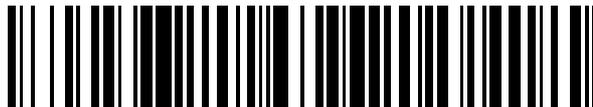


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 442**

51 Int. Cl.:

B32B 37/14 (2006.01)

B29C 70/48 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

B29L 31/08 (2006.01)

B29K 101/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2010 E 10172792 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2418072**

54 Título: **Método de fabricación de una estructura compuesta alargada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.12.2018

73 Titular/es:

**LM WIND POWER INTERNATIONAL
TECHNOLOGY II APS (100.0%)
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK**

72 Inventor/es:

**FREDSKILD, MARTIN;
MORTENSEN, BJARNE KRAB y
DAHL, MARTIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 692 442 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de una estructura compuesta alargada

La presente invención se refiere a un método para fabricar una estructura compuesta alargada tal como una mitad de carcasa de una pala de turbina eólica o una pala de turbina eólica, dicho compuesto tiene un eje longitudinal y que comprende secciones de estructura compuestas longitudinales separadas y que se forman de material polímero reforzado una matriz de polímero y material de fibra incorporada en la matriz de polímero.

Con frecuencia, las estructuras compuestas alargadas grandes de polímero reforzado con fibra se fabrican como piezas de carcasa en moldes en los que un primer lado y un segundo lado de la estructura se fabrican por separado y se ensamblan posteriormente. Por lo tanto, las palas de turbinas eólicas se fabrican generalmente como piezas de carcasa en moldes, donde el lado de presión y el lado de succión, respectivamente, se fabrican por separado. Después, las dos mitades de la pala se pegan entre sí, a menudo por medio de piezas de brida internas.

Las estructuras compuestas grandes se pueden fabricar de varias maneras. La infusión de vacío o VARTM (Moldeo por Transferencia de Resina Asistida al Vacío) es un método, que se emplea típicamente para fabricar estructuras compuestas tales como palas de turbinas eólicas que comprenden material de matriz reforzado con fibra. Durante el proceso de fabricación, el polímero líquido, también llamado resina, se carga en una cavidad de molde, en la que se ha insertado previamente material de fibra, también denominado acumulación de fibra, y donde se genera vacío en la cavidad del molde extrayendo de esta manera el polímero. El polímero puede ser termoestable o termoplástico. Típicamente, las fibras distribuidas uniformemente se disponen en capas en una primera parte de molde rígida, las fibras son mechas, es decir, haces de bandas de fibra, bandas de mechas o esteras, que son esteras de fieltro hechas de fibras individuales o esteras tejidas hechas de mechas de fibra. Posteriormente, una segunda parte de molde, que a menudo está hecha de una lámina de polímero elástica y flexible, también llamada bolsa de vacío, se coloca encima del material de fibra y se sella contra la primera parte de molde para generar una cavidad de molde. Al generar un vacío, típicamente 80-95% del vacío total en la cavidad del molde entre la primera parte del molde y la bolsa de vacío, el polímero líquido puede ser extraído y se puede llenar la cavidad del molde con el material de fibra contenido en el mismo. Las llamadas capas de distribución o tubos de distribución, también llamados canales de entrada, se utilizan entre la bolsa de vacío y el material de fibra con el fin de obtener una distribución de polímero lo más eficiente y eficaz posible. En la mayoría de los casos, el polímero aplicado es poliéster o epoxi, y el refuerzo de fibra a menudo se basa en fibras de vidrio o fibras de carbono. Sin embargo, también se pueden usar otros tipos de fibras, como fibras naturales y fibras de acero.

Durante el proceso de llenado del molde, se genera vacío a través de salidas de vacío en la cavidad del molde, a este respecto se entiende dicho vacío como una subpresión o presión negativa, por lo que el polímero líquido es arrastrado a la cavidad del molde a través de los canales de entrada para llenar dicha cavidad del molde. Desde los canales de entrada, el polímero se dispersa en todas las direcciones en la cavidad del molde debido a la presión negativa a medida que el frente de flujo se mueve hacia los canales de vacío.

A menudo, las estructuras compuestas comprenden un material de núcleo cubierto con un material reforzado con fibra tal como una o más capas de polímero reforzado con fibra. El material del núcleo se puede usar como un separador entre tales capas para formar una estructura intercalada y típicamente está hecha de un material rígido y liviano para reducir el peso de la estructura compuesta. Con el fin de garantizar una distribución eficiente de la resina líquida durante el proceso de impregnación, el material del núcleo puede estar provisto de una red de distribución de resina, por ejemplo, proporcionando canales o surcos en la superficie del material del núcleo.

Otro método para fabricar estructuras compuestas es el moldeo por transferencia de resina (RTM) que es similar a VARTM. En RTM, el polímero líquido no se introduce en la cavidad del molde debido a un vacío generado en la cavidad del molde. En cambio, la resina líquida se fuerza a la cavidad del molde a través de una sobrepresión en el lado de entrada.

Un tercer método para fabricar estructuras compuestas es el moldeo de un preimpregnado. El preimpregnado es un método en el que las fibras de refuerzo están preimpregnadas con una resina catalizada previamente. Típicamente, la resina es sólida o casi sólida a temperatura ambiente. Los preimpregnados se arreglan a mano o a máquina en una superficie de molde, una bolsa de vacío, y se calientan a una temperatura donde la resina se deja refluir y finalmente se cura. Este método tiene la ventaja principal de que el contenido de resina en el material de fibra se establece con precisión de antemano. Los preimpregnados son fáciles y limpios para trabajar y hacen que la automatización y el ahorro de mano de obra sean visibles. La desventaja de los preimpregnados es que los costos de los materiales son más altos que para las fibras no impregnadas. Además, el material del núcleo debe estar hecho de un material que sea capaz de resistir las temperaturas de proceso necesarias para hacer que la resina vuelva a fluir. El preimpregnado se puede usar tanto en relación con un proceso RTM como con un proceso VARTM.

Además, es posible fabricar estructuras compuestas huecas en una sola pieza mediante el uso de piezas de molde externas y un núcleo de molde. Tal método es, por ejemplo, descrito en el documento EP 1 310 351 y puede combinarse fácilmente con RTM, VARTM y moldeo de un preimpregnado.

5 Ciertas estructuras compuestas, como las palas de las turbinas eólicas, se han vuelto cada vez más largas a lo largo de los años, y en la actualidad se fabrican palas de más de 60 m. Como las instalaciones de producción para grandes estructuras compuestas, como las palas de las turbinas eólicas, generalmente no están ubicadas al lado del sitio de uso de las estructuras, las estructuras deben transportarse desde el sitio de producción al sitio de uso. El transporte de estructuras tan grandes a menudo es problemático ya que generalmente se transportan por carretera al menos una parte de su camino desde la instalación de producción hasta el sitio de uso. Por lo tanto, existe la necesidad de utilizar 10 palas que puedan transportarse más fácilmente.

Por lo tanto, se ha propuesto separar las palas de la turbina eólica en dos o más secciones de paletas separadas y luego ensamblar las palas en el sitio de la planta de la turbina eólica. De este modo, es posible fabricar las secciones de pala separadas en moldes más pequeños y es menos problemático transportar las secciones de palas que una cuchilla. Un ejemplo de dicha pala se describe en el documento EP 1 584 817 A1. Sin embargo, producir las secciones 15 de pala separadas en moldes separados puede crear problemas para obtener un ajuste perfecto entre las secciones de pala y, por lo tanto, para ensamblar las secciones de pala en una pala de turbina eólica.

La Patente de EE. UU. 3,967,996 divulga un método de fabricación de piezas huecas para una pala de helicóptero. El método comprende las etapas de formar una pieza en bruto de palas individuales, cada una de las cuales tiene una sustancia de pegado aplicada a la misma. Las piezas en bruto se disponen en un mandril y se conforman en la forma deseada y luego se juntan con otras piezas en bruto en una junta que se sella a través de una bolsa elástica. La pieza 20 en bruto resultante se coloca luego en un molde y se aplica presión a la bolsa para realizar un prensado final. La pala del helicóptero está fabricada como una sola pieza y no es divisible.

Patente de EE. UU. No. 2008/0115887 divulga un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Es un objeto de la invención proporcionar un nuevo método para fabricar estructuras compuestas ensambladas así 25 como para proporcionar estructuras compuestas que superan o mejoran algunas de las desventajas de la técnica anterior o que proporcionan una utilidad alternativa.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, esto se obtiene mediante un método de acuerdo con la reivindicación 1. De este modo, se forman una primera sección de estructura compuesta longitudinal y una segunda estructura compuesta longitudinal. La primera estructura compuesta longitudinal y la segunda estructura compuesta longitudinal se separan ventajosamente una de la otra en el área o interfaz de sobreposición después de la etapa f). Al fabricar las secciones de estructura compuesta longitudinal en una y la misma parte de molde y al separar la primera y la segunda disposición de fibra en el área de sobreposición por medio de la primera lámina flexible relativamente delgada, se obtiene un ajuste perfecto entre las secciones de estructura compuesta, como en el área o interfaz de sobreposición, las dos secciones de estructura compuesta se formarán completamente complementarias entre sí. 30 Después de haber sido retirados de la parte del molde y separados el uno del otro, las secciones de estructura compuestas formadas pueden, como resultado, ser transportadas por separado al sitio de uso y ensambladas allí. El ajuste perfecto entre las dos secciones de estructura compuesta permite proporcionar una unión de cola perfecta entre las dos secciones cuando se van a interconectar para formar la estructura compuesta alargada. 35

Ventajosamente, se forma una primera cavidad de molde que comprende la primera disposición de fibra y una segunda cavidad de molde que comprende la segunda disposición de fibra durante el procedimiento de fabricación. Las dos cavidades de molde están ventajosamente separadas por la primera lámina flexible. Dado que la primera lámina flexible separa la primera cavidad del molde y la segunda cavidad, se asegura que se forman dos secciones de estructura compuestas longitudinales separadas, que posteriormente pueden separarse entre sí en la zona o interfaz de sobreposición. Ventajosamente, la primera lámina flexible no se funde o de ninguna otra forma hace parte de las 40 secciones de estructura compuesta. La lámina flexible puede ser ventajosamente una denominada lámina de vacío o bolsa de vacío. La lámina de vacío puede estar provista de un agente de liberación de modo que las secciones de estructura compuesta puedan separarse fácilmente. 45

De acuerdo con una realización de la invención, en la etapa c) por lo menos una lámina flexible está dispuesta para cubrir la totalidad de la primera disposición de fibra y sellada a la primera parte del molde para formar una primera cavidad del molde y en el que subsiguientemente a la etapa d) y antes de la etapa f) una segunda lámina flexible y preferiblemente elástica, preferiblemente una pala de polímero, se dispone sobre la segunda disposición de fibra y se sella a la primera parte de molde para formar una segunda cavidad de molde. 50

Una realización adicional comprende la etapa de disponer al menos una segunda lámina flexible y preferiblemente flexible, preferiblemente una lámina de polímero, sobre la primera y la segunda disposición y sellar por lo menos una 55 segunda lámina flexible a la primera parte del molde para formar una primera cavidad del molde y una segunda cavidad

del molde, la primera y la segunda cavidad del molde se separan por la primera lámina flexible. De acuerdo con lo anterior, puede formarse una primera cavidad de molde entre la primera parte de molde y la primera lámina flexible, y puede formarse una segunda cavidad de molde entre la primera parte de molde, la primera lámina flexible y la segunda lámina flexible. Un extremo de la segunda lámina flexible puede sellarse a la primera lámina flexible.

- 5 En principio, también es posible formar las dos cavidades de molde mediante una única lámina flexible, por ejemplo, proporcionando la lámina flexible con una aleta que está dispuesta entre el área de sobreposición al doblar la lámina flexible en el área de sobreposición.

10 De acuerdo con una realización adicional, la estructura compuesta es una estructura hueca formada en un molde cerrado, el molde cerrado comprende un núcleo de molde flexible, preferiblemente flexible y plegable, la primera parte rígida del molde y una segunda parte rígida del molde tienen una segunda superficie formadora con un contorno que define una superficie exterior de la estructura compuesta, la primera y segunda parte de molde están dispuestas para cerrarse alrededor del núcleo de molde, y en el que después de la etapa d):

- el núcleo de molde está dispuesto en la primera y segunda disposición de fibra y la primera lámina flexible,
- 15 - una tercera bandeja de fibras está dispuesta en una primera sección longitudinal del núcleo y/o la segunda parte de molde, la tercera disposición de fibra define una segunda área de borde transversal,
- una tercera lámina flexible, preferiblemente un polímero, está dispuesta sobre por lo menos la segunda área del borde transversal,
- 20 - una cuarta disposición de fibra está dispuesta en una segunda sección longitudinal del núcleo y/o la segunda parte del molde de modo que la cuarta disposición de fibra se superpone con la segunda área de borde transversal de la tercera disposición de fibra y por lo tanto la tercera lámina flexible en una segunda área de sobreposición que forma una segunda interfaz entre la tercera y cuarta disposición, y
- el molde se cierra disponiendo la segunda parte del molde sobre la primera parte del molde y el núcleo del molde para formar una primera cavidad de molde circunferencial y una segunda cavidad de molde circunferencial, la primera y la segunda cavidad de molde circunferencial están separadas por medio de la primera y la tercera lámina flexible.

- 25 Como se ve circunferencialmente, la segunda área de sobreposición, es decir, la segunda interfaz, puede fusionarse ventajosamente en la primera área de sobreposición, es decir, la primera interfaz, para formar un área de sobreposición continua circunferencial entre las disposiciones.

Cuando se fabrica la estructura compuesta por VARTM, la cavidad del molde, como se explicó previamente, se evacua antes de suministrar polímero líquido a la cavidad.

- 30 De acuerdo con una realización, la primera y la segunda cavidades de molde son, por lo tanto, evacuadas antes de la etapa e), cuando la estructura compuesta es fabricada por VARTM.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, el polímero líquido se suministra a la primera y la segunda cavidades de molde durante la etapa e) para llenar las cavidades de molde con polímero.

- 35 La primera cavidad del molde puede ser evacuada antes de la etapa d), por lo que la primera disposición de fibra se compacta antes de que la segunda disposición de fibra se disponga en la segunda sección longitudinal de la primera parte del molde. Sin embargo, debe observarse que tal procedimiento no es fácilmente posible cuando la estructura compuesta es una estructura hueca formada en un molde cerrado por el método descrito anteriormente para fabricar una estructura hueca.

- 40 De acuerdo con una realización adicional, el material de fibra preimpregnado está dispuesto en la primera y/o la segunda sección longitudinal de la primera parte de molde durante la etapa b) y/o la etapa d).

- 45 Cuando se fabrica la estructura compuesta utilizando solo material de fibra preimpregnado, el polímero, como se explicó anteriormente, se dispone en la primera sección longitudinal y en la segunda sección longitudinal de la primera parte del molde junto con el material de fibra, es decir, se incorpora el polímero en la disposición de la fibra cuando se utilizan preimpregnaciones, también es ventajoso evacuar la primera y la segunda cavidades de molde para eliminar el aire y, por lo tanto, evitar la inclusión de aire en la estructura compuesta.

Además, debe observarse que el área de sobreposición, es decir, la interfaz entre la primera y segunda disposiciones de fibra y/o la tercera y cuarta disposiciones, respectivamente, pueden extenderse esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la estructura compuesta.

Alternativamente, el área de superposición, es decir, la interfaz, entre la primera y segunda disposiciones de fibra y/o la tercera y cuarta disposiciones, respectivamente, puede extenderse oblicuamente al eje longitudinal de la estructura compuesta, formando preferiblemente un ángulo de entre 30-80°, alternativamente entre 45-80°, y alternativamente entre 45-70°, con el eje longitudinal de la estructura compuesta.

5 Al proporcionar un área de superposición que se extiende oblicuamente, el área de unión entre las secciones de estructura compuesta de la estructura compuesta manufacturada también se puede extender oblicuamente hacia eje longitudinal. Esto es ventajoso cuando, durante el uso, la estructura compuesta ensamblada se somete a un momento de flexión, ya que el momento de flexión es absorbido parcialmente por la estructura compuesta y parcialmente por el área de unión.

10 La estructura compuesta alargada puede tener una longitud de al menos 30 m, o al menos 40 m, o al menos 50 m o al menos 60 m.

Cada una de las secciones de la estructura compuesta puede tener una longitud de al menos 10 m, o al menos 20 m, o al menos 25 m o al menos 30 m.

15 De acuerdo con una realización adicional, la interfaz entre la primera y la segunda disposición de fibra y/o la tercera y cuarta disposiciones, respectivamente, es sustancialmente paralela al eje longitudinal de la estructura compuesta que se va a fabricar.

20 De acuerdo con una realización adicional, la interfaz entre la primera y la segunda disposiciones de fibra se estrecha desde una superficie superior de la primera disposición de fibra hacia la primera superficie de formación de la primera parte de molde. Si la estructura compuesta es una parte de la carcasa de la turbina eólica, esto significa que las secciones compuestas acabadas se están estrechando desde una superficie interna de una carcasa ensamblada de la pala a una superficie exterior de la cubierta ensamblada de la pala.

De forma correspondiente, la interfaz entre la tercera y la cuarta disposición de fibras puede estrecharse desde la superficie de formación de la segunda parte de molde hacia una superficie exterior del núcleo cuando la estructura compuesta es una estructura hueca.

25 De acuerdo con una realización adicional, la interfaz se estrecha gradual o suavemente.

La interfaz de estrechamiento entre la primera y la segunda disposición de fibra y/o la tercera y cuarta disposición de fibra, respectivamente, también puede disminuir progresivamente.

30 De acuerdo con una realización adicional de la invención, la interfaz entre la primera y la segunda disposición de fibra y/o la tercera y cuarta disposición, respectivamente, está formada como una lengüeta y una ranura en las respectivas disposiciones.

La estructura compuesta también puede comprender un engrosamiento local en el área de superposición para mejorar la resistencia mecánica cuando las dos secciones longitudinales se ensamblan posteriormente. Esto significa que se puede proporcionar material de fibra adicional en la primera disposición de fibra y/o la segunda disposición de fibra en la región de superposición.

35 Se cree que una unión de lengüeta y ranura es muy adecuada para absorber momentos de flexión en una estructura compuesta que comprende dos secciones de estructura compuesta ensambladas fabricadas por medio del método de acuerdo con la invención.

40 De acuerdo con una realización, la estructura compuesta es al menos parte de una mitad de carcasa de una pala de turbina eólica, la primera y la segunda secciones de estructura compuesta forman secciones longitudinales respectivas de la mitad de carcasa de la pala de turbina eólica.

La primera y la segunda secciones de estructura compuesta pueden formar conjuntamente la mitad completa de la cubierta cuando están interconectadas. Sin embargo, debe observarse que la mitad de la carcasa de la pala de turbina eólica puede comprender más de dos secciones de estructura compuesta.

45 De acuerdo con una realización adicional, la estructura compuesta hueca es al menos una parte de una pala de turbina eólica, la primera y la segunda secciones de estructura compuesta huecas forman secciones longitudinales respectivas de la pala de turbina eólica.

Las secciones longitudinales pueden formar conjuntamente toda la pala cuando están interconectadas. Sin embargo, debe observarse que la estructura compuesta hueca puede comprender más de dos, tales como tres, secciones de estructura hueca y compuesta.

5 Con el fin de mejorar aún más el ajuste entre las secciones de estructura compuestas fabricadas cuando éstas se ensamblan para formar las estructuras compuestas, los medios de guía de extensión longitudinal pueden disponerse en y/o en la primera y la segunda disposición y/o en la tercera y cuarta disposición, respectivamente, para extenderse entre las respectivas disposiciones y cruzar el área de sobreposición entre ellas.

10 Los medios de guía que se extienden longitudinalmente pueden comprender al menos una barra de guía dispuesta en la primera y segunda disposiciones para extender longitudinal y selladamente a través de la primera lámina flexible y para que una primera porción de la barra de guía se extienda hasta la primera disposición y una segunda porción de la barra de guía se extiende dentro de la segunda disposición. De forma correspondiente, al menos una barra de guía puede estar dispuesta en las primeras y segundas disposiciones para extender longitudinalmente y selladamente a la tercera lámina flexible y para que una primera porción de la barra de guía se extienda dentro la tercera disposición y la segunda parte de la barra de guía se extiende hasta la cuarta disposición.

15 La primera y/o la segunda porción de la barra de guía están provistas de un agente de liberación que permite que la barra de guía sea eliminada de la disposición respectiva después del curado del polímero.

De ese modo, es posible usar la barra de guía como un medio de conexión entre las dos secciones de estructura compuesta fabricadas además de usar la barra de guía como un medio de guía.

20 Además, después del curado del polímero, los medios de guía se pueden unir a las secciones longitudinales primera y segunda de la estructura compuesta, dichos medios de guía cruzan el área de sobreposición entre los mismos.

Ventajosamente, los medios de guía están unidos a las superficies internas de las secciones de estructura compuesta.

Después del curado del polímero, la estructura compuesta formada se retira del molde y la primera sección de la estructura compuesta se separa de la segunda sección de la estructura compuesta.

25 Una realización de la invención comprende además el transporte de la primera y la segunda secciones de estructura compuesta al sitio de uso. El método de la reivindicación 1 divulga la interconexión de la primera y la segunda secciones de estructura compuesta en el sitio.

La interconexión puede comprender una junta de cola en la interfaz entre la primera y la segunda secciones de estructura compuesta.

30 Los medios de conexión utilizables para interconectar la primera y la segunda secciones de estructura compuesta pueden disponerse en y/o en la primera y la segunda disposiciones y/o la tercera y cuarta disposiciones.

Después del curado del polímero, los medios de conexión utilizables para interconectar la primera y la segunda secciones de estructura compuesta se pueden unir a dichas secciones. Los medios de conexión pueden comprender elementos metálicos que se extienden a través del área de unión entre las dos secciones y que están conectadas a la misma por medio de medios de fijación tales como pernos y/o tornillos y tuercas.

35 De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención se refiere a una pala de turbina eólica que comprende una carcasa media formada por secciones de carcasa longitudinal interconectadas fabricadas por medio del método de acuerdo con la invención.

De acuerdo con un aspecto adicional, la presente invención se refiere a una pala de turbina eólica formada interconectando dos secciones de carcasa hueca fabricadas por medio del método de acuerdo con la invención.

40 Los productos intermedios pueden comprender, por consiguiente, al menos una primera sección compuesta longitudinal y una segunda sección compuesta longitudinal. De acuerdo con una realización preferida, la primera sección compuesta longitudinal es una primera parte de carcasa de pala de turbina eólica, y la segunda sección de compuesto longitudinal es una segunda parte de carcasa de pala de turbina eólica. Por lo tanto, un kit de partes comprende una primera parte de carcasa de pala de turbina eólica y una segunda parte de carcasa de pala de turbina eólica. Estas partes pueden ser transportadas y montadas en un sitio de montaje de turbina eólica.

45

La invención se explica en detalle a continuación con referencia a los dibujos, en los que

- La figura 1 muestra una vista esquemática de una pala de turbina eólica que comprende dos mitades de carcasa que forman el lado de presión y el lado de succión de la pala, respectivamente, y están encoladas a lo largo del plano cordal de la pala,
- 5 La figura 2 muestra una vista esquemática en planta de una primera pieza de molde rígida para usar para formar la mitad de carcasa de la pala del lado de presión de la pala por medio del método de acuerdo con la invención,
- La figura 3 es una vista ampliada en sección a lo largo de las líneas III-III en la figura 2 y muestra una primera realización de un área de sobreposición entre las disposiciones de fibras,
- La figura 4 es una vista en sección ampliada correspondiente a la figura 3 de una segunda realización de un área de sobreposición entre dos disposiciones,
- 10 La figura 5 es una vista en sección ampliada que corresponde a la figura 3 y muestra una tercera realización de un área de sobreposición entre dos disposiciones,
- La figura 6 es una vista en sección ampliada que corresponde a la figura 2 y muestra una cuarta realización de un área de sobreposición entre dos disposiciones,
- 15 La figura 7 es una vista en sección ampliada que corresponde a la figura 4 y que muestra además una barra de guía dispuesta en el área de sobreposición entre dos disposiciones,
- La figura 8 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal a través de partes de molde que se utilizarán para fabricar una pala de turbina eólica mediante moldeo hueco y, por medio del método de acuerdo con la invención,
- La figura 9 muestra esquemáticamente una vista en sección a lo largo de las líneas IX-IX en la fig. 8
- 20 La figura 10 es una vista en sección esquemática longitudinal a través de un área de unión entre secciones de carcasa que se fabrica mediante el método e acuerdo con la invención y muestra un primer ejemplo de un medio de guía que ayuda a guiar las secciones de carcasa a su posición ensamblada.
- La figura 11 es una vista correspondiente a la figura 10 que muestra, sin embargo, un segundo ejemplo de un medio de guía,
- 25 La figura 12 es una vista en sección correspondiente a la figura 10 que muestra, sin embargo, un primer ejemplo de medios de conexión para conectar mecánicamente dos secciones de carcasas fabricadas por medio del método según la invención, y
- La figura 13 es una vista en sección correspondiente a la figura 12 que muestra, sin embargo, un segundo ejemplo de un medio de conexión mecánica.
- 30 La figura 1 es una vista esquemática de una pala 1 de turbina eólica que tiene la forma de una pala convencional de una turbina eólica de vientos ascendentes de acuerdo con el denominado "concepto danés". La pala 1 tiene un eje longitudinal L y comprende una región 2 de raíz, una región 3 de superficie aerodinámica o perfil, y una región 4 de transición entre la región 2 de raíz y la región 3 de superficie aerodinámica. La pala 1 comprende un borde 5 de ataque y un borde 6 de salida. Un plano 7 cordal se extiende entre el borde 5 de ataque y el borde 6 de salida y define la transición entre un lado 8 de succión y un lado 9 de presión de la pala 1. El plano de cordal se ilustra por medio de una línea de puntos y rayas. Como se mencionó anteriormente, la pala 1 se fabrica utilizando dos mitades de carcasa fabricadas por separado, es decir, una mitad de carcasa del lado de presión y la mitad de la carcasa del lado de succión de la pala, y posteriormente unir las dos mitades de la carcasa. Alternativamente, la pala puede fabricarse mediante un método de moldeo hueco como se explica más adelante.
- 35 El método de acuerdo con la invención se explica ahora por medio de una realización para producir la mitad de la carcasa del lado de presión por referencia a las Figs. 2 y 4.
- 40 Como se indica en la figura 1, la mitad 10 de carcasa comprende dos secciones de mitad de carcasa separadas, es decir, una primera y una segunda secciones 11, 12 de mitad de carcasa, que se han de interconectar después de la fabricación de las mismas, las secciones de mitad de carcasa son fabricadas por VARTM. Las Figs. 12 y 13 muestran una fracción de las mitades 11, 12 de carcasa fabricadas ensambladas para formar la mitad 10 de la carcasa.
- 45 Una primera parte 13 de molde rígida se usa para fabricar la mitad 10 de carcasa. La primera parte 13 de molde rígida tiene una primera superficie 14 de formación con un contorno que define la superficie exterior de la mitad 10 de carcasa, es decir, el lado 9 de presión.

Una primera disposición 15 de fibras está dispuesta en una primera sección 16 longitudinal de la primera parte 13 de molde. La primera disposición 15 de fibra tiene una primera área 17 de borde transversal. A continuación, se dispone una primera lámina 18 de polímero flexible sobre la primera disposición 15 de fibras para cubrir completamente el apilamiento y se sella al borde 19 de la primera parte 13 de molde para formar una primera cavidad 24 de molde.

5 Luego, se dispone una segunda disposición 20 de fibra en una segunda sección 21 longitudinal de manera que la segunda disposición 20 de fibra se superpone a la primera área 17 de borde transversal de la primera disposición 15 de fibra y por lo tanto la primera lámina flexible en un área 22 de sobreposición. El área 22 de sobreposición forma una interfaz entre las disposiciones de fibra.

10 Posteriormente, se dispone una segunda lámina 23 de polímero flexible sobre la segunda disposición 20 para cubrir completamente la segunda disposición y se sella al borde 19 de la primera parte de molde para formar una segunda cavidad 25 de molde.

15 Las cavidades 24, 25 de molde ahora se evacuan conectándolas a una fuente de vacío no mostrada, tras lo cual se suministra polímero líquido, tal como poliéster o epoxi, a las cavidades 24, 25 de molde a través de entradas de polímero no mostradas conectadas a una fuente de polímero. Cuando las cavidades del molde se han llenado con el polímero líquido, el suministro del mismo se detiene y el polímero se deja curar.

20 Después del curado, las medias secciones primera y segunda de la carcasa 11, 12 formadas pueden retirarse de la primera parte rígida del molde 13 y conectarse, preferiblemente mediante encolado, a las medias secciones de la carcasa correspondientes para formar dos secciones de cuchilla, formando así el lado 8 de succión de la pala de la turbina eólica. Alternativamente, cuando se conectan a las secciones de mitad de carcasa correspondientes que forman el lado 8 de succión de la pala, las secciones 11, 12 de mitad de carcasa formadas pueden retenerse en la primera parte 13 de molde. A continuación, las secciones de palas conformadas se retiran de la parte de molde y se separan entre sí. Posteriormente, las secciones de turbina eólica formadas pueden transportarse al sitio de uso, donde se debe montar una planta de energía eólica, y luego ensamblarse.

25 Anteriormente, el método de acuerdo con la invención se ha ilustrado usando VARTM para fabricar una estructura compuesta en forma de una mitad de carcasa de pala de turbina eólica. Sin embargo, se puede usar cualquier método para producir estructuras compuestas reforzadas con fibras. Como ejemplo, se debe mencionar que al usar preimpregnaciones, el método se lleva a cabo como se ilustró anteriormente excepto que el polímero no se suministra a las cavidades del molde después de la evacuación del mismo ya que se usa material de fibra preimpregnado en las disposiciones. En cambio, la parte del molde se calienta después de la evacuación de las cavidades del molde con el fin de licuar el polímero, que se cura a continuación.

30 En la realización anterior, el área de sobreposición, es decir, la interfaz 22, entre las disposiciones 15, 20 de fibras se estrecha gradualmente y continuamente desde la superficie 26 superior de la primera disposición 15 hacia la primera superficie 14 de formación de la primera parte 13 del molde. Como se muestra en la Fig. 5, la interfaz 22 entre las disposiciones 15, 20, sin embargo, también se estrecha progresivamente, se forma con una lengüeta 27 y pegamento 28, como se muestra en la Fig. 6, o en su totalidad se extiende esencialmente paralela al eje longitudinal de la mitad de la carcasa, es decir, la primera parte 13 del molde, como se muestra en la fig. 3. De hecho, la interfaz 22 entre las disposiciones 15, 20 puede tener cualquier forma deseable.

35 Además, en la realización descrita anteriormente, el área de sobreposición, es decir, la interfaz 22, entre la primera y la segunda disposiciones 15, 20 de fibras se extiende esencialmente perpendicular al eje longitudinal de la mitad de la carcasa, es decir, la primera parte 13 de molde. Sin embargo, como se muestra en la Fig. 2 por medio de líneas de puntos, el área de sobreposición también puede extenderse oblicuamente al eje longitudinal L.

40 Como se muestra en la Fig. 7, los medios de guía que se extienden longitudinalmente pueden disponerse en la primera y en la segunda disposición 15, 20 de fibras para extenderse entre las disposiciones de fibras y cruzar el área 22 de sobreposición entre las mismas. El propósito de tales medios de guía es ayudar a ajustar juntas las medias secciones de la carcasa cuando se van a ensamblar para formar la mitad de la carcasa. En la figura 7, los medios de guía están formados por una barra 29 de guía dispuesta en la primera y la segunda disposición 15, 20 de fibras para extender longitudinalmente y sellar a través de la primera lámina 18 flexible y para que una primera porción 30 de la barra 29 de guía se extiende dentro de la primera disposición 15 de fibras, y una segunda parte 31 de la barra 29 de guía se extiende dentro de la segunda disposición de fibras 20. El primer extremo 30 de la barra 29 de guía está provisto de un agente de liberación que permite que la barra de guía sea retirada de la primera sección de mitad de la carcasa formada por la primera disposición 15 de fibra después del curado del polímero suministrado a la primera disposición de fibra.

45 Como una alternativa a la disposición de los medios de guía en las disposiciones de fibras, los medios de guía pueden estar dispuestos en las superficies 32, 33 superiores de las secciones 11, 12 de mitad de carcasa formadas. Los medios de guía están dispuestos para cruzar el área 22 de sobreposición entre ellos y están dispuestos

preferiblemente mientras que las secciones 11, 12 de mitad de carcasa todavía están en la primera parte 13 de molde. Ejemplos de dichos medios de guía se muestran en las Figs. 10 y 11.

5 En la figura 10, los medios 34 de guía comprenden un miembro 35 de placa unido a la superficie 32 superior de la primera sección 11 de mitad de carcasa y que se extiende más allá del área 22 de superposición. Los medios 34 de guía comprenden además un segundo miembro 36 unido a la superficie 33 superior de la segunda sección 12 de mitad de carcasa. El segundo miembro 36 está conformado para formar un espacio 37 de recepción junto con la superficie 33 superior de la segunda sección de carcasa para recibir apropiadamente una porción 38 de extremo del miembro 35 de placa.

10 En la figura 11, los medios 39 de guía comprenden un primer bloque 40 unido a la superficie 32 superior de la primera sección 11 de mitad de carcasa y provisto de un primer orificio 42 pasante, un segundo bloque 41 unido a la superficie 33 superior de la segunda sección 12 de mitad de carcasa y provista de un segundo agujero 43 pasante, y un pasador 44 de guía que se extiende longitudinalmente, recibido en los primeros y segundos agujeros 42, 43 pasantes.

15 Cuando se ensamblan las secciones 11, 12 de primera y segunda estructuras compuestas formadas, tales como secciones de mitad de cubierta, se usa normalmente una unión de cola en la interfaz 22 entre las secciones. Además de la unión de cola, las secciones 11, 12 de estructura compuesta también pueden estar interconectadas por medio de medios de conexión mecánica, tal como se ilustra en las Figs. 12 y 13.

20 En la figura 12, los medios 45 de interconexión comprenden una primera placa provista de una abertura 47, 48 en cada extremo y una segunda placa 49 provista de un orificio con una rosca 50, 51 interior en cada extremo de la misma. Las dos placas 46, 49 están conectadas por medio de tornillos 52, 53 que se extienden a través de orificios 54, 55 respectivos en la primera sección 11 de mitad de carcasa y la segunda secciones 12 de mitad de carcasa, respectivamente, y atornilladas en las roscas 50, 51, respectivamente.

25 Los medios 56 de interconexión que se muestran en la figura 13 se basan en los medios de guía mostrados en la figura 7, que se han provisto aquí con una rosca 57, 58 interna en cada extremo del mismo. A través de un orificio 60 en la primera sección de mitad 11 de la carcasa, se enrosca un primer perno 59 en la rosca 57 interna. Un segundo perno 61 se atornilla a través de un orificio 62 en una rosca 58 interior.

Aunque los medios de guía y los medios de conexión se han descrito anteriormente por referencia a las secciones 11, 12 de mitad de carcasa, se pueden usar para guiar cualquier sección de estructura compuesta a su posición ensamblada e interconectar cualquier sección de estructura compuesta fabricada de acuerdo con la presente invención.

30 Con el fin de ilustrar cómo se puede fabricar una estructura compuesta hueca que comprende dos secciones de estructura compuestas huecas separadas en un molde cerrado por medio de la invención, se hace referencia a las Figs. 8 y 9. La estructura compuesta hueca es una pala de turbina eólica que comprende dos secciones de palas huecas.

35 El molde 63 a usar en un proceso VARTM comprende un núcleo 64 de molde flexible y plegable, la primera parte 13 de molde rígida descrita con referencia a las Figs. 2 y 4, y una segunda parte 65 de molde rígida que tiene una segunda superficie 66 de formación con un contorno que define una superficie exterior de la estructura compuesta, en el presente caso una superficie exterior del lado de succión de la pala. La primera y la segunda partes 13, 65 de molde están configuradas para cerrarse alrededor del núcleo 64 de molde y para sellarse entre sí a lo largo de su borde. La superficie exterior del núcleo del molde puede estar formada por sí misma de una lámina de polímero resiliente y/o flexible capaz de funcionar como una denominada lámina de vacío o bolsa de vacío, o dicha lámina puede estar dispuesta sobre toda la superficie exterior del núcleo del molde.

Inicialmente, la primera disposición de fibras 15 está dispuesta en la primera sección 16 longitudinal de la primera parte 13 de molde para definir la primera área 17 de borde transversal. Entonces, se dispone una primera lámina 67 de polímero flexible sobre la primera área de borde transversal como se muestra en la fig. 9.

45 Entonces, la segunda disposición 20 de fibra está dispuesta en la segunda sección 21 longitudinal de la primera parte 13 de molde, de modo que se superpone a la primera área de borde transversal de la primera disposición de fibra y de ese modo a la primera lámina 67 flexible en el área de superposición que forma la interfaz 22 entre las disposiciones 15, 20 de fibra.

50 Como se muestra más claramente en la figura 8, las disposiciones 15, 20 de fibras comprenden una o más capas 68 de fibras inferiores dispuestas en la primera superficie 14 de formación, que se separan una o más capas 69 de fibras superiores de la capa 68 de fibra inferior. Las capas 68, 69 están separadas por medio de una primera inserción 70 de fibra que comprende una pluralidad de capas de fibra, una primera parte 71 de núcleo y una segunda parte 72 de

núcleo así como un primer refuerzo 73 de fibra que comprende una pluralidad de capas de fibra y un segundo refuerzo 74 de fibra que comprende una pluralidad de capas de fibra.

5 A continuación, el núcleo 64 del molde se dispone en la primera y segundas disposiciones 15, 20 de fibras y la primera lámina 67 flexible. A continuación, se dispone una tercera disposición 75 de fibras en una primera sección 76 longitudinal del núcleo 64 de molde. La tercera disposición 75 de fibras tiene una segunda área 77 de borde transversal. Entonces, una tercera lámina 78 flexible está dispuesta sobre la segunda área 77 de borde transversal. A continuación, se dispone una cuarta disposición 79 de fibra en una segunda sección 80 longitudinal del núcleo 64 de molde. La cuarta disposición 79 de fibras está dispuesta de manera que superpone la segunda zona 77 de borde transversal de la tercera disposición 75 de fibras y por lo tanto la tercera lámina 78 flexible en un área 81 de sobreposición que forma una interfaz entre la tercera y la cuarta disposición de fibras. Como es evidente a partir de la Fig. 8, las disposiciones 75, 79 de fibra corresponden esencialmente a las disposiciones 15, 20 de fibra, y por lo tanto se omite una descripción detallada de la misma. Juntos, las disposiciones 15, 79 forman una primera capa hueca, que se incorporará en una primera sección de pala hueca, mientras que las disposiciones 20, 75 forman una segunda capa hueca, que se incorporará en una segunda sección de pala hueca. Como se puede ver a partir de la figura 8, las áreas de sobreposición, es decir, las interfaces 22, 81 se fusionan entre sí como se ve circunferencialmente para formar un área de sobreposición circunferencialmente continua entre las disposiciones, es decir, la primera y la segunda disposición hueca.

20 El molde se cierra ahora disponiendo la segunda parte 65 de molde sobre la primera parte 13 de molde y el núcleo 64 de molde. De este modo, se forman una primera cavidad 82 de molde circunferencial y una segunda cavidad 83 de molde circunferencial, dichas cavidades están separadas por medio de la primera y la tercera lámina 67, 78 flexible.

Finalmente, las cavidades 82, 83 de molde circunferenciales se evacúan y se suministra polímero líquido a las cavidades, después de lo cual se deja curar el polímero.

Cuando el polímero se ha curado, las secciones de palas huecas formadas se retiran del molde y se pueden transportar al sitio de uso, es decir, donde se debe montar y ensamblar una planta de energía eólica en ese sitio.

25 Finalmente, debe observarse que en lugar de disponer la tercera y cuarta disposiciones 75, 79 de fibra y la tercera lámina 78 en el núcleo 64 del molde, podrían disponerse en la segunda superficie 66 de formación de la segunda parte 65 de molde y conservarse en la segunda parte 65 del molde, cuando está dispuesta sobre el núcleo del molde y la primera parte del molde para cerrar el molde.

30 La invención se ha descrito con referencia a realizaciones ventajosas. Sin embargo, el alcance de la invención no se limita a las realizaciones ilustradas y descritas, y las alteraciones y modificaciones se pueden llevar a cabo sin desviarse del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones anexas.

Lista de números de referencia

1. Pala de turbina eólica
2. Región de raíz
- 35 3. Región de superficie aerodinámica
4. Región de transición
5. Borde de ataque
6. Borde de salida
7. Plano de cordal
- 40 8. Lado de succión
9. Lado de presión
- L eje longitudinal
10. Estructura compuesta; mitad de carcasa
11. Primera sección de estructura compuesta, primera sección de mitad de carcasa

- 12. Segunda sección de estructura compuesta; segunda sección de mitad de carcasa
- 13. Primera parte de molde rígido
- 14. Primera superficie de conformación
- 15. Primer tendido de fibra
- 5 16. Primera sección longitudinal
- 17. Primer área de borde transversal
- 18. Primera lámina de polímero flexible
- 19. Borde
- 20. Segunda disposición de fibra
- 10 21. Segunda sección longitudinal
- 22. Área de superposición; interfaz
- 23. Segunda lámina de polímero flexible
- 24. Primera cavidad de molde
- 25. Segunda cavidad de molde
- 15 26. Superficie superior
- 27. Lengüeta
- 28. Ranura
- 29. Barra de guía
- 30. Primera porción
- 20 31. Segunda porción
- 32. Primera superficie superior
- 33. Segunda superficie superior
- 34. Medios de guía
- 35. Miembro de pala
- 25 36. Segundo miembro
- 37. Espacio de recepción
- 38. Parte de extremo
- 39. Medios de guía
- 40. Primer bloque
- 30 41. Segundo bloque
- 42. Primer agujero pasante

- 43. Segundo agujero pasante
- 44. Pasador de guía
- 45. Medios de interconexión
- 46. Primera placa
- 5 47. Abertura
- 48. Abertura
- 49. Segunda placa
- 50. Agujero con rosca interna
- 51. Agujero con rosca interna
- 10 52. Tornillo
- 53. Tornillo
- 54. Agujero
- 55. Agujero
- 56. Medios de interconexión
- 15 57. Rosca interna
- 58. Rosca interna
- 59. Primer perno
- 60. Agujero
- 61. Segundo perno.
- 20 62. Agujero
- 63. Molde
- 64. Núcleo del molde
- 65. Segunda parte del molde rígido
- 66. Segunda superficie de formación
- 25 67. Primera lámina de polímero
- 68. Capa de fibra inferior
- 69. Capa de fibra superior
- 70. Primera inserción de fibra
- 71. Primer par de núcleo
- 30 72. Segunda parte de núcleo
- 73. Primer refuerzo de fibra

- 74. Segundo refuerzo de fibra
- 75. Tercera disposición de fibra
- 76. Primera sección longitudinal del núcleo de molde
- 77. Segundo área de borde transversal
- 5 78. Tercer lamina de polímero flexible
- 79. Cuarta disposición de fibra
- 80. Segunda sección longitudinal del núcleo de molde
- 81. Área de superposición; interfaz
- 82. Primera cavidad de molde circunferencial.
- 10 83. Segunda cavidad de molde circunferencial.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar una estructura (10) compuesta alargada que tiene un eje longitudinal (L) y que comprende al menos una primera y una segunda sección (16, 21) separada de la estructura compuesta longitudinal y que está formado de material polímero reforzado que incluye una matriz polimérica y material de fibra incrustado en la matriz polimérica, en donde el método comprende las siguientes etapas:
- 5 a) proporcionar una primera parte de molde rígida que tiene una primera superficie de conformación con un contorno que define una superficie exterior de la estructura compuesta alargada,
- b) disponer una primera disposición (15) de fibras en una primera sección longitudinal de la primera parte (13) del molde que define la primera colocación de fibras una primera área (17) de borde transversal,
- 10 c) disponer al menos una primera lámina (18) flexible y preferiblemente elástica, preferiblemente una lámina de polímero, sobre al menos la primera área del borde transversal de la primera disposición de fibras,
- d) disponer una segunda disposición (20) de fibras en una segunda sección (21) longitudinal de la primera parte del molde de modo que la segunda disposición de fibras se superpone con la primera área del borde transversal de la primera disposición y, por lo tanto, la primera lámina flexible en un área se superpone forma una interfaz entre la
- 15 primera disposición de fibra y la segunda disposición de fibra,
- e) proporcionar polímero a la primera y segunda secciones longitudinales simultáneamente con las etapas b) y d), respectivamente, y/o después de la etapa d), y
- f) curar o permitir que el polímero cure para formar la primera sección de estructura compuesta longitudinal separada y la segunda sección de estructura compuesta longitudinal separada, el método se caracteriza porque
- 20 g) separar la primera sección de estructura compuesta longitudinal separada y la segunda estructura de compuesto longitudinal separada una de la otra en el área (22) de superposición que forma una interfaz, y
- H) más tarde ensamblar la primera y la segunda sección (16, 21) de la estructura compuesta en la interfaz (22) para formar la estructura compuesta alargada.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la etapa c) por lo menos una primera lámina flexible está dispuesta de modo que cubra toda la primera disposición de fibras y se sella a la primera parte del molde para formar una primera cavidad del molde y en donde a la etapa d) y antes de la etapa f) una segunda lámina flexible y preferiblemente elástica, preferiblemente una lámina de polímero, se dispone sobre la segunda disposición de fibras y se sella a la primera parte del molde para formar una segunda cavidad del molde.
- 25 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de disponer al menos una segunda lámina (23) flexible, preferiblemente una lámina de polímero, sobre la primera y la segunda disposición y sellar por lo menos una segunda lámina flexible a la primera parte de molde para formar una primera cavidad (24) de molde y una segunda cavidad (25) de molde, la primera y la segunda cavidad de molde están separadas por la primera lámina flexible.
- 30 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la estructura compuesta es una estructura hueca formada en un molde cerrado, el molde cerrado comprende un núcleo de molde flexible, preferiblemente elástico y plegable, la primera parte (13) de molde rígido y una segunda parte (65) de molde rígido que tiene una segunda superficie de conformación con un contorno que define una superficie exterior de la estructura compuesta, la primera y la segunda parte del molde se disponen para cerrarse alrededor del núcleo del molde, y en el que posterior a la etapa d):
- 35 - el núcleo (64) del molde está dispuesto en la primera y la segunda disposición de las fibras y en la primera lámina flexible,
- 40 - una tercera disposición (75) de fibras está dispuesta en una primera sección longitudinal del núcleo y/o la segunda parte del molde, la tercera disposición de fibras define una segunda área de borde transversal,
- una tercera lámina flexible, preferiblemente una lámina de polímero, está dispuesta sobre al menos la segunda área del borde transversal,
- 45 - una cuarta disposición (79) de fibra está dispuesta en una segunda sección longitudinal del núcleo y/o la segunda parte del molde de modo que la cuarta disposición de fibra se superponga con la segunda área del borde transversal

de la tercera disposición de fibra y, por tanto, la tercera lámina (78) flexible en una segunda área de superposición forma una segunda interfaz entre la tercera y la cuarta disposición, y

- 5 - el molde se cierra colocando la segunda parte del molde sobre la primera parte del molde y el núcleo del molde para formar una primera cavidad de molde circunferencial y una segunda cavidad de molde circunferencial, la primera y la segunda cavidades de molde circunferencial están separadas por medio de la primera y Tercera lámina flexible.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que la primera y la segunda cavidades del molde se evacúan antes de la etapa e).
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que se suministra polímero fluido a la primera y la segunda cavidad del molde durante la etapa e) para llenar las cavidades del molde con polímero.
- 10 7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de fibra preimpregnado se dispone en la primera y/o la segunda sección longitudinal de la primera parte del molde durante la etapa b) y/o la etapa d).
- 15 8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la interfaz entre la primera y la segunda disposición de fibras y/o la tercera y cuarta disposición, respectivamente, es sustancialmente paralela al eje longitudinal de la estructura compuesta a ser fabricada.
9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-7, en el que la interfaz entre la primera y la segunda disposición de fibras está disminuyendo desde una superficie superior de la primera disposición de fibra hacia la primera superficie de formación de la primera parte del molde.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la interfaz disminuye gradualmente.
- 20 11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la interfaz entre la primera y la segunda disposición de fibras y/o la tercera y cuarta disposición, respectivamente, se forma como una lengüeta y una ranura en las disposiciones respectivas.
- 25 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3 y 5-11, en el que la estructura compuesta es al menos una parte de la mitad de la carcasa de una pala de turbina eólica, la primera y la segunda secciones de la estructura compuesta forman las respectivas secciones longitudinales de la mitad de cubierta de la pala de la turbina eólica.
13. Método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la estructura compuesta hueca es al menos una parte de una pala de turbina eólica, la primera y la segunda secciones de estructura compuesta hueca forman secciones longitudinales respectivas de la pala de turbina eólica.
- 30 14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que después del curado del polímero, la estructura compuesta formada se retira del molde y la primera sección de estructura compuesta se separa de la segunda sección de estructura compuesta.
- 35 15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además el transporte de la primera y la segunda sección de la estructura compuesta al sitio de uso y la interconexión de la primera y la segunda sección de la estructura compuesta en el sitio.

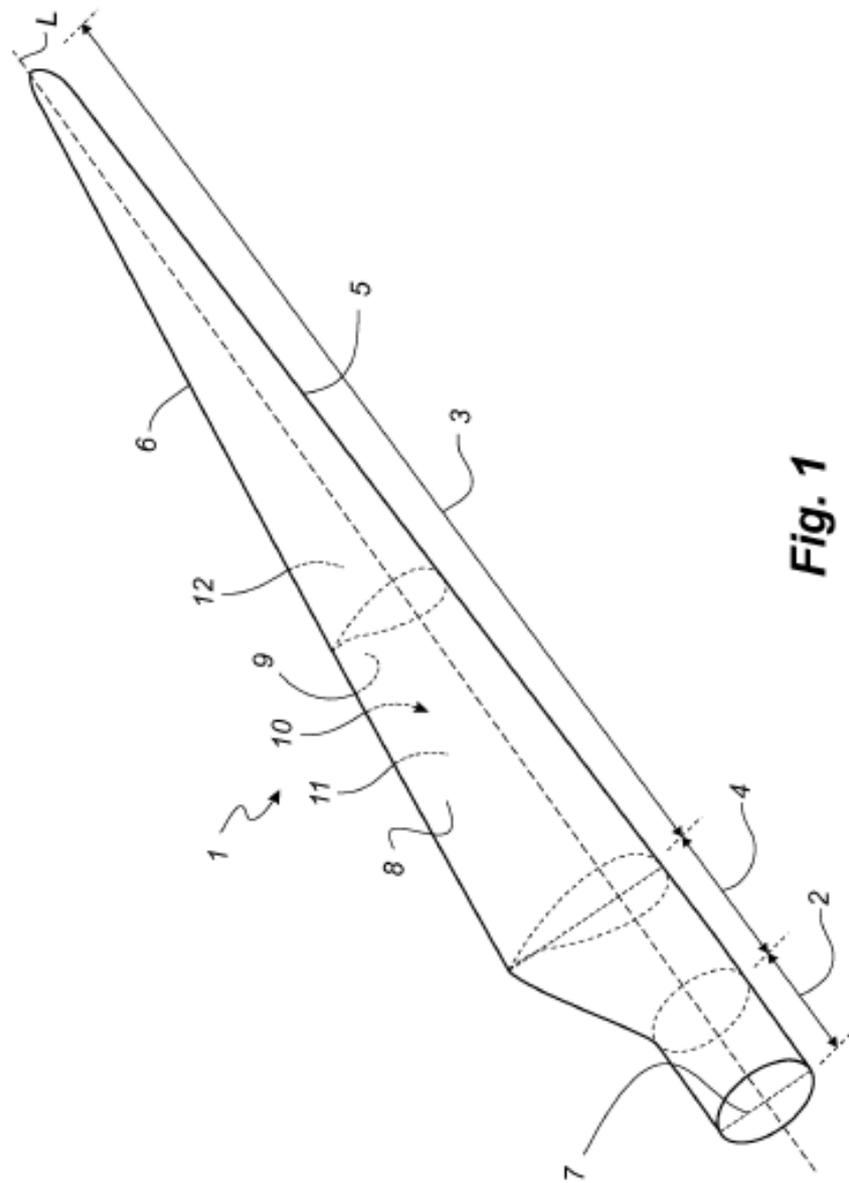


Fig. 1

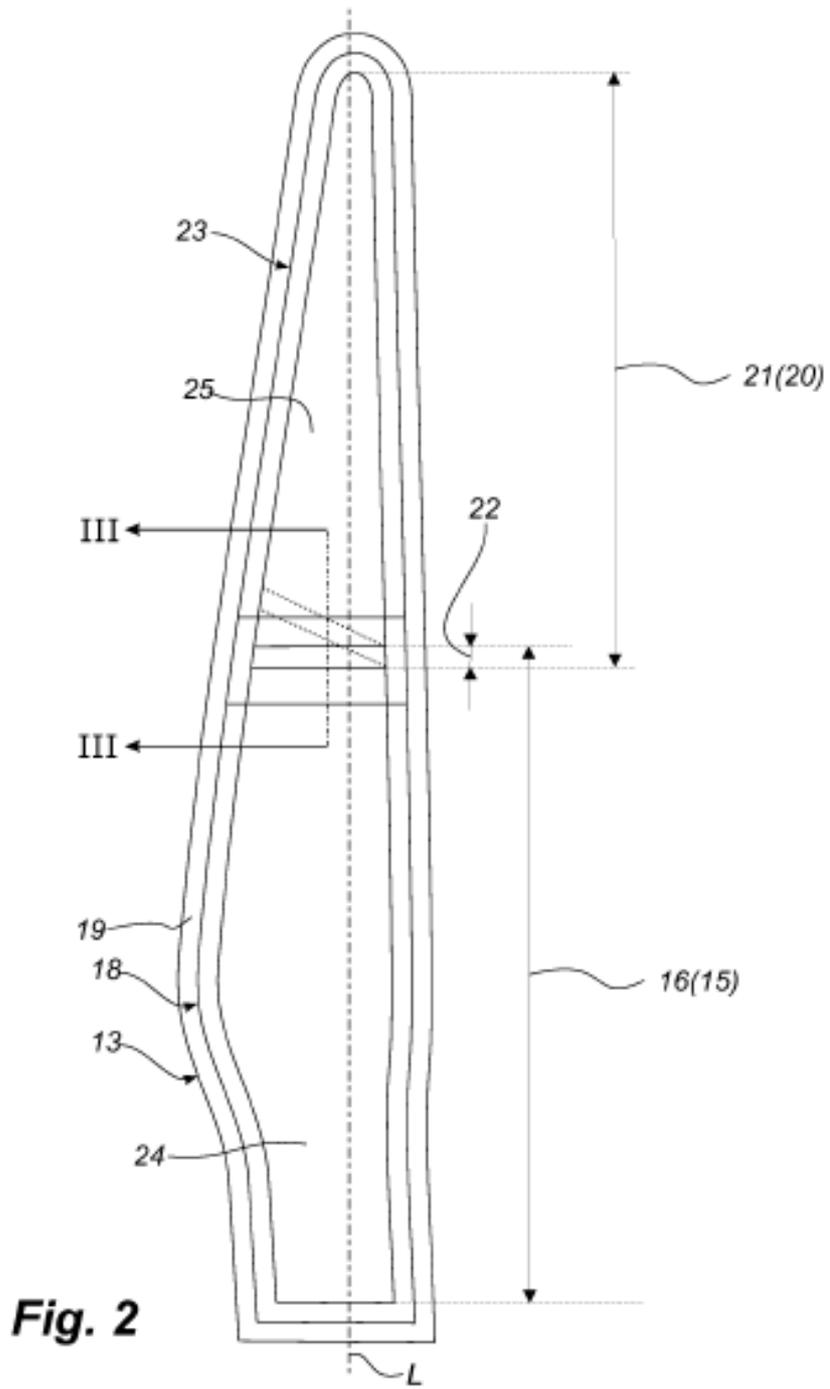


Fig. 2

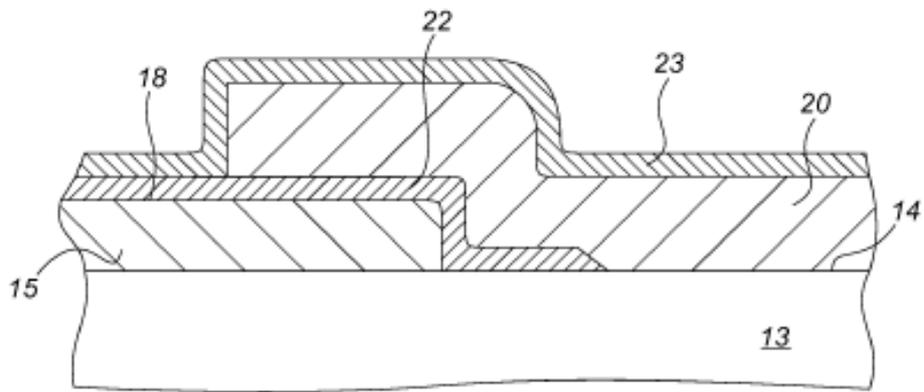


Fig. 3

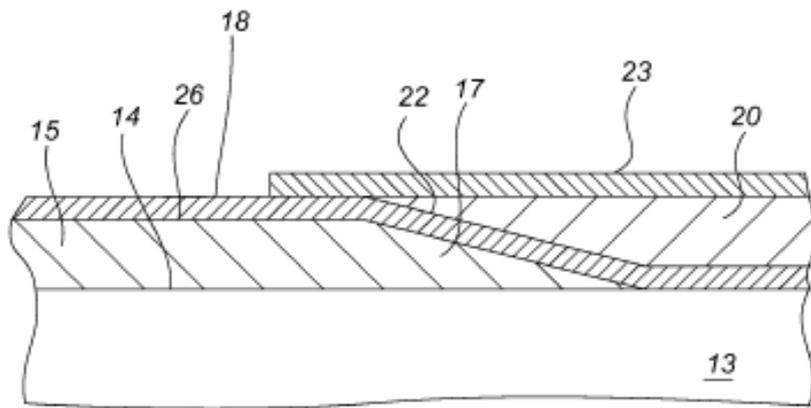


Fig. 4

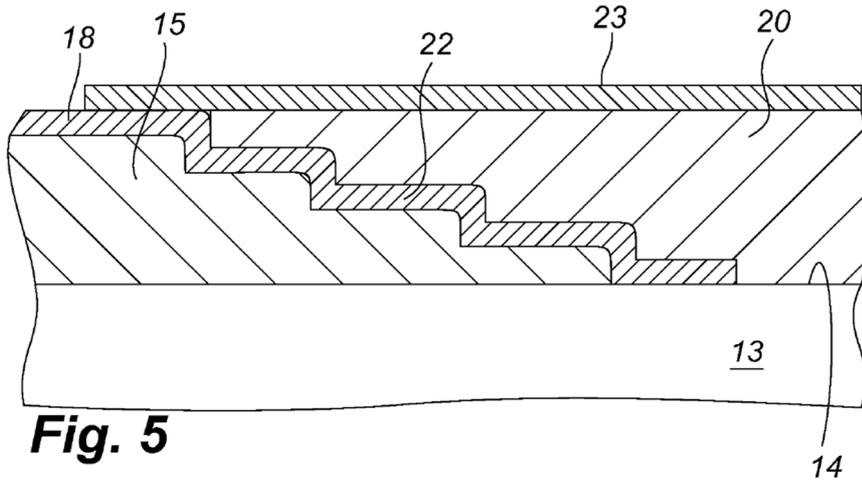


Fig. 5

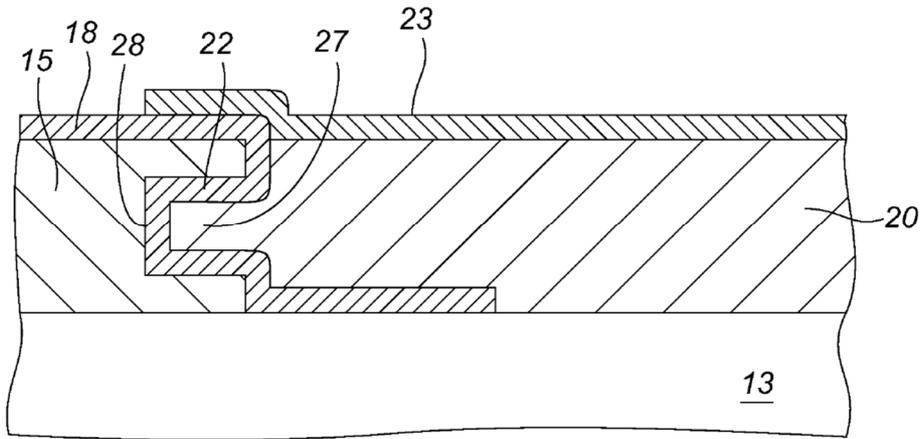


Fig. 6

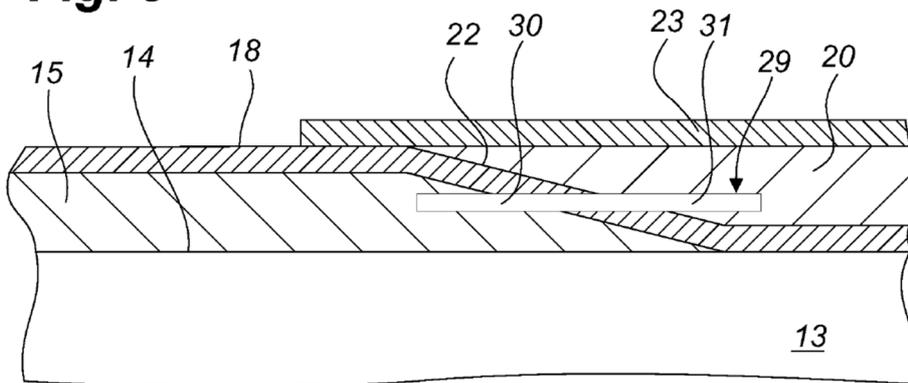


Fig. 7

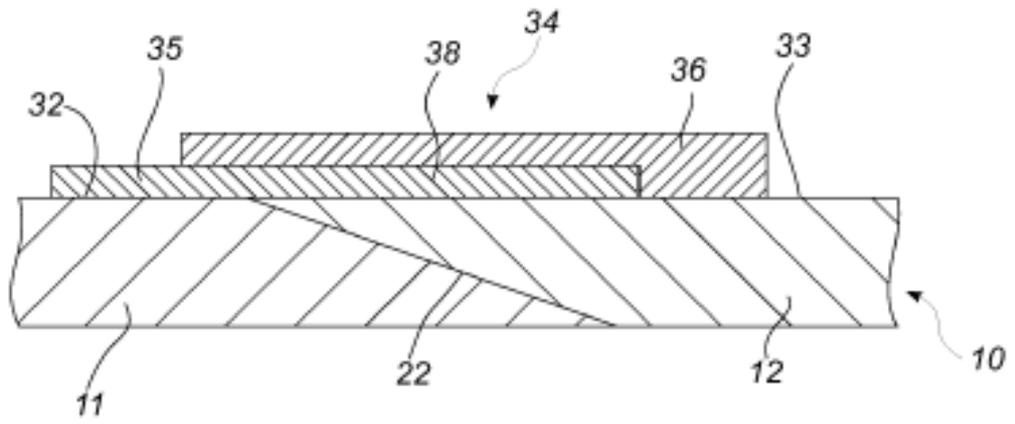


Fig. 10

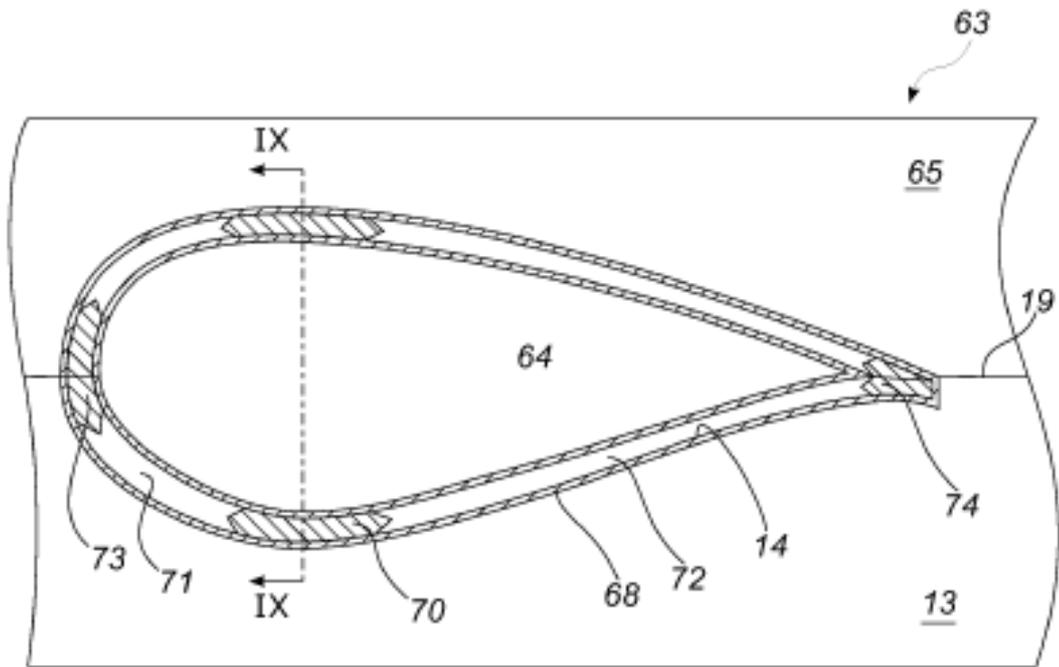
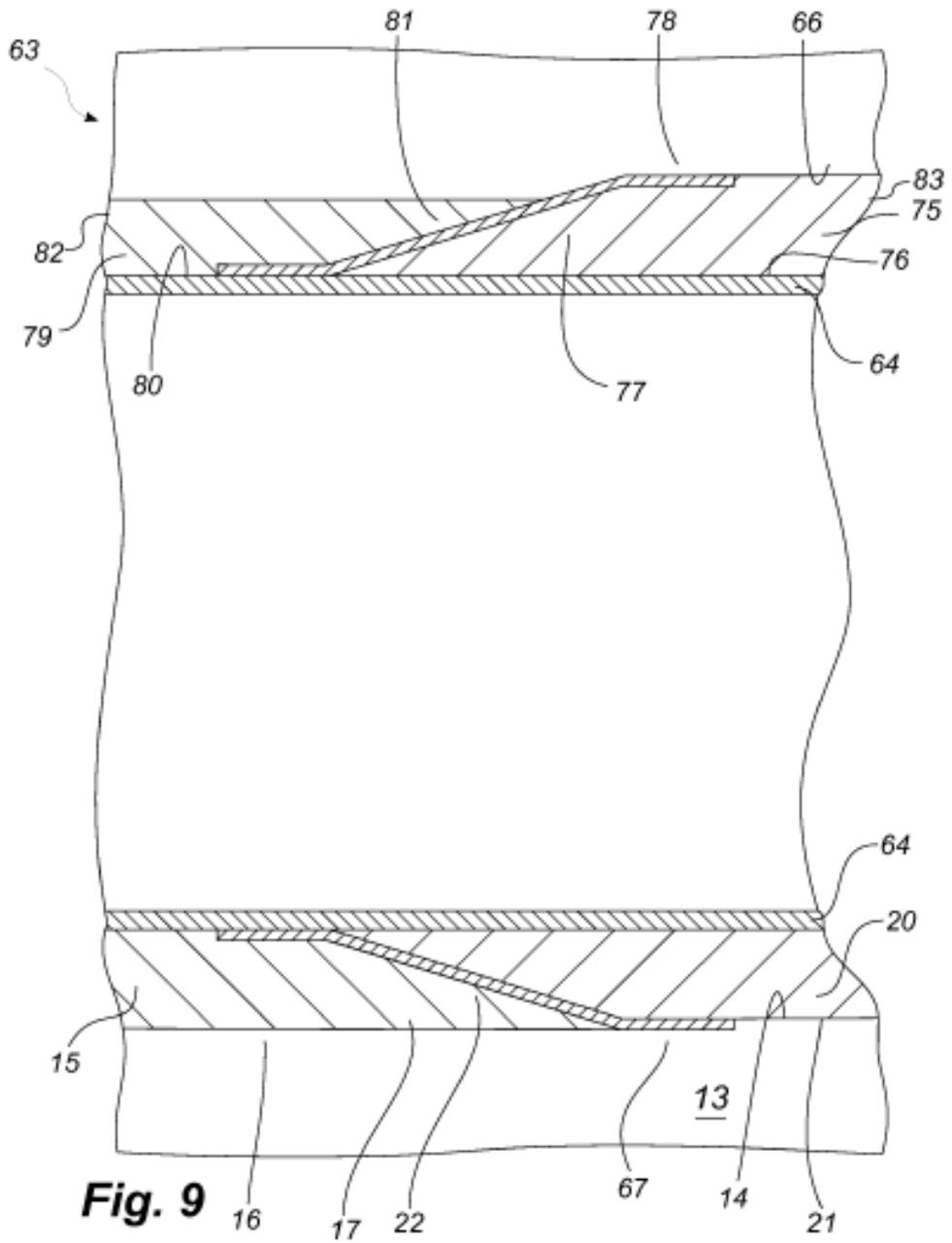


Fig. 8



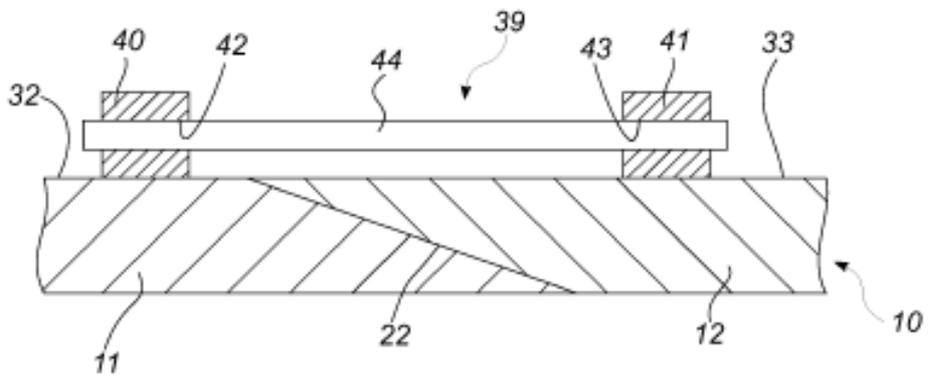


Fig. 11

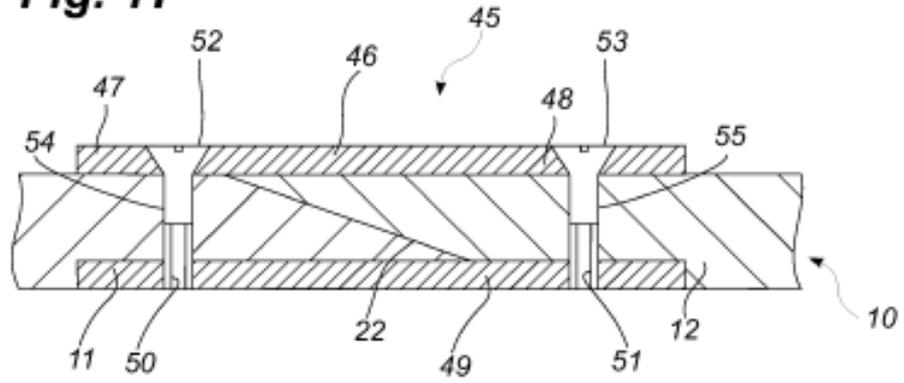


Fig. 12

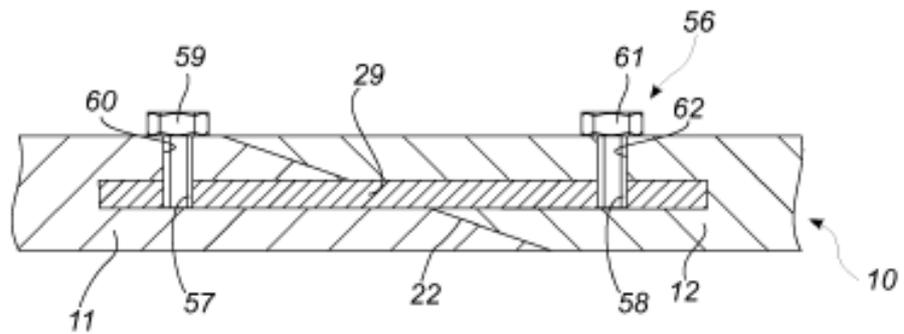


Fig. 13