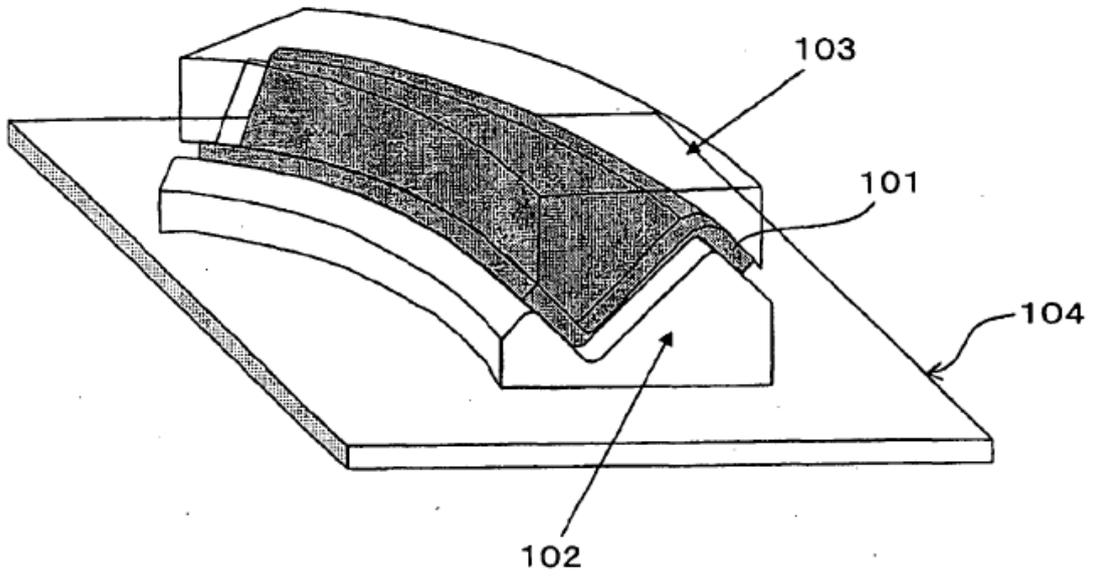


FIG. 17

