

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 855 399**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/20** (2006.01)

**B29C 70/32** (2006.01)

**B64C 1/06** (2006.01)

**B29C 53/58** (2006.01)

**B29B 11/16** (2006.01)

**B29C 70/54** (2006.01)

**B64C 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2012** **E 12401045 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2020** **EP 2502733**

54 Título: **Preforma en seco, estructura anular de material compuesto y método de fabricación de la estructura anular**

30 Prioridad:

**25.03.2011 JP 2011067990**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.09.2021**

73 Titular/es:

**SHIKIBO LTD. (100.0%)**  
**2-6, Bingomachi 3-chome Chuo-ku**  
**Osaka-shi, Osaka 541-8516, JP**

72 Inventor/es:

**HIROKAWA, TETSURO y**  
**NISHIYAMA, SHIGERU**

74 Agente/Representante:

**TRIGO PECES, José Ramón**

ES 2 855 399 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

Preforma en seco, estructura anular de material compuesto y método de fabricación de la estructura anular

### 5 Sector de la técnica

La invención se refiere a un método de fabricación de una preforma en seco hueca anular.

### Estado de la técnica

10

Por ejemplo, se requiere que una estructura anular como el casco de los aviones tenga una resistencia y ligereza excelentes y, por lo tanto, esté fabricada, en algunos casos, con un material compuesto formado por fibras de refuerzo impregnadas de resina. Sin embargo, el casco tiene normalmente una forma transversal modificada que comprende secciones curvadas, en forma de C o de T y resulta difícil construir un casco que tenga esa forma transversal modificada con el material compuesto.

15

20

Por ejemplo, la Literatura de Patentes 1 revela un método para formar una estructura anular que tenga forma de L en sección transversal utilizando una preforma en seco hecha de refuerzo trenzado. Concretamente, tal como se ilustra en la FIG. 14, primero se fabrica una preforma en seco larga en forma de lámina 105 que tenga una estructura textil triaxial formada por fibras (hebras centrales) 105b orientadas en dirección longitudinal y fibras (hebras trenzadas) 105a orientadas en ángulos de trenzado de  $\pm \alpha$  con respecto a la dirección longitudinal. Entonces, como se ilustra en la FIG. 15, la preforma en seco larga en forma de lámina 105 se forma en forma de L en sección transversal formada por una porción plana 121 y una porción perpendicular 122 al ser curvada a lo largo de una sección intermedia de lado corto. Entonces, la porción perpendicular 122 se dirige hacia dentro y la preforma en seco 105 es deformada en forma de arco circular. A continuación, como se ilustra en la FIG. 16, una pluralidad de preformas en seco de arco circular 105 se acoplan entre sí. De este modo se forma una preforma en seco anular 102 con forma de L en sección transversal.

25

30

Sin embargo, en la preforma en seco fabricada con el trenzado como se ilustra en la FIG. 14, las hebras del trenzado 105a están rizadas en forma de onda y por lo tanto la resistencia en las direcciones de las fibras es menor que la de las fibras de refuerzo del revestimiento. Además, para ondular las hebras de trenzado 105a con las hebras centrales 105b, es necesario ordenar las hebras centrales 105b protegiendo al mismo tiempo los espacios huecos. Por lo tanto, la densidad de las hebras centrales 105b disminuye, lo cual provoca una disminución de la resistencia en la dirección longitudinal. Además, la resina penetra en los espacios huecos entre las hebras centrales 105b, lo cual provoca un aumento del peso. Además, la preforma en seco anular 102 se forma acoplando la pluralidad de preformas en seco de arco circular 105 entre sí, y por lo tanto las fibras de refuerzo no son continuas en la dirección anular. Como resultado, disminuye la resistencia en la dirección anular.

35

40

Por su parte, la Literatura de Patentes 2 revela una estructura anular formada por una pluralidad de capas de fibras en cada una de las cuales las fibras de refuerzo están orientadas en una dirección predeterminada. En concreto, tal como se ilustra en la FIG. 17, se ha formado un laminado textil en forma de lámina 209 laminando una capa de fibras 210 en una primera dirección de las fibras ( $+45^\circ$ ), una capa de fibras 211 en una segunda dirección de las fibras ( $-45^\circ$ ), y una capa adicional 212 en una tercera dirección de las fibras ( $0^\circ$ ). El laminado textil 209 se curva para formar una pieza en bruto que tenga forma de L en sección transversal y luego la pieza bruta con forma de L en sección transversal se curva en dirección anular. De este modo se forma la estructura anular. Como se describe arriba, las fibras están alineadas en cierta dirección en cada una de las capas de fibras y de ahí que las fibras sean lineales. Como resultado, la resistencia en las direcciones de las fibras es más alta que la del trenzado en el que las fibras están onduladas. Además, no es necesario ondular las fibras y por lo tanto pueden colocarse sin proteger los espacios huecos, con el resultado de que la densidad aumenta. Por lo tanto, la resistencia de la estructura anular aumenta aún más. Además, se reduce la cantidad de resina que penetra entre las fibras, lo cual provoca una reducción del peso de la estructura anular.

50

EP0172098A1 divulga una preforma en seco que tiene forma anular hueca y está formada por una pluralidad de capas de fibras de refuerzo. Adecuadas para un tanque rígido o flexible para gas o líquido a presión, las fibras están alineadas en una dirección de  $90^\circ$  entre sí, con el fin de estabilizar el tanque en la dirección de su máxima tensión de trabajo.

55

DE102007049347A1 describe un método para producir una preforma hecha de material textil semiacabado para un perfil de estructura anular hecho de material de fibras compuesto. Las fibras preformadas en forma de tiras se enrollan en el perfil de la estructura que gira en torno a su eje central. Unas incisiones en la banda de fibras en dirección axial permiten que se doblen en segmentos del perfil de la estructura que se extienden en dirección radial con respecto al eje de rotación.

60

US2006/0048890A1 divulga un método para fabricar una estructura compuesta reforzada con fibras. Se pegan entre sí un tejido plano anular y una brida perpendicular al tejido y la preforma de fibra anular resultante se impregna con una resina de matriz.

65

US2010/0252182A1 divulga un dispositivo para fabricar un componente compuesto de fibras con al menos un

dispositivo de distribución para colocar al menos material de forma curvada sobre la superficie de un molde de herramienta o producto semiacabado para fabricar el componente compuesto de fibras.

#### Lista de citas

Literatura de Patentes 1: JP 2006-69166 A

Literatura de Patentes 2: JP 2008 543670 A Resumen de la invención

#### Descripción breve de la invención

No obstante, la estructura anular obtenida por el método divulgado en la Literatura de Patentes 2 tiene un bajo grado de libertad de diseño. Concretamente, la sección de lámina plana (parte de la base) no puede curvarse en dirección anular en un solo plano cuando las fibras están dispuestas en una tercera dirección de las fibras (dirección anular). Por lo tanto, es necesario formar la sección de lámina plana únicamente con capas de fibras en la primera dirección de las fibras y la segunda dirección de las fibras (+/-45°), lo cual puede provocar el riesgo de que la resistencia en la dirección anular en la sección de lámina plana sea insuficiente. Además, el laminado textil en forma de lámina 209 formado por la laminación de las capas de fibras formada cada una por fibras alineadas (ver FIG. 17) tiene un grado menor de libertad de orientación de las fibras que la de la preforma en seco 105 (ver FIG. 14) formada por trenzado. Por lo tanto, es difícil deformar el laminado textil en forma de lámina 209 en la forma deseada. En particular, cuando una parte de la estructura anular es diferente en forma transversal en la dirección anular, es significativamente difícil deformar el laminado textil en forma de lámina 209 para que obtenga la forma deseada. Además, cuando la estructura anular tiene un diámetro grande (por ejemplo, diámetro de 5 m o más) para su uso, por ejemplo, como casco anular para el cuerpo de los aviones, es difícil realizar la operación de conformar la estructura anular curvando el laminado textil en forma de lámina 209 como se describe arriba. La operación se ve facilitada cuando, por ejemplo, la estructura anular se forma acoplando una pluralidad de segmentos de arco circulares entre sí. Sin embargo, en este caso, la resistencia disminuye en la dirección anular como en el caso arriba mencionado.

Un objeto de la presente invención es proporcionar una preforma en seco anular hueca que sea excelente en cuanto a resistencia, ligereza, se forme fácilmente y se diseñe con un mayor grado de libertad, una estructura anular hecha de material compuesto utilizando la preforma en seco y un método de fabricación de la estructura anular.

Con el fin de alcanzar el objeto arriba mencionado, la presente invención proporciona un método de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1.

La preforma en seco tiene las siguientes ventajas. (1) La preforma en seco comprende la pluralidad de capas de fibras de refuerzo formada cada una por las fibras de refuerzo alineadas en paralelo entre sí y de ahí que la resistencia sea mayor y el peso inferior a las trenzadas en las que las fibras de refuerzo están onduladas. (2) La preforma en seco anular puede formarse simplemente enrollando las fibras de refuerzo en espiral en el mandril anular. De ese modo, a diferencia del método divulgado en la Literatura de Patentes 2 anterior, ya no es necesario realizar la operación de curvado del laminado textil en forma de lámina y, por lo tanto, la preforma en seco puede formarse más fácilmente. (3) Las fibras de refuerzo se hacen continuas en dirección anular por al menos una rotación mientras están siendo enrolladas en torno al perímetro exterior del mandril anular. De este modo, la preforma en seco puede formarse continuamente en la dirección anular. Así, la resistencia es mayor que en el caso en el que la pluralidad de preformas en seco de arco circular estén acopladas entre sí. (4) Las fibras de refuerzo se enrollan de acuerdo con una forma periférica externa del mandril anular. Así, incluso cuando la forma transversal de la estructura anular sea diferente en partes en la dirección anular, la preforma en seco puede conformarse de acuerdo con el mandril anular.

La preforma en seco arriba mencionada está provista de capas de fibras de refuerzo en direcciones arbitrarias además de la de la primera capa de fibras de refuerzo y por tanto puede ser diseñada con un mayor grado de libertad. Se ha previsto una segunda capa de fibras de refuerzo, formada por fibras de refuerzo que se enrollan en espiral en torno a la periferia externa del mandril anular, continúan en dirección anular por la cantidad de al menos una rotación y están alineadas en una dirección simétrica a la dirección de las fibras de refuerzo de la primera capa de fibras de refuerzo con respecto a la dirección anular. Se ha previsto una tercera capa de fibras de refuerzo, formada por fibras de refuerzo que continúan en dirección anular por la cantidad de al menos una rotación y están alineadas en dirección anular.

Utilizando la preforma en seco arriba mencionada, la estructura anular hecha del material compuesto puede ser fácilmente obtenida. En concreto, es posible obtener la estructura anular hecha del material compuesto comprendiendo al menos una de una pluralidad de preformas en seco divididas formadas por dividir la preforma en seco anular hueca arriba mencionada a lo largo de la dirección anular y una resina impregnada en al menos una de la pluralidad de preformas divididas. Esta estructura anular puede utilizarse, por ejemplo, como casco para los aviones.

La preforma en seco tal como se describe arriba puede fabricarse por un método definido en la reivindicación 1 y separando la preforma en seco del mandril anular dividiendo la preforma en seco a lo largo de la dirección anular en una pluralidad de preformas en seco divididas; e impregnando una resina en la pluralidad de preformas en seco divididas.

De manera alternativa, la preforma en seco tal como se describe arriba puede fabricarse mediante un método que se define en la reivindicación 1 e impregnando una resina en la preforma en seco para que se forme un material compuesto; y separando el material compuesto del mandril anular dividiendo el material compuesto a lo largo de la dirección anular en una pluralidad de materiales compuestos divididos. En este caso, la formación de la preforma en seco y la impregnación de la resina pueden realizarse de forma simultánea colocando fibras de refuerzo en la periferia externa del mandril anular después de haber aplicado una resina en las superficies de las fibras de refuerzo.

Cuando se forma la primera capa de refuerzo al enrollar un haz de fibras de refuerzo, que se forma a partir de una pluralidad de fibras de refuerzo alineadas en paralelo entre sí, en torno a la periferia externa del mandril anular, la fibra de refuerzo se puede enrollar de manera eficiente.

Además, cuando la preforma en seco comprende una tercera capa de fibras de refuerzo formada de fibras de refuerzo que continúan en la dirección anular por la cantidad de al menos una rotación y están alineadas en dirección anular, la tercera capa de fibras de refuerzo puede ser fácilmente fijada a la periferia exterior del mandril anular suministrando las fibras de refuerzo alineadas en dirección anular en la periferia externa del mandril y enrollando las fibras de la primera capa de fibras de refuerzo en espiral en torno a la periferia externa de las fibras de refuerzo de la tercera capa de fibras de refuerzo.

Tal como se describe arriba, según la presente invención, es posible obtener una preforma en seco anular que sea excelente en cuanto a la resistencia, ligereza, facilidad de formación y diseñada con un mayor grado de libertad, una estructura anular hecha de un material compuesto utilizando la preforma en seco y un método de fabricación para la estructura anular.

#### Descripción breve de las figuras

Los detalles de la invención se aprecian en las figuras que se acompañan, no pretendiendo éstas ser limitativas del alcance de la invención:

- [FIG. 1] Vista frontal de una estructura anular de acuerdo con la forma de realización de la presente invención.
- [FIG.2] Perspectiva de sección tomada a lo largo de la línea X-X de la FIG.1
- [FIG.3] Perspectiva de sección que representa una estructura laminar de capas de fibras de refuerzo de la estructura anular.
- [FIG.4] Vista frontal que representa una etapa de formación de una preforma en seco en un método de fabricación de la estructura anular, ilustrando cómo se suministran una primera capa de fibras de refuerzo y una tercera capa de fibras de refuerzo.
- [FIG.5] Una vista ampliada de la FIG. 4.
- [FIG. 6] Perspectiva de sección tomada a lo largo de la línea Y-Y de la FIG. 5.
- [FIG. 7] Otra vista frontal que representa la etapa de formación de la preforma en seco en el método de fabricación para la estructura anular, ilustrando cómo se suministra una segunda capa de fibras de refuerzo.
- [FIG.8] Perspectiva de sección de una preforma en seco anular hueca y un mandril anular hueco.
- [FIG. 9] Perspectiva de sección de una etapa de separación en el método de fabricación de la estructura anular.
- [FIG. 10] Perspectiva de sección de una estructura anular de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención.
- [FIG. 11] Perspectiva de sección que representa una etapa de separación en un método de fabricación según otra forma de realización de la presente invención.
- [FIG.12] Perspectiva de sección de una estructura anular según otra forma de realización.
- [FIG. 13] Vista frontal que representa una etapa de formación de una preforma en seco en un método de fabricación según otra forma más de realización de la presente invención, ilustrando cómo se enrollan las fibras de refuerzo de la primera capa de fibras de refuerzo.
- [FIG. 14] Vista en perspectiva de una preforma en seco en forma de lámina larga hecha de trenzado (correspondiente a la FIG. 4 de la Literatura de Patentes 1).
- [FIG. 15] Vista en perspectiva que representa un estado en el que la preforma en seco en forma de lámina larga de la FIG. 14 es curvada a lo largo de una sección intermedia corta (correspondiente a la FIG. 5 de la Literatura de Patentes 1).
- [FIG. 16] Vista en perspectiva de una preforma en seco anular formada por el acoplamiento de preformas en seco de la FIG. 15 (correspondiente a la FIG. 6 de la Literatura de Patentes 1).
- [FIG. 17] Vista en planta de un laminado textil en forma de lámina (correspondiente a la FIG. 3 de la Literatura de Patentes 2)....

#### Descripción detallada de la invención

A continuación se describen las formas de realización fabricadas según la presente invención con referencia a los

dibujos.

La FIG. 1 ilustra una estructura anular 1 fabricada de acuerdo con la presente invención. La estructura anular 1 se utiliza como casco para cuerpos de aviones y tiene un diámetro de aproximadamente 3 m a 10 m. Como se ilustra en la FIG. 2, la estructura anular 1 tiene una forma en C en sección transversal. Concretamente, la estructura anular 1 está formada de una banda en forma de lámina sustancialmente plana 2 y bridas cilíndricas 3 colocadas sustancialmente en vertical a partir de un extremo radialmente interior y un extremo radialmente exterior de la banda 2. La forma transversal de la estructura anular 1 es algo diferente en partes en una dirección anular. Concretamente, aunque no se muestra con detalle, en las piezas que requieren tener una resistencia especialmente alta, se dispone que una dimensión corta L2 de la banda 2 y una dimensión corta L3 de las bridas 3 para que sean un poco más grandes a efectos de mejorar la resistencia. Por otra parte, en las secciones que se requiere que tengan una resistencia relativamente baja, se dispone que la dimensión corta L2 de la banda y la dimensión corta L3 de las bridas sean algo menores a efectos de reducir el peso.

La estructura anular 1 se fabrica con un material compuesto obtenido impregnando con una resina una preforma en seco formada por una pluralidad de capas de fibras de refuerzo laminadas. Ejemplos de fibras de refuerzo comprenden fibra de carbono y fibra de vidrio. Ejemplos de la resina comprenden una resina termo endurecible y una resina termoplástica. Concretamente, la resina termo endurecible comprende resina epoxi, una resina de bismaleimida y una resina de poliimida y la resina termoplástica comprende una resina cetónica o poliéter.

Como se muestra en la FIG. 3, la estructura anular 1 comprende una pluralidad de capas de fibras de refuerzo compuesta cada una de fibras de refuerzo alineadas en una dirección predeterminada. En la ilustración se ha laminado una primera capa de fibras de refuerzo 11 formada de fibras de refuerzo orientadas en una dirección en la que las fibras de refuerzo se cortan con la dirección anular en un ángulo predeterminado (en lo sucesivo, referido como dirección  $+\theta$ ), una segunda capa de fibras de refuerzo 12 formada por fibras de refuerzo orientadas en una dirección simétrica a la de las fibras de refuerzo de la primera capa de fibras de refuerzo 11 con respecto a la dirección anular (en lo sucesivo, referido como dirección  $-\theta$ ), y una tercera capa de fibras de refuerzo 13 formada de fibras de refuerzo orientadas en la dirección anular (en lo sucesivo, referido como dirección  $0^\circ$ ). La primera capa de fibras de refuerzo 11, la segunda capa de fibras de refuerzo 12 y la tercera capa de fibras de refuerzo 13 están laminadas de manera que las direcciones de orientación de las fibras respectivas se entrecruzan cada una con la de la capa adyacente. En este modo de realización, la tercera capa de fibras de refuerzo 13 ( $0^\circ$ ), la primera capa de fibras de refuerzo 11 ( $+\theta$ ) y la segunda capa de fibras de refuerzo 12 ( $-\theta$ ) son repetidamente laminadas en este orden, siendo el número de cada una de las tres capas, por ejemplo, de cinco a diez. Cada uno de los ángulos de orientación  $\theta$  de la primera capa de fibras de refuerzo 11 y de la segunda capa de fibras de refuerzo 12 está fijado en un rango de  $20^\circ$  a  $70^\circ$ , por ejemplo, en  $60^\circ$ . La primera capa de fibras de refuerzo 11, la segunda capa de fibras de refuerzo 12 y la tercera capa de fibras de refuerzo 13 se disponen de forma continua a lo largo de la banda 2 y el par de bridas 3. En particular, en la primera capa de fibras de refuerzo 11 y en la segunda capa de fibras de refuerzo 12, las fibras de refuerzo continúan ininterrumpidamente desde el extremo 3a de una de las bridas 3 hasta el extremo 3a de otra de las bridas 3 y están orientadas según un cierto ángulo.

La estructura anular 1 arriba mencionada se fabrica según una etapa de conformado de la preforma en seco, una etapa de separación y una etapa de impregnación con resina. A continuación, esas etapas se describen secuencialmente.

La etapa de formación de la preforma en seco se refiere a una etapa de conformar una preforma en seco anular hueca mediante la alimentación de fibras de refuerzo a una periferia externa de un mandril anular 20 como se representa en la FIG 4. El mandril 20 tiene, por ejemplo, una forma rectangular en sección transversal (forma cuadrada en este modo de realización) y tiene una forma anular similar a la de la estructura anular 1 representada en la FIG. 1. En la ilustración el mandril 20 se ha realizado con forma hueca a efectos de reducir el peso. Como se describe arriba, la forma de sección transversal de la estructura anular 1 es algo diferente en partes en la dirección anular. Por lo tanto, de acuerdo con ello, la forma de sección transversal del mandril 20 es también algo diferente en partes en la dirección anular.

Un aparato de alimentación para suministrar fibras de refuerzo a una superficie periférica exterior del mandril 20 comprende una sección de accionamiento giratorio (no mostrada) para hacer girar el mandril 20 a un lado en la dirección anular (dirección en sentido de las agujas del reloj en la FIG. 4, ver la flecha), una sección de alimentación de fibras anular 30 para suministrar fibras de refuerzo a la superficie periférica externa del mandril 20 a lo largo de la dirección anular, y una sección de enrollado de fibras 40 para enrollar las fibras de refuerzo en torno a la superficie periférica externa del mandril 20.

Una pluralidad de fibras de refuerzo alimentadas a partir de la sección de alimentación de fibras anular 30 están dispuestas por medio de una guía 31 sobre la superficie periférica externa del mandril 20. La guía 31 está provista de una pluralidad de perforaciones de guía (no mostradas) para guiar las fibras de refuerzo. Mediante el guiado de las fibras de refuerzo a través de las perforaciones de guía, las fibras de refuerzo están dispuestas sobre la superficie periférica externa del mandril 20 en un estado en el que las fibras de refuerzo están alineadas en dirección anular. En este modo de realización, las fibras de refuerzo anulares están dispuestas con una densidad uniforme sobre toda la superficie periférica externa del mandril 20 con una forma rectangular en sección transversal. De este modo, la tercera capa de fibras de refuerzo 13 obtenida por orientar las fibras de refuerzo en dirección anular ( $0^\circ$ ) es suministrada sobre

la superficie periférica externa del mandril 20.

De manera simultánea, una pluralidad de fibras de refuerzo alimentadas desde la sección de enrollado de fibras 40 son enrolladas en torno a la superficie periférica externa del mandril 20 por medio de otra guía 41, como se ilustra en la FIG. 5. La guía 41 está provista de una pluralidad de perforaciones de guía (no mostradas) para guiar las fibras de refuerzo. En este modo de realización, las perforaciones de guía están dispuestas en dirección anular, y de ahí que la pluralidad de fibras de refuerzo guiadas por las perforaciones de guía estén dispuestas en dirección anular. De este modo, se forma un haz de fibras en forma de lámina A. Luego, como se ilustra en la FIG. 6, tanto la sección de enrollado de fibras 40 como la guía 41 giran en torno al mandril 20 de manera que el haz de fibras en forma de lámina A se enrolla en torno a la periferia externa del mandril 20 (ver FIG. 5). En este caso, cuando la sección de enrollado de fibras 40 y la guía 41 giran mientras el mandril 20 da vueltas hacia un lado en la dirección anular (ver la flecha), se obtiene un haz de fibras en forma de lámina A formado por las fibras de refuerzo alineadas en paralelo entre sí en un ángulo predeterminado (+ $\theta$ ) con respecto a la dirección anular C. Además, cuando el mandril 20 da vueltas hacia un lado en dirección anular en una magnitud equivalente a la anchura W del haz de fibras en forma de lámina A durante una vuelta de la sección de enrollado de fibras 40 y la guía 41 en torno al mandril 20, los haces de fibras A son depositados alrededor de la periferia exterior del mandril 20 sin espacios huecos. Hay que observar que, aunque la forma en sección transversal del mandril 20 es diferente en partes en la dirección anular, cuando el haz de fibras en forma de lámina A se enrolla en torno al mandril 20, cada una de las fibras de refuerzo del haz de fibras en forma de lámina A se adapta a la forma periférica externa del mandril 20. Por lo tanto, el haz de fibras A puede adaptarse fácilmente como un todo a la forma periférica externa del mandril 20. De este modo, la primera capa de fibras de refuerzo 11 obtenida por la alineación de las fibras de refuerzo en una dirección (+ $\theta$ ) en la que las fibras de refuerzo se cortan con la dirección anular C es suministrada a la periferia externa del mandril 20. Mediante el enrollado del haz de fibras A en torno a la periferia externa de la tercera capa de fibras de refuerzo 13 suministrada desde la sección de alimentación de fibras anular 30 mediante la intermediación de la guía 31 sobre la superficie periférica externa del mandril 20 tal como se ha descrito arriba, la tercera capa de fibras de refuerzo 13 se fija en la periferia externa del mandril 20.

Una vez que las fibras de refuerzo de la primera capa de fibras de refuerzo se enrollan mediante una vuelta del mandril 20 en dirección anular de acuerdo con la rotación del mandril 20 en dirección anular, que tiene lugar por la sección de accionamiento giratorio, la sección de accionamiento giratorio, la sección de enrollado de fibras 40 y la guía 41 se detienen y las fibras de refuerzo suministradas por la sección de enrollado de fibras 40 y las fibras de refuerzo en la dirección anular son cortadas una vez. Luego, como se ilustra en la FIG. 7, el mandril 20 da vueltas mediante la sección de accionamiento giratorio hacia otro lado en la dirección anular (dirección contraria a las agujas del reloj en la FIG. 7, ver la flecha) a la misma velocidad que en el caso más arriba mencionado. De manera simultánea, la sección de enrollado de fibras 40 y la guía 41 giran en la misma dirección a la misma velocidad que las del caso arriba mencionado. De este modo, el haz de fibras en forma de lámina A formado por fibras de refuerzo alineadas en un ángulo predeterminado (- $\theta$ ) con respecto a la dirección anular C se enrolla en torno a la superficie periférica externa del mandril 20, con el resultado de que la segunda capa de fibras de refuerzo 12 es laminada alrededor de una periferia externa de la primera capa de fibras de refuerzo 11. Mediante la repetición de las etapas arriba mencionadas, la tercera capa de fibras de refuerzo 13, la primera capa de fibras de refuerzo 11 y la segunda capa de fibras de refuerzo 12 son laminadas secuencialmente (ver FIG. 3). De este modo, se forma una preforma en seco anular hueca 50 en torno a la periferia externa del mandril 20 (ver la FIG. 8). Observar que el método de formación de la segunda capa de fibras de refuerzo 12 no está limitado a lo descrito arriba. Por ejemplo, la segunda capa de fibras de refuerzo 12 puede formarse haciendo girar la sección de enrollado de fibras 40 y la guía 42 en una dirección inversa a la dirección de la flecha en la FIG. 6 (dirección en sentido de las agujas del reloj) mientras el mandril 20 da vueltas con la sección de accionamiento giratorio hacia el lado en dirección anular (en la misma dirección que se representa en la FIG. 5).

La preforma en seco 50 se fija temporalmente con aglutinante o similar. Concretamente, después de formar la preforma 50 mezclando fibras de aglutinante termoadhesivo en las fibras de refuerzo suministradas desde la sección de alimentación de fibras anular 30 o las fibras de refuerzo suministradas desde la sección de enrollado de fibras 40, la preforma en seco 50 así formada se calienta para que las fibras aglutinantes se fundan. Cuando las fibras aglutinantes se solidifican, la preforma en seco 50 puede fijarse temporalmente. Alternativamente, la fijación temporal puede llevarse a cabo aplicando aglutinante en forma de polvo adhesivo o en spray a una superficie de la preforma en seco 50 después de formar la preforma en seco 50. Observar que, cuando sea necesario pueden fijarse temporalmente secciones extremas de las fibras de refuerzo a una superficie del mandril 20 o una superficie de la capa de fibras de refuerzo con aglutinante o similar.

Como se representa en la FIG. 9 la preforma en seco anular hueca 50 así obtenida se divide en una pluralidad de piezas (dos en la ilustración) a lo largo de la dirección anular y el mandril 20 se saca del interior (etapa de separación). De este modo se obtiene un par de preformas en seco divididas 51 que tiene cada una la misma forma que la de la estructura anular 1 ilustrada en la FIG. 1, es decir, una forma en C en sección transversal formada por una banda 52 y bridas 53. En este caso, es preferible disponer secciones extremas de las fibras de refuerzo de la primera capa de fibras de refuerzo 11 y la segunda capa de fibras de refuerzo 12 sobre superficies divididas de la preforma en seco anular hueca 50 para que no se formen costuras de las fibras de refuerzo en la primera capa de fibras de refuerzo 11 y la segunda capa de fibras de refuerzo 12 de la banda 52 o las bridas 53 de cada una de las preformas en seco divididas 51.

En la etapa de impregnación de resina, la preforma en seco dividida 51 separada del mandril 20 se impregna con resina y la resina se solidifica. De este modo se forma un material compuesto. El método para impregnar y solidificar la resina no está particularmente limitado. Por ejemplo, la resina puede impregnarse y solidificarse mediante un método de moldeo de transferencia de resina (RTM). De este modo se completa la estructura anular 1 hecha del material compuesto (consulte la FIG.1).

La presente invención no se limita al modo de realización arriba mencionado. De aquí en adelante se describen otros modos de realización de acuerdo con la invención. Las partes que tienen las mismas funciones que las de la modalidad arriba indicada se mencionan con los mismos símbolos de referencia y se omiten las descripciones repetidas.

En la modalidad arriba mencionada, la etapa de impregnación de resina se realiza después de la etapa de separación, pero a la inversa, después de que se forme un material compuesto anular hueco impregnando una resina en la preforma en seco anular hueca 50 ilustrada en la FIG. 8, el material compuesto así formado puede dividirse a lo largo de la dirección anular de manera que el mandril 20 es extraído del interior. En este caso, la etapa de impregnación de resina y la etapa de formación de la preforma en seco pueden realizarse de forma simultánea. Por ejemplo, se aplica una resina con antelación impregnando de una forma similar, las superficies de las fibras de refuerzo alimentadas por la sección de alimentación de fibras anular 30 y las fibras de refuerzo están alineadas en la dirección anular y suministradas en la periferia externa del mandril 20. Suministrando las fibras de refuerzo en dirección anular a la periferia externa del mandril 20, la resina que se adhiere a las fibras de refuerzo se impregna en la preforma en seco 50. Y después de esa operación se puede obtener la estructura anular 1 hecha con el material compuesto por calentamiento.

Además, en el modo de realización arriba mencionado, la estructura anular 1 tiene una forma en C en sección transversal pero la presente invención no está limitada a ello. Por ejemplo, se puede formar también una estructura anular 101 que tenga una forma de H en sección transversal tal como se representa en la FIG. 10. En este caso, la estructura anular 1 se forma impregnando resina en el par de preformas en seco divididas 51 teniendo cada una forma en C en sección transversal y luego el par de preformas en seco divididas 51 se fijan dorso con dorso entre sí. De este modo se obtiene la estructura anular 101 que tiene forma de H en sección transversal. De manera alternativa, la estructura anular 101 que tiene forma de H en sección transversal se obtiene impregnando una resina en un estado en el que el par de preformas en seco divididas 51 con forma en C cada una en sección transversal están dispuestas dorso con dorso entre sí.

Aún más, en el modo de realización arriba mencionado, la preforma en seco anular hueca 50 se divide en dos en la etapa de separación, pero la presente invención no se limita a ello. Por ejemplo, tal como se ilustra en la FIG. 11, la preforma en seco 50 puede dividirse en tres. En la ilustración la preforma en seco 50 se divide en una preforma en seco dividida cilíndrica 61 y un par de preformas en seco divididas 62 que tienen cada una forma en L en sección transversal. Las estructuras anulares 261 y 262 se obtienen impregnando resina en las preformas en seco divididas 61 y 62. Dichas estructuras anulares 261 y 262 pueden utilizarse de manera independiente entre sí o pueden formar una estructura anular 201 que tiene forma de H en sección transversal, combinándose e integrándose una en la otra como se representa en la FIG. 12.

Aún más, en el modo de realización arriba mencionado, la sección de enrollado de fibras 40 suministra el haz de fibras en forma de lámina A formado por fibras de refuerzo alineadas en dirección anular, pero la presente invención no se limita a ello. Por ejemplo, tal como se ilustra en la FIG. 13 la sección de enrollado de fibras 40 puede comprender una pluralidad de (ocho en la ilustración) secciones de enrollado de fibras 40 dispuestas a intervalos iguales a lo largo de la periferia externa del mandril 20. La guía 41 se provee anularmente para que rodee la periferia externa del mandril 20 y está provista de perforaciones de guía a intervalos iguales. Haciendo girar juntas la pluralidad de secciones de enrollado de fibras 40 y la guía 41 en las direcciones indicadas por las flechas, las fibras de refuerzo se enrollan alrededor de la periferia externa del mandril 20. En este caso, las fibras de refuerzo anulares suministradas a la periferia externa del mandril 20 (tercera capa de fibras de refuerzo 13) pueden ser prensadas simultánea y sustancialmente con las fibras de refuerzo suministradas a partir de la pluralidad de secciones de enrollado de fibras 40 en toda la periferia.

Aún más, en el modo de realización arriba mencionado el mandril 20 tiene una forma rectangular en sección transversal pero la presente invención no se limita a ello. Por ejemplo, el mandril 20 puede tener una forma trapezoidal en sección transversal o una forma circular en sección transversal.

Aún más, en el modo de realización arriba mencionado, se ha previsto la primera capa de fibras de refuerzo 11 y la segunda capa de fibras de refuerzo 12 orientadas en direcciones inclinadas respectivas (dirección  $+\theta$  y dirección  $-\theta$ ) con respecto a la dirección anular y la tercera capa de fibras de refuerzo 13 orientada en dirección anular (dirección  $0^\circ$ ). Sin embargo, la presente invención no se limita a ello y puede cambiarse adecuadamente una combinación de esas capas de acuerdo con la resistencia y una dirección en la que se requiera resistencia. Por ejemplo, puede añadirse otra capa de fibras de refuerzo inclinadas en otra dirección a la primera capa de fibras de refuerzo 11, la segunda capa de fibras de refuerzo 12 y la tercera capa de fibras de refuerzo 13.

Aún más, en el modo de realización arriba mencionado, la estructura anular 1 se utiliza como estructura anillar para

carcasas de aviones, pero la presente invención no se limita a ello. Por ejemplo, la estructura anular 1 puede utilizarse como llanta para bicicletas y automóviles.

**Listado de referencias**

- 5 1 Estructura anular
- 2 Banda
- 3 Brida
- 11 Primera capa de fibras de refuerzo
- 10 12 Segunda capa de fibras de refuerzo
- 13 Tercera capa de fibras de refuerzo
- 20 Mandril
- 30 Sección de alimentación de fibras anular
- 31 Guía
- 15 40 Sección de enrollado de fibras
- 41 Guía
- 50 Preforma en seco
- A Haz de fibras en forma de lámina



## REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una preforma en seco anular hueca (50) dispuesta en la periferia externa de un mandril anular (20), comprendiendo la preforma en seco (50) una pluralidad de capas de fibras de refuerzo (13, 11, 12) formadas cada una por fibras de refuerzo alineadas en una dirección predeterminada que se corta con la de la capa adyacente, el método de fabricación comprende:

- disponer una tercera capa de fibras de refuerzo (13) formada por fibras de refuerzo que se prolongan en una dirección anular según la cantidad de al menos una rotación y están alineadas en la dirección anular sobre la superficie periférica externa de un mandril anular (20), siendo alimentadas las fibras de la tercera capa de fibras de refuerzo (13) a partir de una sección anular de alimentación de fibras (30) y estando dispuestas por medio de una guía (31) provista de una pluralidad de perforaciones de guía sobre la superficie periférica externa del mandril (20);
- disponer una primera capa de fibras de refuerzo (11) por enrollamiento de las fibras de refuerzo formadas bajo la forma de un haz de fibras de refuerzo en forma de lámina (A) en espiral alrededor de una periferia externa del mandril anular (20), prolongándose las fibras de refuerzo de la primera capa de fibras de refuerzo (11) de manera continua en la dirección anular en una cantidad de al menos una rotación y estando alineadas en una dirección en la cual las fibras de refuerzo se cortan en un ángulo predefinido ( $+\theta$ ) con respecto a la dirección anular; y
- disponer una segunda capa de fibras de refuerzo (12) por enrollamiento de fibras de refuerzo formadas bajo la forma de un haz de fibras de refuerzo en forma de lámina (A) en espiral alrededor de la periferia externa del mandril anular (20), prolongándose las fibras de refuerzo de la segunda capa de fibras de refuerzo (12) de manera continua en la dirección anular en una cantidad de al menos una rotación y estando alineadas en una dirección en la cual las fibras de refuerzo se cortan en un ángulo predeterminado ( $-\theta$ ) con relación a la dirección anular,
- las fibras de la primera capa de fibras de refuerzo (11) y de la segunda capa de fibras de refuerzo (12) son alimentadas a partir de una sección de enrollado de fibras (40) y son enrolladas alrededor de la superficie periférica externa del mandril (20) por medio de una guía (41) provista de una pluralidad de perforaciones de guía, donde cada uno de los ángulos de orientación ( $\theta$ ) de la primera capa de fibras de refuerzo (11) y de la segunda capa de fibras de refuerzo (12) se ajusta según un rango de 20 a 70°,
- donde las perforaciones de guía de la guía (41) están dispuestas en la dirección anular y por consiguiente la pluralidad de fibras de refuerzo guiadas por las perforaciones de guía están dispuestas en la dirección anular de tal manera que se forme el haz de fibras en forma de lámina (A) y donde la sección de enrollamiento de fibras (40) y la guía (41) giran alrededor del mandril (20) de manera que el haz de fibras en forma de lámina (A) se enrolle alrededor de la periferia externa del mandril (20).

2. Método de fabricación según la reivindicación 1, que comprende:

- formar una preforma en seco por un procedimiento de fabricación según la reivindicación 1;
- separar la preforma en seco del mandril anular por división de la preforma en seco a lo largo de una dirección anular en una pluralidad de preformas en seco divididas; y
- impregnar de una resina en la pluralidad de preformas en seco divididas.

3. Método de fabricación según la reivindicación 1, que comprende:

- formar una preforma en seco por un procedimiento de fabricación según la reivindicación 1;
- impregnar de una resina la preforma en seco de manera que se forme un material compuesto; y
- separar el material compuesto del mandril anular por división del material compuesto a lo largo de la dirección anular en una pluralidad de materiales compuestos divididos.

4. Método de fabricación según la reivindicación 1 donde la formación de la proforma en seco y la impregnación de la resina se efectúan simultáneamente por alimentación de las fibras de refuerzo en la periferia externa del mandril anular después de que se haya aplicado una resina en las superficies de las fibras de refuerzo.

5. Método de fabricación según la reivindicación 1 donde las fibras de refuerzo del haz de fibras de refuerzo en forma de lámina (A) están alineadas en paralelo unas con otras mediante las perforaciones de guía de la guía (41), estando las perforaciones de guía dispuestas en la dirección anular.

6. Método de fabricación según la reivindicación 1 donde cuando el mandril (20) gira a un lado en la dirección anular (C) por la cantidad de una anchura (W) del haz de fibras de refuerzo en forma de lámina (A) durante una vuelta de una sección de enrollamiento de fibras (40) y de la guía (41) alrededor del mandril (20), las fibras de refuerzo del haz de fibras de refuerzo en forma de lámina (A) se disponen alrededor de la periferia externa del mandril (20) sin espacios huecos.

Fig. 1

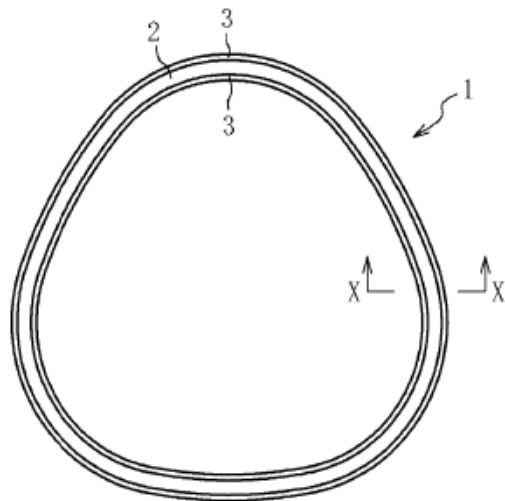


Fig. 2

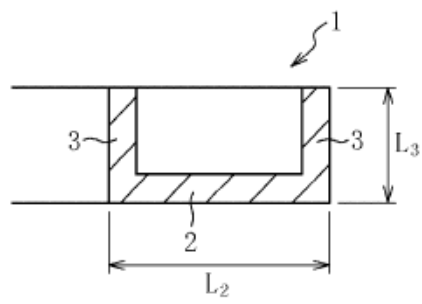


Fig. 3

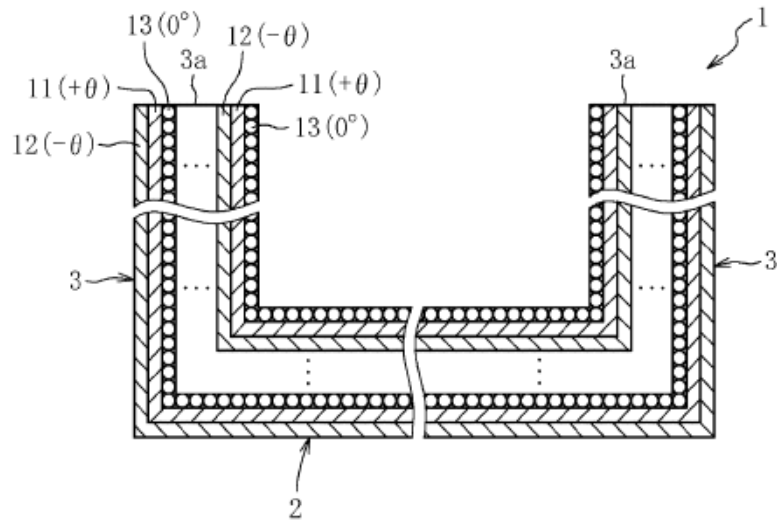


Fig. 4

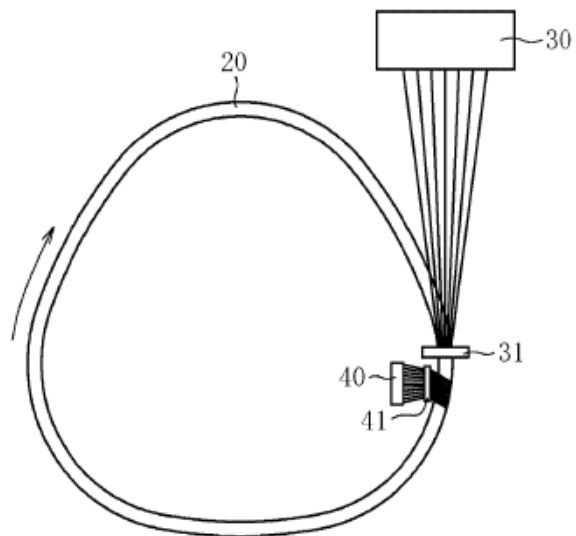


Fig. 5

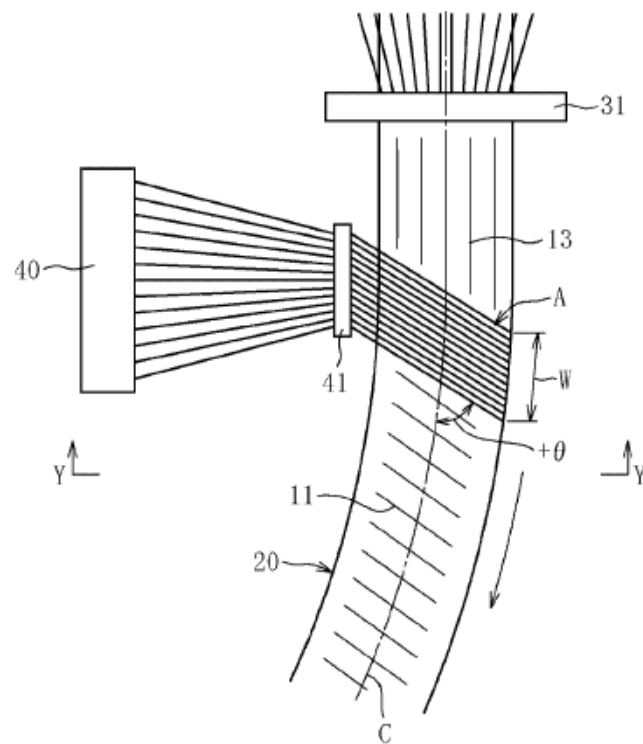


Fig. 6

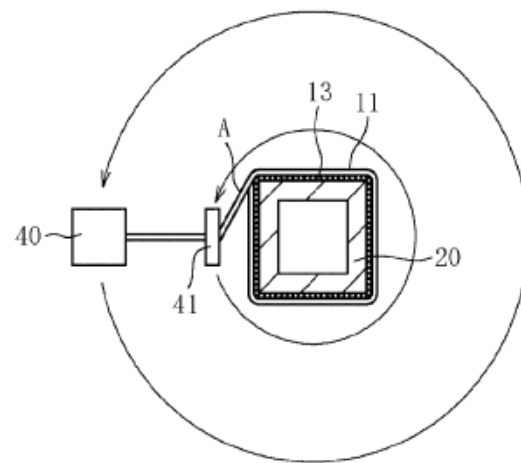


Fig. 7

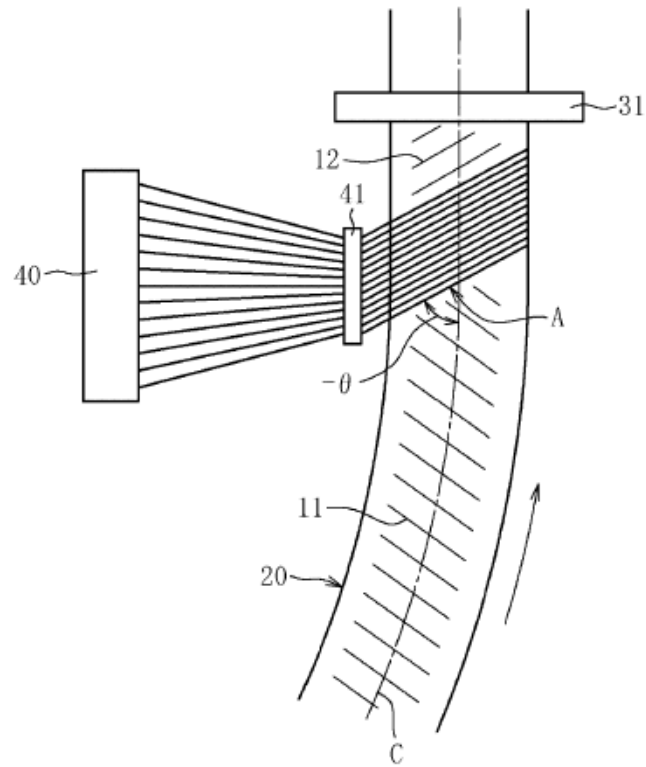
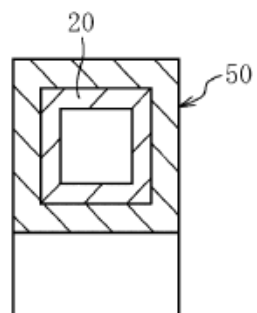
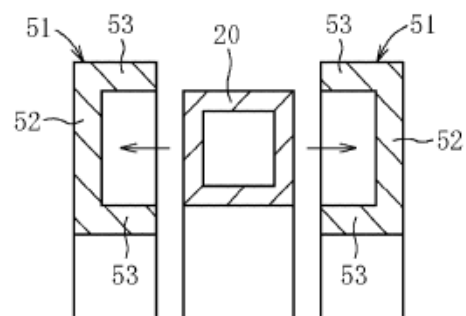


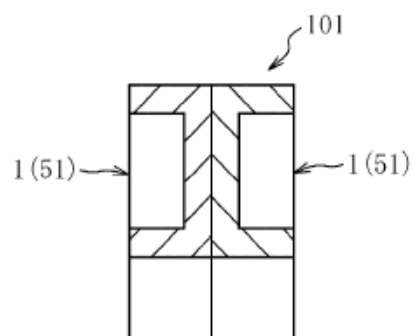
Fig. 8



**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**

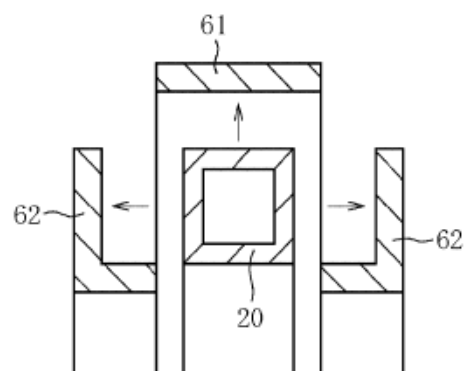


Fig. 12

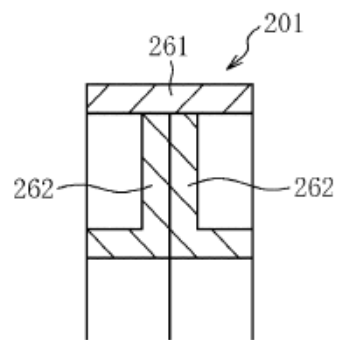
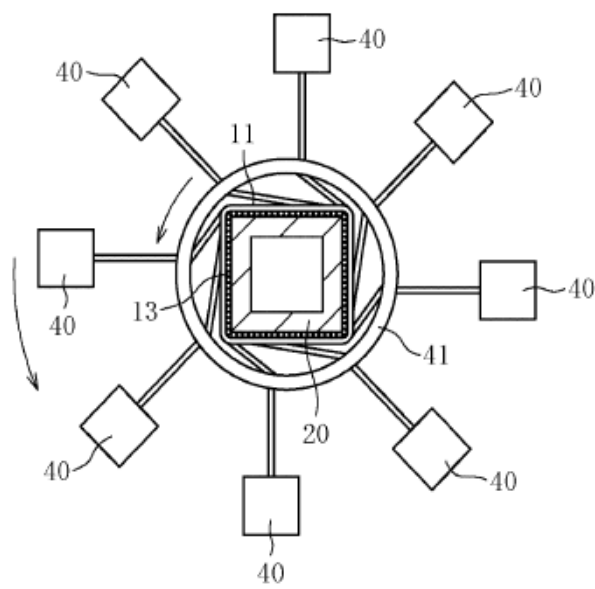
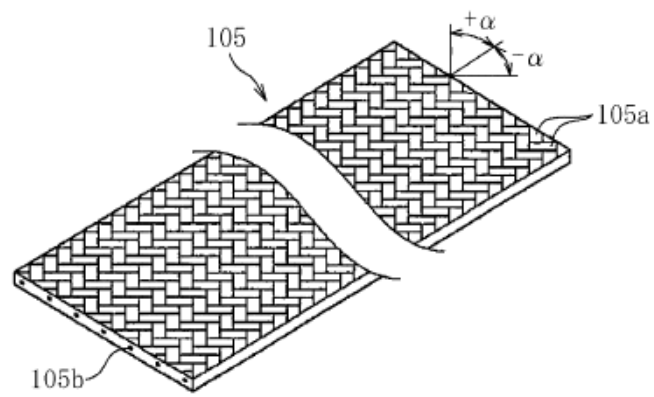


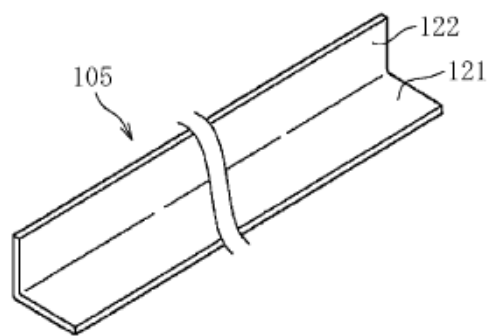
Fig. 13



**Fig. 14**

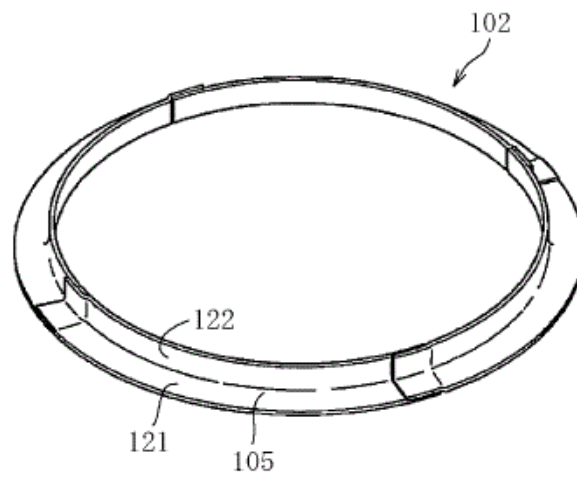


**Fig. 15**





**Fig. 16**



**Fig. 17**

