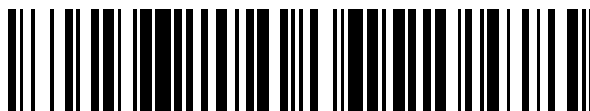


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 720**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

B29D 99/00 (2010.01)

B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2010 E 10166590 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 2275673**

54 Título: **Fabricación de pala de generador de turbina eólica que tiene un larguero**

30 Prioridad:

17.07.2009 DK 200970068

17.07.2009 US 226383 P

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

19.03.2018

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 AARHUS N, DK

72 Inventor/es:

PETERSEN, LEIF KAPPEL y

DAVIS, OLAV

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 659 720 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

Fabricación de pala de generador de turbina eólica que tiene un larguero

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a palas de generador de turbina eólica y a un molde de pala de generador de turbina eólica y a un método de fabricación de una pala de generador de turbina eólica que tiene un larguero.

10 **Antecedentes de la invención**

15 Una pala de un generador de turbina eólica (GTE, o simplemente TE) es una estructura alargada que tiene un perfil con forma aerodinámica adecuado para proporcionar un empuje aerodinámico con el movimiento relativo a través del aire. Las palas del GTE pueden llamarse intercambiamente "palas de rotor" o "palas de turbina eólica" o "palas" dentro de este contexto.

20 Los factores tales como el empuje aerodinámico creado por la pala, cualquier ruido creado por la pala cuando se mueve a través del aire y una resistencia al desgaste de la pala, pueden variar dependiendo de la forma de la pala, el tamaño de la pala, la estructura de la pala, ángulo de ataque, los materiales con los que está fabricada la pala o la forma en la que se fabrica la pala. Una pala que no crea el empuje aerodinámico que se prevé debe crear, puede dar lugar a cargas no previstas que pueden provocar un desgaste no previsto.

25 Algunas técnicas previas han propuesto el control del empuje aerodinámico o control del ruido aerodinámico de los generadores de turbina eólica mediante el uso de métodos de, por ejemplo, control de la velocidad del rotor. Otros usan mecanismos especiales para controlar el empuje aerodinámico de las palas.

30 El documento W02007110459 describe la activación cíclica de mecanismos para reducir el ruido mediante la reducción de un empuje aerodinámico de cada pala de GTE durante su paso a través de un sector circular S menor o igual a 160 grados.

35 El documento US4732542 divulga una superficie aerodinámica particularmente adecuada para su uso en palas de rotor de grandes plantas de generación accionadas por el viento, superficie aerodinámica que se forma en tres secciones modulares que incluyen una sección de nariz o ataque, una sección de larguero y una sección de salida, formándose cada una por separado y ensamblándose posteriormente. En el método de la invención la sección de larguero se forma en dos unidades de molde separadas que se configuran para formar parte del perfil aerodinámico superior e inferior de la superficie aerodinámica y las dos secciones de larguero unidas se ajustan a lo largo de un plano de unión y a continuación se unen juntas en el plano de unión para formar la sección de larguero de la superficie aerodinámica.

40 Una posible desventaja de las soluciones previas es que en la mayor parte de los casos una reducción del ruido producido o una reducción del empuje aerodinámico implican una reducción del rendimiento y eficiencia del GTE, medido en la producción eléctrica en condiciones de viento dadas.

45 Otra posible desventaja de una o más de las soluciones previas es que los mecanismos y sistemas para impedir vibraciones o empuje aerodinámico pueden por sí mismas necesitar mantenimiento o reparación y de ese modo reducir posiblemente el rendimiento y eficiencia del GTE, medidos en la producción eléctrica con relación a un coste de cualquier mantenimiento o reparación necesarios.

50 Una posible desventaja adicional de una o más de las soluciones previas es que los mecanismos y sistemas para impedir vibraciones o empuje aerodinámico no previsto pueden por sí mismos incrementar un coste del GTE.

Sumario de la invención

55 Puede verse como un objeto de la presente invención proporcionar un método mejorado de fabricación de una pala de turbina eólica que tenga un larguero de pala de turbina eólica, un molde de pala de turbina eólica mejorado y una pala de turbina eólica mejorada.

60 Puede verse como un objeto adicional proporcionar una pala que cree un empuje aerodinámico previsto. Puede verse como otro más proporcionar una pala de turbina eólica que sea más resistente que las palas de turbina eólica previamente conocidas. Puede también verse como un objetivo adicional proporcionar una pala que tenga una estructura que sea más resistente que la de palas previamente conocidas.

65 Un objeto adicional más puede ser proporcionar un método de fabricación de una pala de turbina eólica, método que tiene una capacidad de control incrementada con relación a uno o más factores que pueden afectar a la consistencia del método de fabricación.

Preferentemente, la invención alivia, mitiga o elimina una o más de las anteriores u otras desventajas singularmente o en cualquier combinación.

5 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método de fabricación de una turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1.

10 La posición relativa predeterminada fija se elige al menos de modo que al menos el extremo de raíz del larguero se sitúe teniendo una superficie más exterior del larguero a sustancialmente la misma distancia desde una superficie más interior de la carcasa de la pala, a lo largo de la circunferencia de la carcasa de la pala. Como se describirá adicionalmente en el presente documento, la distancia descrita también se elige preferentemente, entre otros, de modo que se optimice un grosor de un adhesivo curable o capa de resina o línea de unión entre el larguero y la carcasa de la pala.

15 De ese modo se proporciona un método mejorado de fabricación de una pala de turbina eólica que tiene un larguero de pala de turbina eólica. La mejora puede basarse en que cuando se soporta el larguero de turbina eólica como se ha divulgado, se proporciona un método de fabricación en el que se proporciona una capacidad de control incrementada de la posición del larguero con relación a la carcasa de la turbina eólica. Con esta capacidad de control, puede proporcionarse una consistencia mejorada del método de fabricación, y en consecuencia una pala de turbina eólica que tenga una consistencia mejorada de su estructura y de ese modo, entre otros, consistencia
20 mejorada de su rendimiento. Las posibles ventajas de una pala fabricada en el molde son en consecuencia también, como se describirá y esclarecerá en el presente documento, que un ángulo de cono, fuera de un plano de rotación de la pala, es controlable y puede proporcionarse tal como se pretendió y previó que fuera.

25 En particular, una pala proporcionada como se describe en el presente documento tiene, como un ejemplo, una ventaja posible en que se proporciona una reducción de cualquier ruido producido por la pala u obtención de un empuje aerodinámico y carga previstos mientras se mantiene o incluso se mejora el rendimiento y eficiencia del GTE, medido en producción eléctrica en condiciones de viento dadas. En resumen, una razón posible para esto es que se impide que tenga lugar una causa de uno o más posibles problemas con una pala. Esto es al contrario que en la mayor parte de las soluciones previas en las que los diversos intentos de resolver problemas que son
30 posiblemente debidos a una o más inconsistencias de una pala de TE se tratan después de que sucedan.

35 Cuando el soporte del larguero de la pala de turbina eólica en el molde con relación a dicha carcasa de pala de turbina eólica incluye proporcionar la sujeción de larguero como un soporte entre un extremo de raíz del larguero de pala de turbina eólica y al menos uno de entre el molde de la pala, la estructura de soporte y el suelo, especialmente la posición del extremo de raíz relativamente pesado del larguero, es controlable.

40 Cuando se posiciona el larguero de pala de turbina eólica adyacente al molde de la pala de turbina eólica y soportando el larguero de pala de turbina eólica en el molde con relación a dicha carcasa de pala de turbina eólica se incluye descender un elemento de soporte comprendido en el larguero en una dirección gravitacional dentro de la sujeción de larguero y de ese modo al larguero dentro de dicha posición relativa predeterminada fija, puede proporcionarse una solución preferida simple y a la vez efectiva de posicionamiento del larguero de turbina eólica con precisión con relación a la carcasa de turbina eólica en el molde de la pala de turbina eólica. Preferentemente, la posición precisa final del larguero con relación a la carcasa de la pala de turbina eólica se consigue únicamente mediante el descenso del larguero, solamente en la dirección gravitacional y mediante el uso de la gravedad, en la
45 posición final del larguero en la sujeción de larguero.

50 Alternativamente a esto, aunque una solución menos preferida, se consiguen unas posiciones tan próximas como sea posible a la posición final del larguero mediante el movimiento y mantenimiento del larguero con una grúa o similar, y posteriormente forzando al larguero a su posición final mediante la inserción de elementos de soporte, tales como pernos, a través del orificio en la sujeción de larguero y dentro de casquillos, roscas o aberturas en la raíz del larguero y posiblemente proporcionar la posición final mediante el apriete de los pernos en las roscas. Una realización de esta solución se muestra en las figuras 4-7.

55 Puede proporcionarse una capa y/o una línea de unión de adhesivo curable antes o después de que el larguero obtenga su posición final. La capa y/o línea de unión se proporciona entre una superficie más interior de la carcasa de la pala y una superficie más exterior del larguero. Una razón por la que la solución preferida de obtención de la posición final es preferible en comparación con, por ejemplo, la solución menos preferida, puede ser que puede demostrarse relativamente difícil detener y mantener el larguero tan próximo a su posición final como sea posible mediante una grúa o similar.

60 Aún más, una posible ventaja de proporcionar la posición final según se prefiere en el presente documento es que cualquier línea de unión o capa de adhesivo curable ya prevista sobre el larguero o sobre la carcasa de la pala, no se toca más que una vez, y de ese modo, como un ejemplo, no se extienden a lo largo de las superficies que no se pretende proveer con adhesivo.

65 De acuerdo con un segundo aspecto se proporciona un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con la

reivindicación 5.

5 La posición relativa predeterminada fija se elige al menos de modo que al menos el extremo de raíz del larguero se posicione teniendo una superficie más exterior del larguero a sustancialmente la misma distancia desde una superficie más interior del molde de la pala, a lo largo de una circunferencia del molde de la pala.

De ese modo se proporciona un molde de pala de turbina eólica mejorado.

10 La mejora puede reposar en que cuando el larguero se fija en la posición relativa predeterminada con relación al molde tal como se ha descrito, una posible ventaja es que se proporciona un molde para la fabricación de palas que tiene una consistencia y resistencia incrementadas. Una razón por la que la resistencia puede incrementarse puede ser que la posición relativa predeterminada fija entre las partes asegura una resistencia estructural predeterminada de una pala ensamblada en el molde de la pala.

15 Adicionalmente, dado que la sujeción de larguero se adapta para fijar el larguero de pala de turbina eólica en una dirección rotacional alrededor de un eje central en el extremo de raíz del larguero de turbina eólica, una ventaja es que se impide una rotación del larguero con relación al molde de la pala. De ese modo una posible ventaja es que se controla por la sujeción de larguero una posición rotacional de la raíz de larguero con relación al molde, molde en el que ha de ensamblarse la carcasa de la pala con el larguero. En consecuencia, una orientación angular de la forma aerodinámica de una pala de turbina eólica moldeada y ensamblada en el molde es tal como se ha previsto respecto a, por ejemplo, un punto de referencia de orientación angular en la raíz de la pala. Adicionalmente, el punto de referencia de orientación angular, entre otros para el ajuste de una referencia para un ángulo de paso de la pala, por ejemplo con relación a un buje, puede situarse en la dirección rotacional tal como se ha predeterminado con relación a la forma aerodinámica de la pala de turbina eólica. Al proporcionar un punto de referencia correcto, entre otros a ser usado como una referencia para la regulación del paso del perfil de la pala para conseguir un ángulo deseado de ataque de la pala con relación al viento, puede obtenerse un rendimiento mejorado del GTE.

20 Adicionalmente, mediante la fijación del larguero en la dirección rotacional en el molde por la sujeción de larguero tal como se ha descrito, cualquier ángulo de cono de la pala, fuera del plano rotacional de la pala, también se fija y no hay, por ejemplo, ninguna parte angular de dicho ángulo de cono que pueda girarse falsamente y de ese modo proporcionar un ángulo de barrido entre palas que sea diferente del ángulo de barrido pretendido.

30 Cuando se proporciona el larguero de turbina eólica con al menos una de las aberturas para casquillos de raíz y con casquillos de raíz, y la sujeción de larguero se adapta para fijarse al larguero de turbina eólica a través de aberturas o en los casquillos de raíz, una ventaja posible es que no se necesitan puntos fijos adicionales en el larguero.

35 Cuando la sujeción de larguero comprende al menos una abertura o rebaje para la inserción de un elemento de soporte en la dirección de la gravedad, se proporciona una solución para proporcionar el descenso preferido del larguero a su posición predeterminada final en el molde. Alternativamente, el larguero puede comprender unas hendiduras para engancharlas con un resalte de la sujeción de larguero, o el larguero estar provisto con uno o más resaltes o pasadores que se extienden desde la raíz que pueden descender dentro de la sujeción de larguero.

40 De acuerdo con una realización preferida del molde, el molde de pala de turbina eólica comprende dos partes de molde de pala, una parte de molde de pala superior y una inferior, y un extremo de la sujeción de larguero se adapta para fijarse a la parte del molde inferior o a una estructura de soporte del molde de la pala para la parte de molde inferior.

45 Cuando se proporcionan las aberturas en el extremo de raíz para la inserción de casquillos de raíz y los casquillos en el extremo de la raíz del larguero son casquillos para la unión del larguero a un buje de la turbina eólica, se describe una realización preferida, y cuando el larguero de turbina eólica se adapta para estar soportado por una sujeción de larguero a través de casquillos en un extremo de raíz del larguero y a través de la estructura de soporte del molde de pala de turbina eólica, una posible ventaja es que cualquier posición y/u orientación fija del larguero se fija en puntos en los que la pala se fija posteriormente al buje.

50 Cuando el larguero de turbina eólica se fija en al menos dos puntos en el extremo de raíz, puntos que están desplazados respecto a un eje central del larguero de turbina eólica, una posible ventaja es que se proporciona una sujeción que es más estable que, por ejemplo, solamente la fijación del larguero en, por ejemplo, un punto más superior del larguero cuando se posiciona en el molde. Especialmente, puede preferirse fijar solamente el larguero en dos puntos en el extremo de raíz, uno en cada lado de un centro del larguero de turbina eólica.

55 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención se proporciona una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 13.

60 En correspondencia con lo anterior, las posibles ventajas son que la posición relativa predeterminada fija puede elegirse de modo que al menos el extremo de raíz del larguero se posicione con una superficie más exterior del larguero a sustancialmente la misma distancia desde una superficie más interior de la carcasa de la pala, a lo largo

de la circunferencia de la carcasa de la pala. La distancia descrita se elige también preferentemente, entre otros, tal como se describirá adicionalmente en el presente documento, de modo que se optimice un grosor de un adhesivo curable o capa o línea de unión de resina entre el larguero y la carcasa de la pala. En particular, es posible de ese modo proporcionar una pala de turbina eólica en la que la distancia es sustancialmente la misma, al menos
 5 adyacente al extremo de raíz, entre la superficie más interior de las carcasas de la pala y la superficie más exterior del larguero proporciona un espacio, espacio que consiste solamente en una capa de adhesivo curado. Los ejemplos de posibles ventajas por ello son que se proporciona una pala de turbina eólica que tiene una resistencia consistente y una dirección consistente de larguero con relación a un plano de raíz.

10 Se ha de entender que las ventajas descritas en el presente documento pueden verse como ventajas posibles proporcionadas por la invención, pero puede entenderse también que la invención es particularmente, pero no exclusivamente, ventajosa por la obtención de una o más de las ventajas descritas. En general los diversos aspectos y ventajas de la invención pueden combinarse y conectarse en cualquier forma posible dentro del alcance de la invención tal como se reivindica.

15 Estos y otros aspectos, características o ventajas de la invención serán evidentes a partir de, y clarificadas con referencia a, las realizaciones descritas en el presente documento a continuación.

20 Breve descripción de los dibujos

Se describirán y explicarán, solamente a modo de ejemplo, realizaciones de la invención con referencia a los dibujos, en los que

la FIG. 1 muestra un GTE de referencia, y

la FIG. 2 ilustra un extremo de raíz de un larguero de TE y vistas desde el extremo laterales, y

la FIG. 3 ilustra el larguero de pala de TE y dos carcasas de pala de TE, y

la FIG. 4 es una vista desde el extremo de raíz de una parte inferior de un molde de pala de TE y una sujeción de larguero, etc., y

la FIG. 5 ilustra una primera realización de la sujeción de larguero de TE, y

la FIG. 6 ilustra una vista lateral transversal a la vista de la figura 5, y

la FIG. 7 ilustra la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la primera realización cuando se soporta el larguero, y

la FIG. 8 ilustra una segunda realización de la sujeción de larguero, y

la FIG. 9 es una vista lateral de la segunda realización, y

la FIG. 10 ilustra la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la segunda realización cuando se soporta el larguero, y

la FIG. 11 es una vista lateral de una tercera realización, y

la FIG. 12 es una vista lateral de la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la tercera realización cuando se soporta la sujeción de larguero, y

la FIG. 13 ilustra una vista lateral de una cuarta realización de la sujeción de larguero junto con el molde, etc., y

la FIG. 14 es la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la cuarta realización, y

la FIG. 15 muestra una pala de TE de acuerdo con una realización de la invención desde el extremo de raíz de la pala de TE.

45 Descripción de realizaciones

La FIG. 1 muestra un generador de turbina eólica 102 con una góndola 104, y un buje 106 montado de modo pivotante en la góndola 104 a través de un árbol. La góndola 104 se monta sobre una torre de turbina eólica 108 por medio de una junta giratoria. El buje 106 de la turbina eólica incluye tres palas de turbina eólica 110 fijadas al buje en un extremo de raíz 114 de las palas. El buje gira alrededor de un árbol de eje central de la turbina eólica en un plano de rotación sustancialmente perpendicular al eje central. La longitud de las palas de la turbina eólica en el ejemplo mostrado es de aproximadamente 40 metros, pero son también usuales longitudes de pala de entre 25 y 70 metros.

55 En un plano de rotación de las palas, se deduce de la figura que las palas se reparten en un ángulo de barrido de 120 grados entre sí. A la derecha del dibujo se muestra la turbina eólica en una vista lateral. A partir de la vista lateral se deduce que las palas de turbina eólica forman un cono con un ángulo de cono 112 fuera del plano de rotación. Las palas pueden cambiar su paso alrededor de un eje de paso, no ilustrado, siguiendo el eje de paso una extensión longitudinal de la pala que forma un cono. Dentro de cada una de las palas se proporciona un larguero de pala de TE.

La FIG. 2 ilustra un extremo de raíz de un larguero de TE 202 en una vista del extremo y una pieza de larguero en una vista lateral a la derecha. Un grosor de material de larguero y las dimensiones de las aberturas o casquillos de raíz 204 en el larguero, etc., solo se eligen con finalidades de ilustración. Se deduce de la figura que se proporciona un plano de raíz provisto en un extremo plano del larguero con un ángulo de cono 112 con relación a la extensión longitudinal de larguero 202. Por ello, un eje central 208 del larguero es diferente en un ángulo igual al ángulo de

cono 112 respecto al eje de paso 210. El eje de paso es perpendicular al plano de raíz situado en un plano.

Los casquillos 204 para la unión del larguero al buje cuando el larguero se ensambla con las carcasas de pala se distribuyen tal como se ilustra sobre un círculo alrededor de un punto central 206 del eje central del extremo de raíz del larguero. Con finalidades de ilustración se exagera en cierta manera la forma de elipse del grosor del material del extremo de raíz del larguero. La forma de elipse del grosor del material del larguero es debida al ángulo de cono.

La FIG. 3 ilustra el larguero de pala de TE 202 y dos carcasas de pala de TE, una carcasa de pala de TE inferior 304 y una carcasa de pala de TE superior 306 previamente a su ensamblaje entre sí. Puede verse que el larguero 202 tiene una forma en la dirección longitudinal, forma que sigue al menos en algún grado la forma de las carcasas de pala de TE 304 y 306 y por ello es relativamente ancho y sustancialmente circular en el extremo de raíz 114 y relativamente estrecho, plano y delgado en un extremo de punta 308. Por simplicidad, este cambio real de la forma de larguero a lo largo de su extensión longitudinal solo se ilustra en la figura 3 y no se muestra en las figuras 2, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

La FIG. 4 ilustra una vista desde el extremo del larguero con un punto central 206 desde el extremo de raíz 114 de una parte inferior 402 de un molde de pala de TE. El molde en la realización mostrada se usa tanto para el moldeo de la carcasa de pala de TE inferior 304 como para el ensamblaje de la carcasa de pala inferior 304 con el larguero de TE 202. La parte de molde inferior 402 está soportada al suelo 404 con una estructura de soporte 406. En la figura se ilustra una sujeción de larguero 408 adaptada para soportar el larguero de pala de TE 202 en el molde de pala de turbina eólica con relación al molde de pala de TE de modo que proporcione una posición relativa predeterminada fija entre al menos un extremo de raíz 114 del larguero de pala de TE 202 y al menos un extremo de raíz del molde de pala de turbina eólica.

Al proporcionar dos puntos fijos 410, desplazados respecto al eje central 206, sobre la raíz del larguero 202 y conectando estos puntos fijos 410 a la sujeción de larguero, la sujeción de larguero se adapta para fijar el larguero de pala de turbina eólica en una dirección de rotación alrededor del eje central en el extremo de raíz del larguero de turbina eólica. En la figura se ilustra que la sujeción de larguero está adaptada para fijar y soportar el larguero de pala de turbina eólica tanto a la estructura de soporte del molde de pala de TE como al suelo. En la realización mostrada la sujeción de larguero se fija a la estructura de soporte por soldadura. Posiblemente el soporte al suelo puede no fijarse en una dirección longitudinal para permitir la extensión del molde cuando se incrementa la temperatura del molde.

En los puntos fijos 410 el larguero de TE 202 está adaptado para estar soportado por la sujeción de larguero 408 a través de casquillos 204 en el extremo de raíz 114 del larguero 202 y a través de la estructura de soporte 406 del molde de pala de turbina eólica. El larguero de TE se fija en al menos dos puntos en el extremo de raíz, puntos que están desplazados respecto a un eje central del larguero de turbina eólica.

La FIG. 5 ilustra una primera realización de la sujeción de larguero de TE 408 tal como se muestra en la figura 4. Se deduce que en la parte superior de cada uno de los laterales izquierdo y derecho de la sujeción de larguero 408 se proporcionan orificios 502 para la inserción de elementos de soporte tales como pernos o pasadores (mostrado en la figura 7 con el número de referencia 704).

La FIG. 6 ilustra una vista lateral transversal a la vista de la figura 5 de la sujeción de larguero de TE 408 de acuerdo con la primera realización. En esta figura se ilustra la sujeción de larguero en conjunto con una sección de raíz del molde de pala de TE inferior 402 y la estructura de soporte 406 para el molde de carcasa de pala inferior 402. Una sección de la carcasa de pala inferior 304 también se muestra en la vista lateral. Con finalidades de ilustración, el extremo de raíz del larguero 202 en la vista lateral, la carcasa de pala inferior 304 y el molde de pala inferior 402 se ilustran como transparentes, al menos en parte, en las figuras 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13 y 14. Las partes mencionadas a ser ilustradas como transparentes no son realmente transparentes.

Como se ilustra en la figura 6, se proporciona la parte inferior 402 de un molde de pala de turbina eólica, la parte inferior del molde de TE está soportada por la estructura de soporte 406, la carcasa de pala de TE 304 se proporciona en la parte del molde inferior 402, y el larguero de pala de turbina eólica 202 se posiciona adyacente al molde de pala de turbina eólica con la sujeción de larguero tan próxima a su posición predeterminada fija final en el molde como sea posible mediante una grúa o similar.

La FIG. 7 es una ilustración de una vista lateral de la situación mostrada en la figura 4. La figura 7 ilustra la sujeción de larguero de TE 408, por ejemplo mostrada en la figura 6, de acuerdo con la primera realización junto con el molde 402 y estructura de soporte 406 en una situación en la que el larguero 202 está soportado relativamente respecto a la carcasa de pala inferior y al molde por la sujeción de larguero a través de un elemento de soporte 704, tal como un perno o pasadores. El perno 704 se inserta a través del orificio pasante 502 en la sujeción de larguero 408 y dentro de un casquillo 204 en el extremo de raíz del larguero 202. La posición fija final del larguero 202 se obtiene mediante el apriete de los pernos en roscas, no ilustradas, en los casquillos 204.

La posición final del larguero 202 en el molde de pala inferior 402 se predetermina de modo que proporcione un

espacio 702 adecuado para una capa y/o una o más líneas de unión de adhesivo entre una superficie más interior de la carcasa de pala 304 y una superficie más exterior del larguero 202. Un grosor de la capa está preferentemente en el intervalo entre 1 y 5 mm. Una capa más gruesa de 5-6 mm o una capa más delgada que 1-1,5 mm pueden proporcionar una conexión que no sea óptima, por ejemplo no óptima para la resistencia de la conexión.

5 Especialmente es importante que el grosor de la capa sea sustancialmente el mismo en cualquier lado sobre la superficie más exterior en una circunferencia exterior del larguero, es decir tanto hacia la carcasa de pala inferior 304 como hacia la carcasa de pala superior 306, entre otros para proporcionar una conexión con sustancialmente la misma resistencia a lo largo de la circunferencia exterior del larguero, al menos en el extremo de raíz. Esto se muestra con más detalle en la figura 15.

10 Hacia la punta 308 del larguero, el peso del larguero 202 por longitud con relación a un área superficial sobre la que esta longitud del larguero reposa es relativamente bajo comparado con el extremo de raíz. En consecuencia y como un ejemplo, una parte del extremo de punta del larguero, extremo de punta que no está soportado con relación a la carcasa de pala 304, puede no sumergirse demasiado dentro de, por ejemplo, una capa de adhesivo curable previamente al curado del adhesivo.

15 Las figuras 7, 10, 12 y 14 ilustran todas ellas un molde en el que el soporte del larguero de pala de turbina eólica se proporciona a través de al menos un elemento de soporte 702, 902, 1102, 1402 diferente de y separado de una carcasa de pala.

20 La FIG. 8 ilustra una segunda realización de la sujeción de larguero, y la FIG. 9 ilustra una vista lateral de la segunda realización de la sujeción de larguero junto con el molde, etc.

25 La FIG. 8, y figuras 9, 10, 11 y 12 ilustran todas ellas una sujeción de larguero y un método de fabricación de una pala de TE con un larguero 202 en el que la sujeción de larguero incluye al menos una abertura 1202 o rebaje 802 para la inserción de un elemento de soporte 902, 1102 y 1204 en la dirección de la gravedad. Se ilustra que el larguero de pala de turbina eólica se posiciona adyacente al molde de pala de turbina eólica y que el larguero de pala de turbina eólica 202 está soportado en el molde con relación a dicha carcasa de pala de turbina eólica. El soporte y fijación del larguero incluye el descenso del larguero en una dirección de la gravedad dentro de la sujeción de larguero 408 y de ese modo dentro de la posición relativa predeterminada fija.

30 La FIG. 10 ilustra la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la segunda realización, estando el molde y su estructura de soporte en una situación en la que el larguero está soportado por la sujeción de larguero con relación a la carcasa de pala inferior en el molde a través de un elemento de soporte insertado en un casquillo en el larguero que está siendo soportado en la sujeción de larguero.

35 La FIG. 11 ilustra una vista lateral de una tercera realización de la sujeción de larguero junto con el molde, etc., y la FIG. 12 ilustra la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la tercera realización, estando el molde y su estructura de soporte en una situación en la que el larguero está soportado por la sujeción de larguero con relación a la carcasa de pala inferior en el molde mediante un resalte 1102 que se extiende desde el extremo de raíz del larguero. La sujeción de larguero 408 en la figura 11 está en una vista de extremo similar a la realización de la sujeción de larguero mostrada en la figura 8.

40 En una vista ampliada se muestra un elemento de soporte alternativo 1204 y una "interfaz" de sujeción de larguero alternativa. El elemento de soporte alternativo 1204 puede fijarse a o sobre un casquillo de raíz o fijarse en otra forma al larguero y extenderse desde el larguero 202. Cuando el larguero con el elemento de soporte alternativo 1204 desciende en la dirección de la gravedad directamente en una abertura 1202 u orificio 1202 en la sujeción de larguero, se consigue la posición relativa fija entre el larguero y el molde y/o una carcasa de pala en el molde.

45 La FIG. 13 ilustra una vista lateral de una cuarta realización de la sujeción de larguero junto con el molde, etc., y la FIG. 14 ilustra la sujeción de larguero de TE de acuerdo con la cuarta realización, estando el molde y su estructura de soporte en una situación en la que el larguero está soportado por la sujeción de larguero con relación a la carcasa de pala inferior y/o al molde por el larguero que incluye una hendidura, tal como una abertura o un casquillo de raíz en el larguero, para su enganche con un resalte 1402 o similar de la sujeción de larguero 202.

50 La FIG. 15 muestra una pala de TE desde el extremo de raíz de la pala de TE. En particular se ilustra que la pala de TE incluye una superficie más exterior 1502 (mostrada, sin embargo, en la vista del extremo), dos carcasas de pala 304 y 306. Cada carcasa de pala tiene una superficie más interior 1504 (mostrada, sin embargo, en la vista de extremo), hacia la superficie más exterior 1502 de larguero 202. Las dos carcasas de pala 304 y 306 se fijan al larguero y entre sí, y al menos adyacente a un extremo de raíz del larguero hay sustancialmente la misma distancia 1506 entre la superficie más interior 1504 de cada una de las carcasas de pala 304, 306 y la superficie más exterior 1502 del larguero 202. Solo se proporciona una capa 702 de adhesivo curado o curable 702 o resina en un espacio 702 entre la superficie más interior de las carcasas de pala 304, 306 y la superficie más exterior del larguero 202. Con finalidades de ilustración, el adhesivo se muestra como transparente en la figura.

55 En resumen se divulga en el presente documento que dentro del campo de los generadores de turbina eólica (GTE)

- 102, por ejemplo para proporcionar una forma consistente de fabricación de una pala de TE 110 se divulga un molde de pala 402 y una sujeción de larguero de pala 408 para soportar el larguero 202 en el molde de modo que proporcione una posición relativa predeterminada fija, y preferentemente también orientación, entre al menos un extremo de raíz, tal como un casquillo 204 en el extremo de raíz del larguero de pala 202, y un extremo de raíz del
- 5 molde. Se obtiene también una consistencia global porque de ese modo se proporciona una pala con características aerodinámicas y de resistencia previstas, entre otras razones porque al menos adyacente a la raíz del larguero hay sustancialmente la misma distancia para un adhesivo curado entre una superficie más interior 1504 de cada una de las carcasas de pala 304, 306 y una superficie más exterior 1502 del larguero.
- 10 Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con realizaciones preferidas, no se pretende que esté limitada a la forma específica expuesta en el presente documento. Por el contrario, el alcance de la presente invención está solamente limitado por las reivindicaciones adjuntas.
- 15 En la presente sección, se exponen ciertos detalles específicos de la realización divulgada con finalidades de explicación en lugar de limitación, de modo que proporcionen una comprensión clara y global de la presente invención. Sin embargo, debería entenderse claramente por los expertos en la materia, que la presente invención puede ponerse en práctica en otras realizaciones que no se adapten exactamente a los detalles expuestos en el presente documento, sin apartarse significativamente de las reivindicaciones.
- 20 En las reivindicaciones, el término “comprendiendo” no excluye la presencia de otros elementos o etapas. Adicionalmente, aunque pueden incluirse características individuales en diferentes reivindicaciones, estas pueden posiblemente combinarse ventajosamente, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que no sea factible y/o ventajosa una combinación de características. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por ello, las referencias a “un”, “una”, “primer”, “segundo”, etc. no excluyen una pluralidad.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una pala de turbina eólica que tiene una carcasa superior (306) y una carcasa inferior (304) y que tiene un larguero de pala de turbina eólica (202), larguero que tiene un eje central (208) en su extremo de raíz, comprendiendo el método
- proporcionar una parte inferior (402) de un molde de pala de turbina eólica,
 - soportar dicha parte de molde inferior mediante una estructura de soporte (406),
 - proporcionar una carcasa inferior de pala de turbina eólica en dicha parte de molde inferior,
 - posicionar dicho larguero de pala de turbina eólica adyacente a dicha parte de molde inferior de pala de turbina eólica,
 - soportar dicho larguero de pala de turbina eólica (202) con relación a dicha carcasa de pala de turbina eólica mediante una sujeción de larguero (408) diferente de y separada de dicha carcasa de pala de modo que proporcione una posición relativa predeterminada fija entre al menos un extremo de raíz del larguero de pala de turbina eólica y al menos un extremo de raíz de la carcasa de pala de turbina eólica en el molde de pala de turbina eólica, en el que dicha sujeción de larguero (408) se adapta para fijar dicho larguero de pala de turbina eólica (202) en una dirección de rotación alrededor de dicho eje central (208) en su extremo de raíz, impidiendo de ese modo la rotación del larguero con relación al molde.
2. Un método de fabricación de una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el soporte del larguero de pala de turbina eólica (202) en el molde con relación a dicha carcasa de pala de turbina eólica incluye proporcionar la sujeción de larguero (408) como un soporte entre el extremo de raíz (114) del larguero de pala de turbina eólica y al menos uno de entre el molde de pala, la estructura de soporte y el suelo.
3. Un método de fabricación de una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el posicionamiento del larguero de pala de turbina eólica (202) adyacente al molde de pala de turbina eólica y el soporte del larguero de pala de turbina eólica (202) en el molde con relación a dicha carcasa de pala de turbina eólica incluye descender un elemento de soporte (704, 902) comprendido en el larguero en una dirección de la gravedad dentro de la sujeción de larguero y de ese modo el larguero a dicha posición relativa predeterminada fija.
4. Un método de fabricación de una pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende adicionalmente
- proporcionar una capa de adhesivo curable entre una superficie más interior de la carcasa de pala y una superficie más exterior del larguero (202), siendo el grosor de dicha capa sustancialmente el mismo en cualquier lado sobre la superficie más exterior sobre la circunferencia exterior de dicho larguero al menos en el extremo de raíz (114).
5. Un molde de pala de turbina eólica para su uso en un método de acuerdo con cualquier reivindicación 1-4 previa, comprendiendo el al menos un molde de pala de turbina eólica
- una estructura de soporte (406) del molde de pala de turbina eólica,
 - una sujeción de larguero (408) de pala de turbina eólica adaptada para soportar un larguero de pala de turbina eólica en el molde de pala de turbina eólica con relación a dicho molde de pala de turbina eólica de modo que proporcione una posición relativa predeterminada fija entre al menos un extremo de raíz (114) del larguero de pala de turbina eólica y al menos un extremo de raíz (114) del molde de pala de turbina eólica, en el que dicha sujeción de larguero está adaptada para fijar dicho larguero de pala de turbina eólica (202) en una dirección de rotación alrededor de un eje central (208) en dicho extremo de raíz de dicho larguero de pala de turbina eólica, impidiendo de ese modo la rotación del larguero con relación al molde.
6. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la sujeción de larguero (408) de pala de turbina eólica está adaptada para fijar y soportar el larguero de pala de turbina eólica (202) a al menos uno de entre el molde de pala, la estructura de soporte del molde de pala de turbina eólica y el suelo.
7. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-6 precedentes, en el que el larguero de turbina eólica (202) se proporciona con al menos una de entre aberturas para casquillos de raíz (204) y casquillos de raíz (204) en el extremo de raíz, y la sujeción de larguero (408) está adaptada para fijarse al larguero de la turbina eólica (202) a través de aberturas o de los casquillos de raíz.
8. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en el que la sujeción de larguero (408) comprende el menos una abertura o rebaje para la inserción del elemento de soporte en la dirección de la gravedad.
9. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-8, en el que el molde de pala de turbina eólica comprende dos partes de molde de pala, una parte de molde de pala superior y una inferior, y

un extremo de la sujeción de larguero (408) está adaptado para fijarse a la parte de molde inferior o a una estructura de soporte del molde de pala para la parte del molde inferior.

5 10. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que las aberturas se proporcionan para la inserción de casquillos de raíz (204) y los casquillos de raíz son casquillos para la unión del larguero (202) a un buje de turbina eólica (106).

10 11. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el larguero de turbina eólica (202) está adaptado para estar soportado por la sujeción de larguero (408) a través de casquillos (204) en un extremo de raíz del larguero y a través de la estructura de soporte del molde de pala de turbina eólica.

15 12. Un molde de pala de turbina eólica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 u 11, en el que el larguero de turbina eólica (202) está adaptado para fijarse a través de la sujeción de larguero en al menos dos puntos en el extremo de raíz, puntos que están desplazados respecto a un eje central (208) del larguero de turbina eólica.

13. Una pala de turbina eólica (110) fabricada mediante el método o molde de cualquiera de las reivindicaciones 1-12 que comprende

20 - un larguero (202) que tiene una superficie circunferencial más exterior en un extremo de raíz del mismo y que tiene un eje central en dicho extremo de raíz del mismo,

25 - una carcasa de pala superior (306) y una carcasa de pala inferior (304), teniendo cada carcasa de pala una superficie más interior hacia dicha superficie circunferencial más exterior de dicho larguero (202), fijándose las dos carcasas de pala (304, 306) a dicho larguero y entre sí, en el que al menos adyacente a dicho extremo de raíz de dicho larguero hay sustancialmente la misma distancia entre una superficie más interior de cada una de las carcasas de pala y dicha superficie circunferencial más exterior de dicho larguero,

30 - comprendiendo dicha pala una capa o línea de unión de resina o adhesivo curado en dicha distancia entre dicha superficie más interior de dichas carcasas de pala (304, 306) y dicha superficie más exterior de dicho larguero (202), en el que el grosor de dicha capa o línea de unión en dicho extremo de raíz es sustancialmente el mismo entre dicha superficie más interior de cada una de las carcasas de pala (304, 306) y dicha superficie más exterior de dicho larguero (202).

35 14. Una pala de turbina eólica de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha distancia sustancialmente igual, al menos adyacente al extremo de raíz (114), entre la superficie más interior de las carcasas de pala (304, 306) y la superficie más exterior del larguero (202) proporciona un espacio, espacio que solamente consiste en una capa de adhesivo curado.

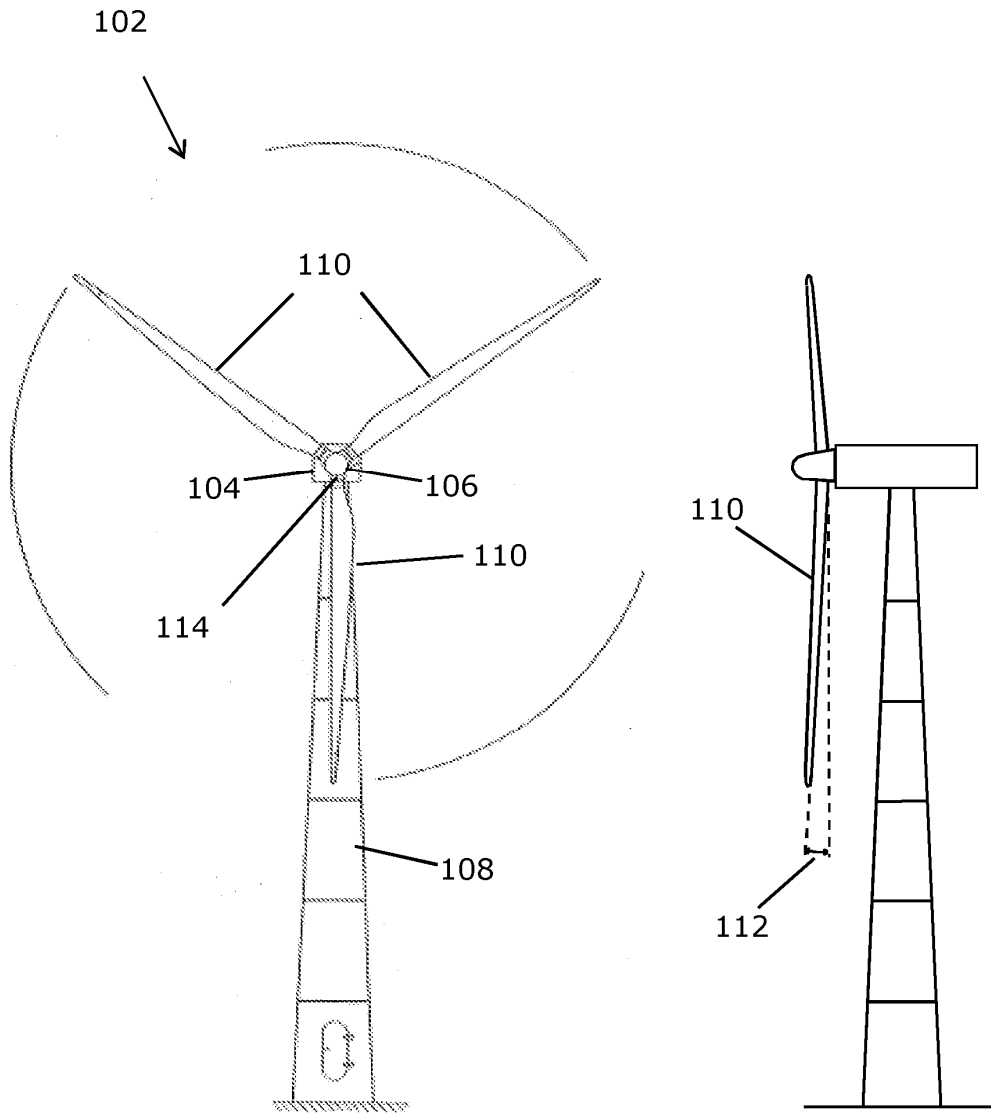


FIG.1

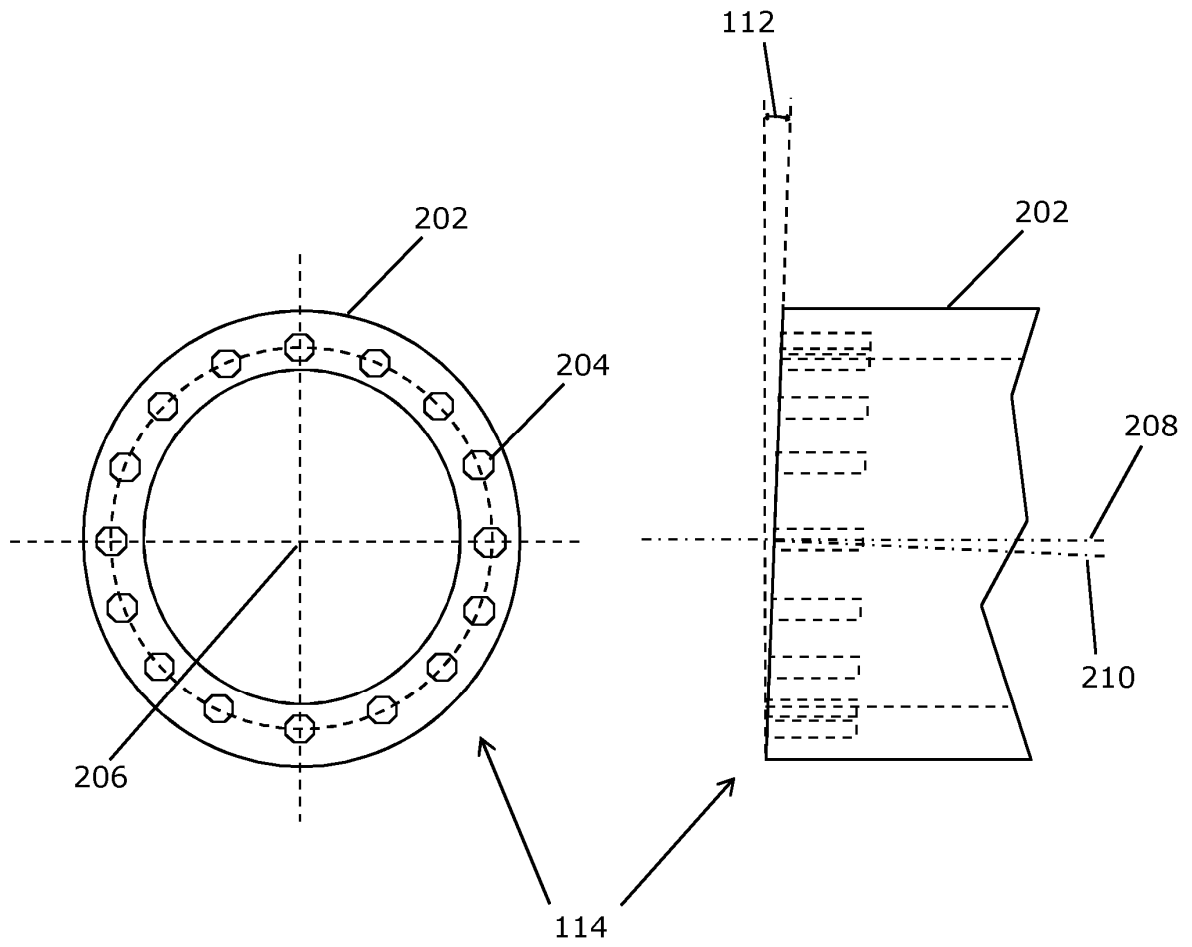


FIG.2

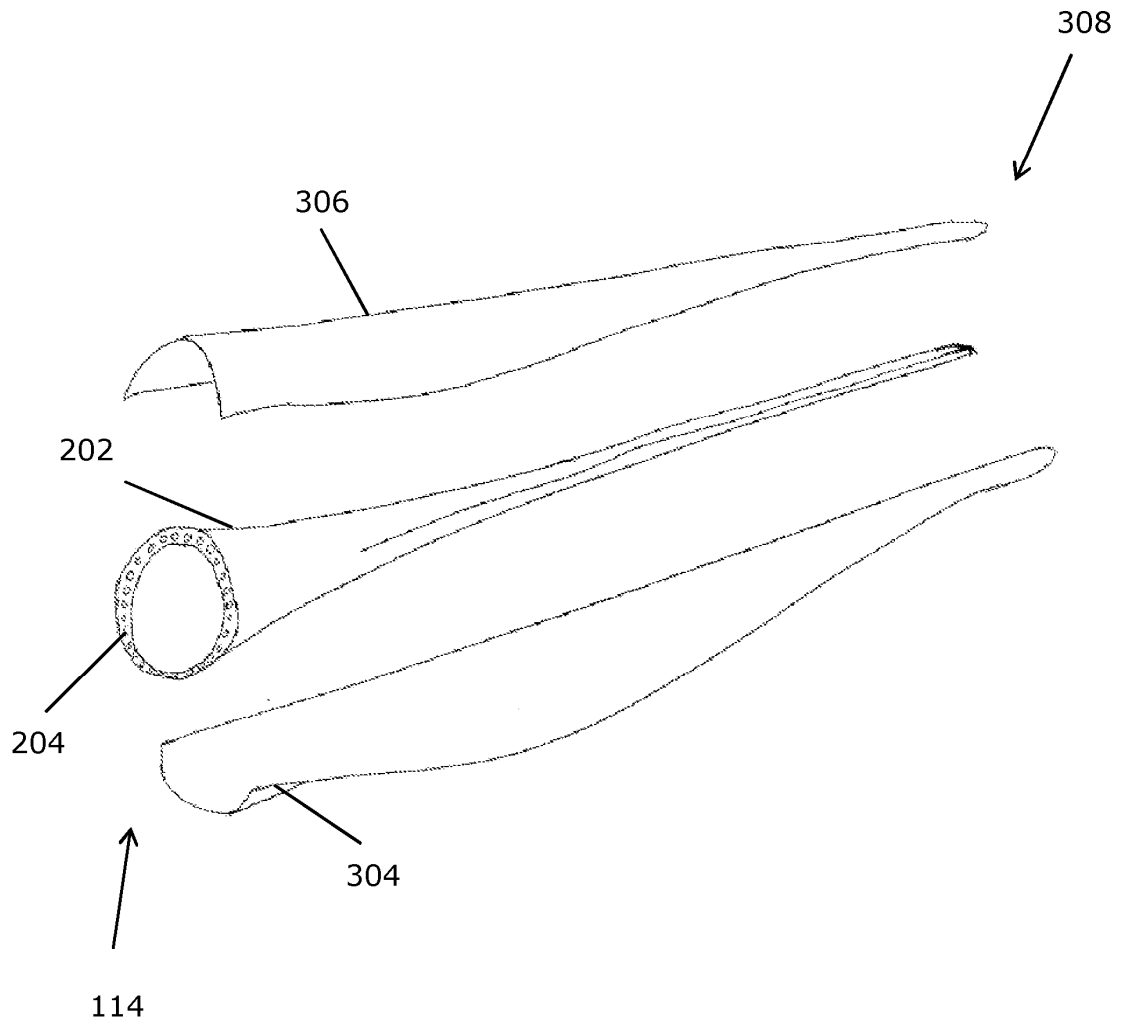


FIG.3

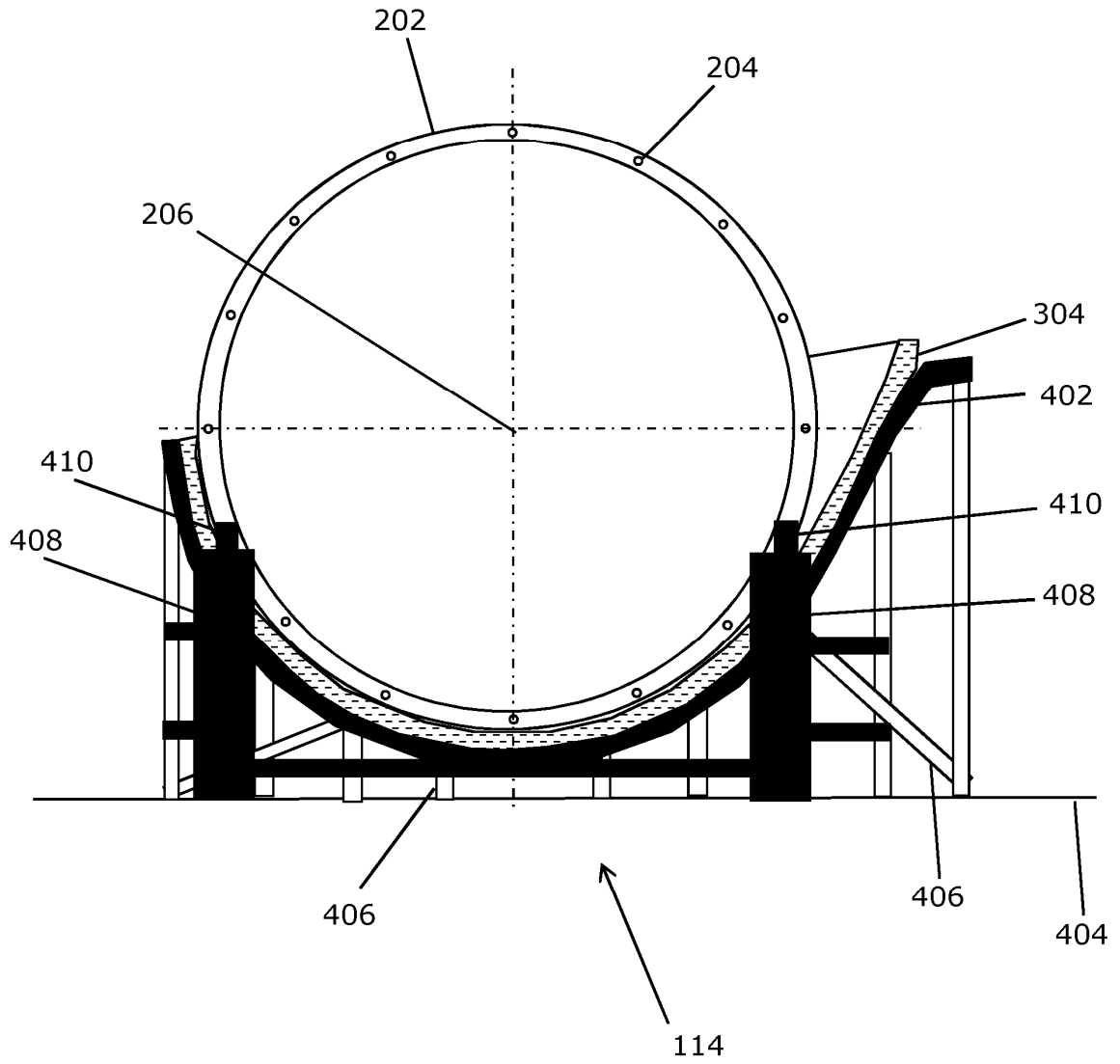


FIG.4

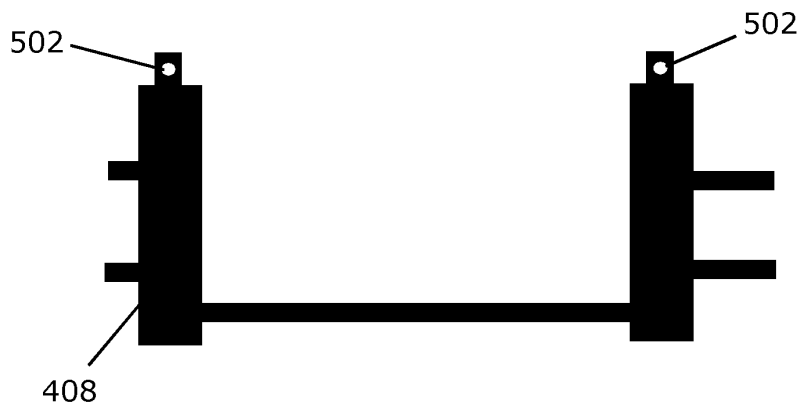


FIG. 5

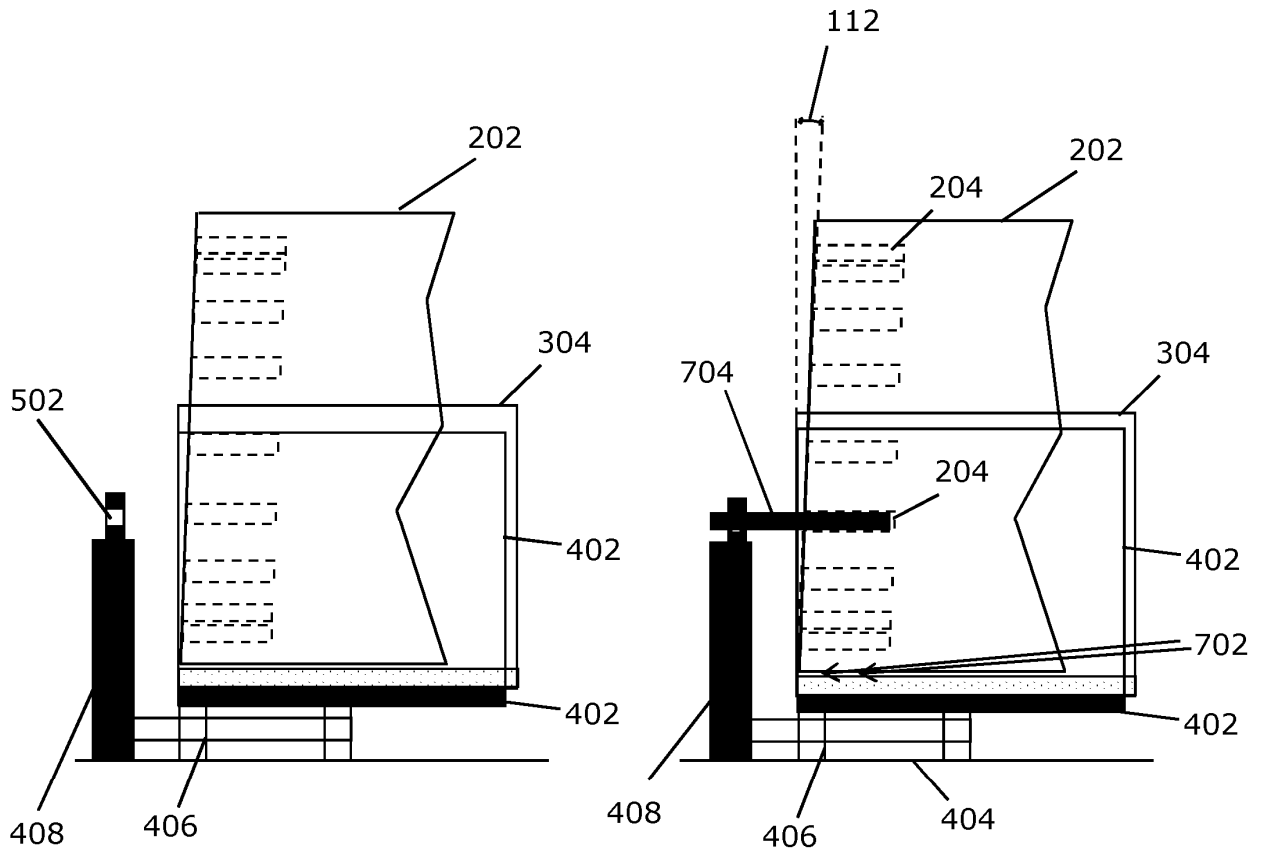


FIG. 6

FIG. 7



FIG. 8

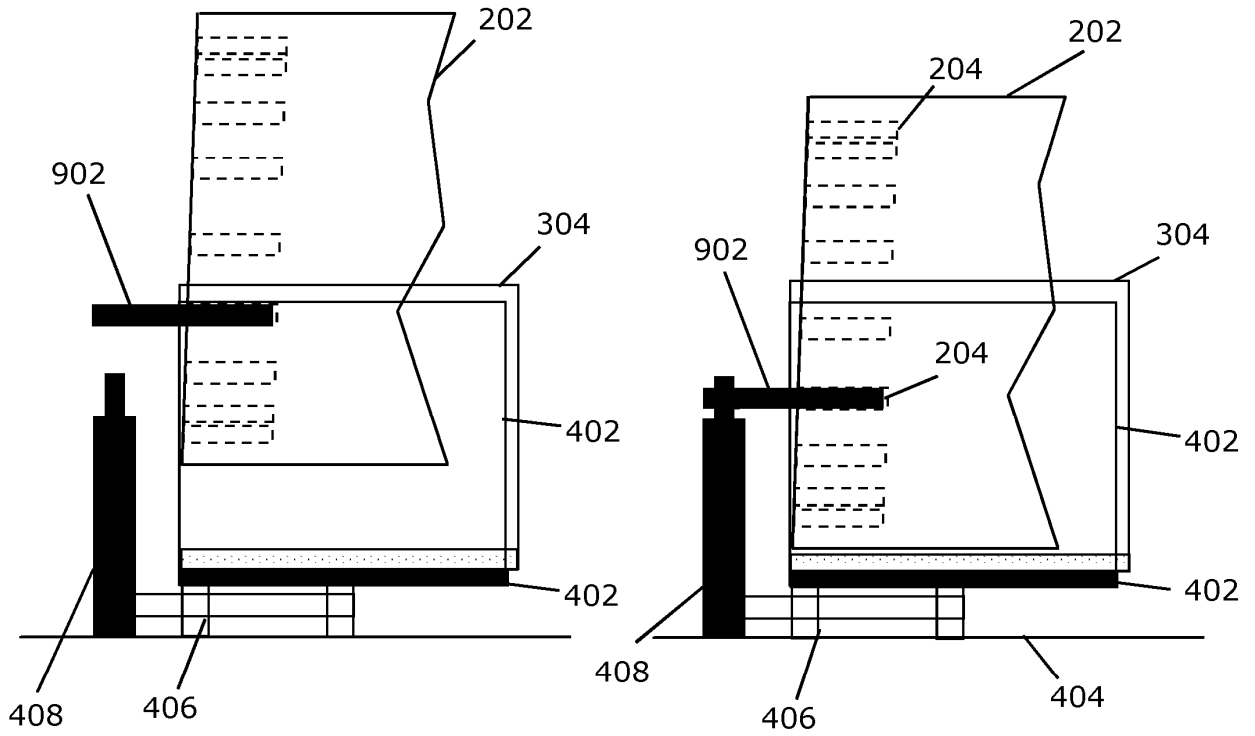


FIG. 9

FIG. 10

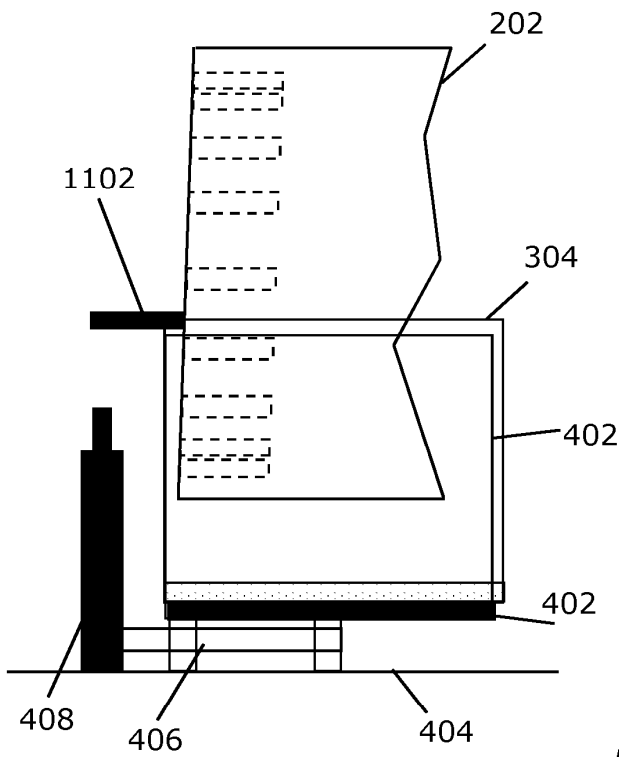


FIG. 11

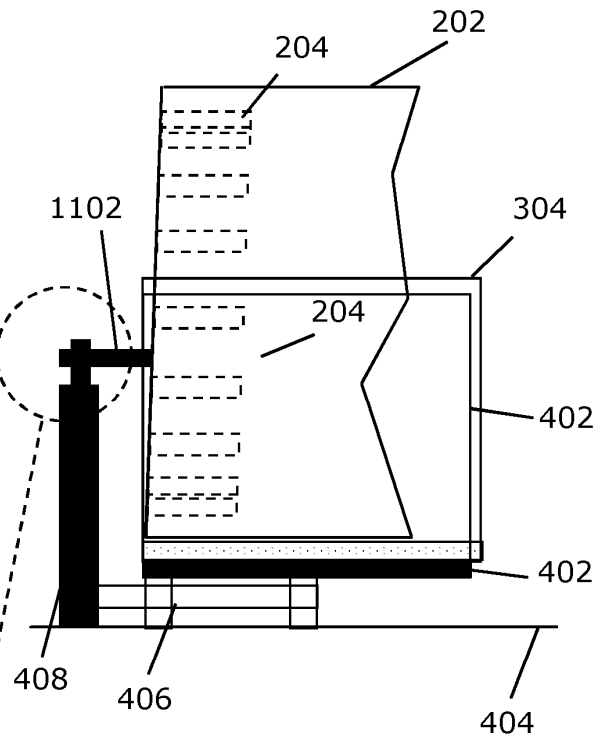
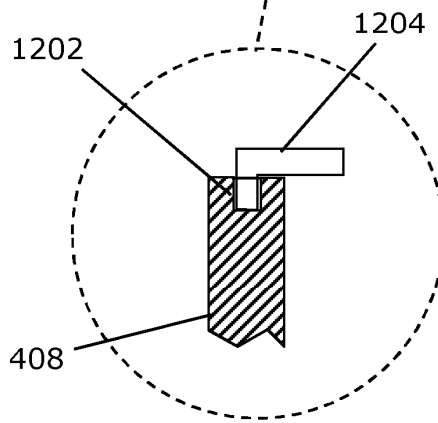


FIG. 12



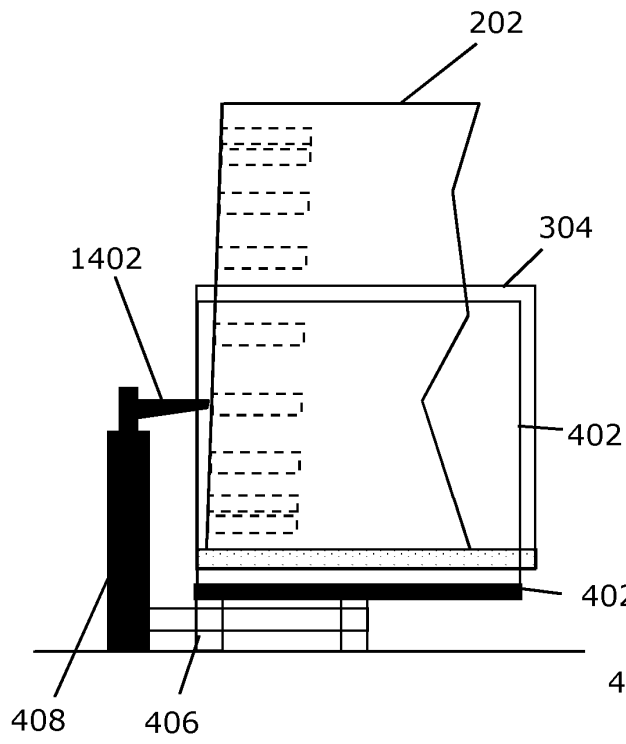


FIG. 13

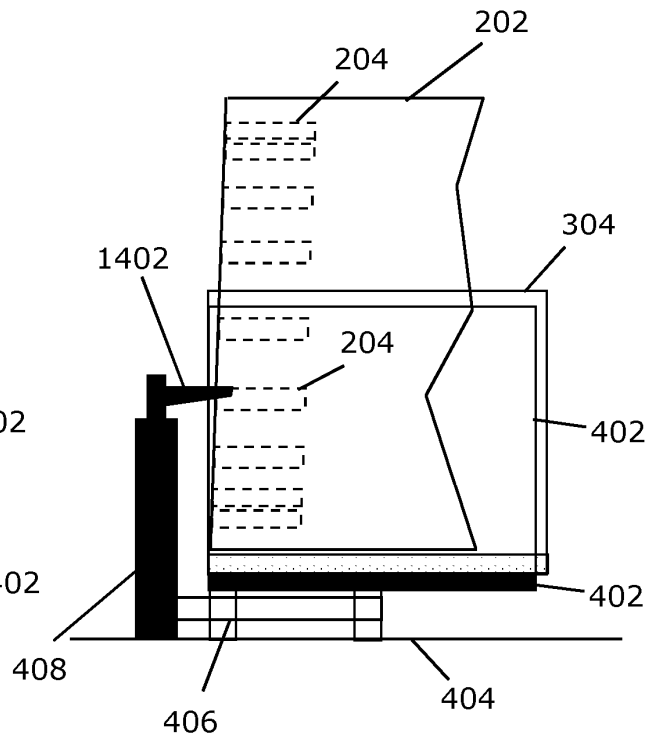


FIG. 14

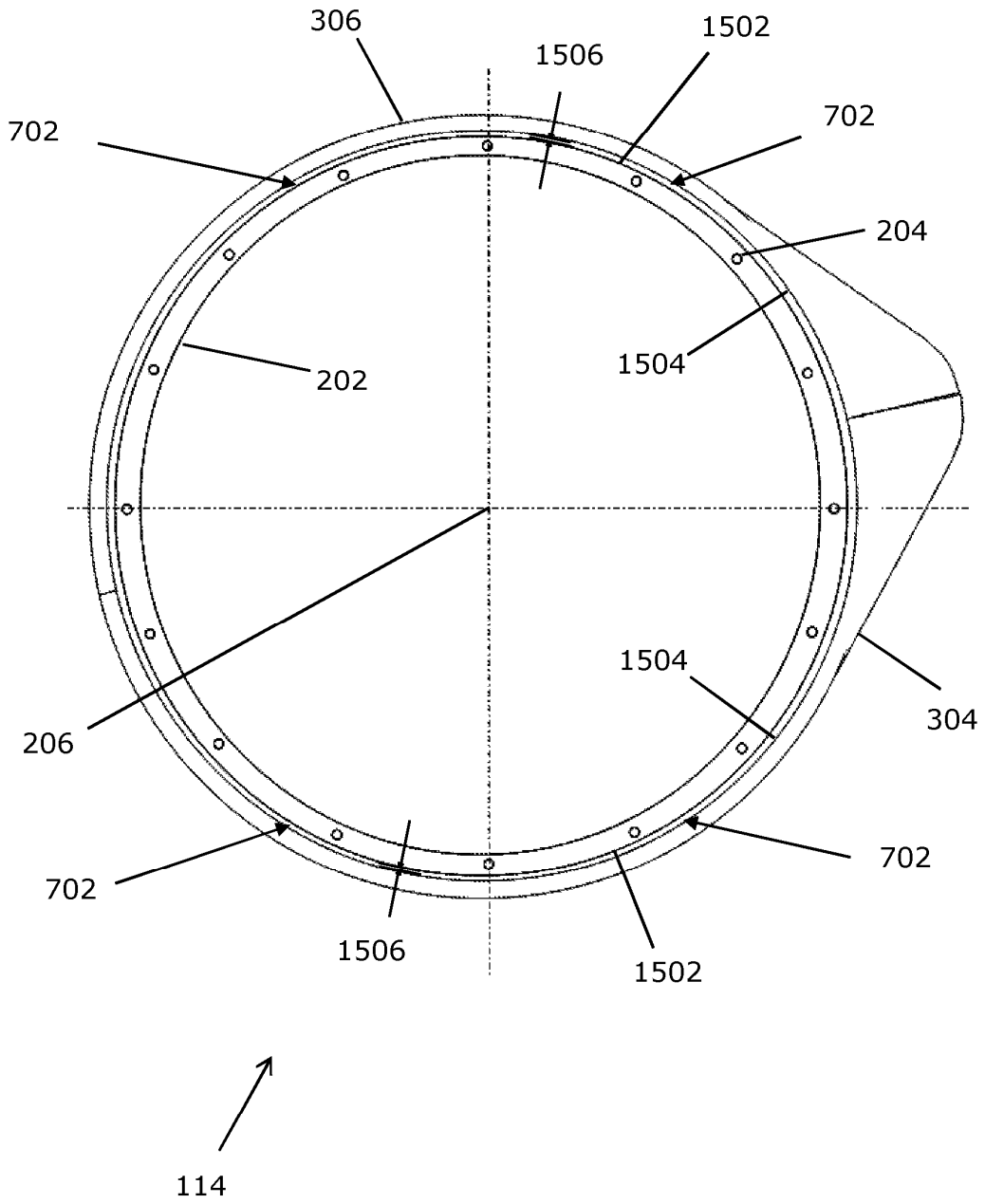


FIG.15