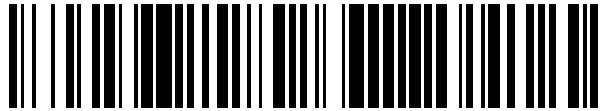


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 767**

51 Int. Cl.:

B29C 65/00 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)
B29C 70/34 (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01)
B29D 99/00 (2010.01)
B29L 31/08 (2006.01)
B29C 70/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2013 E 13195482 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 2881237**

54 Título: **Un método para fabricar una red de cizallamiento utilizando una brida de pie de red preformada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2020

73 Titular/es:

**LM WP PATENT HOLDING A/S (100.0%)
Jupitervej 6
6000 Kolding, DK**

72 Inventor/es:

**RASMUSSEN, KIM ANSHOLM;
LUNDSGAARD-LARSEN, CHRISTIAN;
PEDERSEN, STEVEN HAUGE y
HANSEN, TIM MØLLER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 747 767 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

Un método para fabricar una red de cizallamiento utilizando una brida de pie de red preformada

Campo de la invención

5 La presente invención se relaciona con un método para fabricar un componente de pala de turbina eólica en forma de un cuerpo de red de cizallamiento, y un cuerpo de red de cizallamiento fabricado de acuerdo con el método.

Antecedentes de la invención

10 Las palas de las turbinas eólicas a menudo se fabrican de acuerdo con uno de los dos diseños de construcción, es decir, un diseño donde una delgada cubierta aerodinámica está pegada o unida de otra manera a una viga de larguero, o un diseño donde las tapas de larguero, también llamadas laminados principales, se integran en la cubierta aerodinámica.

15 En el primer diseño, la viga de larguero constituye la estructura de cojinete de la pala. La viga de larguero, así como la cubierta aerodinámica o las partes de la cubierta se fabrican por separado. La cubierta aerodinámica a menudo se fabrica como dos partes de la cubierta, típicamente como una parte de la cubierta del lado de presión y una parte de la cubierta del lado de succión. Las dos partes de la cubierta están pegadas o conectadas de otro modo a la viga de larguero y están pegadas además entre sí a lo largo de un borde delantero y un borde trasero de las partes de la cubierta. Este diseño tiene la ventaja de que la estructura de transporte de carga crítica puede fabricarse por separado y, por lo tanto, es más fácil de controlar. Además, este diseño permite varios métodos de fabricación diferentes para producir la viga, tal como el moldeo y el devanado de filamentos.

20 En el segundo diseño, las tapas de mástil o laminados principales se integran en la cubierta y se moldean junto con la cubierta aerodinámica. Los laminados principales comprenden típicamente un alto número de capas de fibra en comparación con el resto de la pala y pueden formar un engrosamiento local de la cubierta de la turbina eólica, al menos con respecto al número de capas de fibra. Por lo tanto, el laminado principal puede formar una inserción de fibra en la pala. En este diseño, los laminados principales constituyen la estructura portadora de carga. Las cubiertas de las palas están diseñadas típicamente con un primer laminado principal integrado en la parte de la cubierta del lado de presión y un segundo laminado principal integrado en la parte de la cubierta del lado de succión. El primer laminado principal y el segundo laminado principal están típicamente conectados a través de una o más redes de cizallamiento, que por ejemplo pueden tener forma de C o I. Para palas muy largas, las cubiertas de las cuchillas pueden además, a lo largo de al menos una parte de la extensión longitudinal, comprender un primer laminado principal adicional en la cubierta del lado de presión, y un segundo laminado principal adicional en la cubierta del lado de succión. Estos laminados principales adicionales también pueden conectarse a través de una o más redes de cizallamiento. Este diseño tiene la ventaja de que es más fácil controlar la forma aerodinámica de la pala mediante el moldeo de la parte de la cubierta de la pala.

25 30 Las redes de cizallamiento actúan para reforzar la estructura de la pala y prevenir una flexión o pandeo excesivos. Algunos diseños de palas usan redes de cizallamiento formadas por miembros de viga que tienen secciones transversales en forma de I o C, donde los miembros tienen un cuerpo principal con bridas que soportan carga que se extienden desde allí en los extremos opuestos del cuerpo principal.

35 Un método para fabricar tales redes I o C es mediante la provisión de un cuerpo de panel intercalado al que se aplican capas de material de fibra en los extremos opuestos en la forma de las bridas deseadas, infundiéndose el material de fibra con un resina y posteriormente curado para formar bridas rígidas.

40 Es bien conocido fabricar tales redes de cizallamiento en una estructura de molde con forma adecuada, en la que una red en C se puede fabricar usando un molde en forma de U relativamente simple, donde el cuerpo del panel intercalado se extiende entre las paredes opuestas de la estructura del molde, con las bridas formadas a través de la colocación de material de fibra contra dichas paredes.

45 De manera similar, se puede fabricar una red en I usando un molde que tiene un soporte central limitado por miembros de soporte flexibles a cada lado para definir un canal ajustable entre los miembros de soporte flexibles y las paredes opuestas del molde. En esta situación, el cuerpo del panel intercalado está dispuesto en el soporte central, mientras que el canal ajustable está dispuesto para recibir capas de fibra para formar las bridas en un primer lado del cuerpo del panel, con las bridas en el segundo lado del cuerpo del panel formado por la colocación de material de fibra contra las paredes opuestas del molde.

50 Un ejemplo de tales sistemas de fabricación se puede ver en la Publicación de Solicitud de Patente Internacional No. WO 2013/037466 A1.

Sin embargo, tales sistemas requieren la provisión de mesas de moldeo dedicadas para la formación de dichas redes de cizallamiento, que a menudo pueden ser estructuras continuas de más de 30-40 metros de longitud, ocupando un espacio considerable en una fábrica de palas. Además, la aplicación, la infusión y el curado posterior

de las capas de fibra para formar las bridas de las redes de cizallamiento requieren una alineación y trabajo relativamente precisos, lo que resulta en un tiempo considerable y costes operativos.

5 Además, en el caso de la fabricación de la red en I, los perfiles flexibles particulares utilizados pueden ser únicos para el diseño diferente de la pala y la red en I asociada requerida. Por lo tanto, esto puede generar costes adicionales de fabricación y configuración cuando se desea producir redes en I para uso en diferentes palas de turbinas eólicas.

Además de lo anterior, las redes de cizallamiento que tienen tales bridas con base en fibras infundidas con resina pueden ser un área de interés para la prevención de fallas estructurales y grietas, debido a las fuerzas relativamente grandes transferidas a través de dichas bridas.

10 El documento WO 02/066235 divulga un sistema y un método para formar conjuntos estructurales con preformas de unión tejidas en 3D.

El documento EP 2213445 divulga un sistema, método y aparato para fabricar estructuras de material compuesto sin aplicar calor externo desde un horno o autoclave.

15 Es un objeto de la invención proporcionar un sistema y métodos alternativos para la fabricación de componentes de pala de turbina eólica en forma de redes de cizallamientos, que proporciona una mayor facilidad de fabricación combinada con un riesgo reducido de falla estructural.

Resumen de la invención

En consecuencia, se proporciona un método para fabricar un componente de pala de turbina eólica en forma de una red de cizallamiento, donde el método comprende los pasos de:

20 a) proporcionar un cuerpo de red de cizallamiento prefabricado que tiene un primer lado y un segundo lado, así como un primer extremo y un segundo extremo;

b) proporcionar una primera brida de pie de red preformada que comprende un material de refuerzo de fibra, tal como fibras de vidrio;

25 c) disponer una primera capa de fibra desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del primer lado del cuerpo de la red de cizallamiento;

d) disponer una segunda capa de fibra desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del segundo lado del cuerpo de la red de cizallamiento;

e) suministrar una resina a dicha primera capa de fibra y segunda capa de fibra simultáneamente con o después de los pasos c) y d); y

30 f) permitir que la resina cure para formar la red de cizallamiento.

El alcance del método de acuerdo con la invención se define en la reivindicación 1.

35 Por lo tanto, se ve que la primera brida de pie de red preformada está unida al cuerpo de red de cizallamiento al estratificar capas de fibra desde la brida de pie de red hasta los lados de la red de cizallamiento, suministrando la resina ya sea por inyección o como material preimpregnado, y luego permitiendo que la resina se cure para proporcionar una conexión permanente entre la brida de pie de red y la red de cizallamiento. Esto brinda la oportunidad de fabricar el cuerpo de red de cizallamiento y la primera brida de pie de red por separado, lo que a su vez permite un diseño más genérico y modular, donde dos partes se pueden conformar a una forma de cubierta de turbina eólica deseada sin necesariamente tener que tener grandes moldes de red personalizados para cada tipo de pala de turbina eólica. Por lo tanto, el cuerpo de red de cizallamiento puede ser simplemente soportado en un taller, 40 por ejemplo utilizando una pluralidad de soportes de mesa simples o una plantilla simple.

En general, se ve que las bridas de pie de red se pueden unir al cuerpo de red de cizallamiento prefabricado laminando en los lados del cuerpo de red de cizallamiento, por ejemplo por sobrelaminación. Tal laminación reemplaza el uso de adhesivos estructurales que podrían usarse para proporcionar una unión de soporte de carga entre las bridas de pie de red y el cuerpo de red de cizallamiento.

45 El método también puede implicar ventajosamente el paso de unir una segunda brida de pie de red preformada al segundo extremo del cuerpo de red de acuerdo con la misma secuencia, es decir, c2) disponer una primera capa de fibra adicional desde la segunda brida de pie de red preformada y hacia el primer lado del cuerpo de red de cizallamiento; d2) disponer una segunda capa de fibra adicional desde la primera brida de pie de red preformada y hacia el segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento; e2) suministrar una resina a dicha primera capa de fibra 50 adicional y segunda capa de fibra adicional simultáneamente o después de los pasos c2) y d2); y f2) permitir que la resina se cure.

En lo siguiente, se pueden discutir diversas realizaciones relacionadas con la primera brida de pie de red y, a veces, simplemente se denominarán brida de pie de red. Sin embargo, está claro que las realizaciones también pueden aplicarse a la segunda brida de pie de red, que está unida al segundo extremo del cuerpo de red de cizallamiento.

5 De acuerdo con una realización ventajosa, se suministra un adhesivo o tejido SAERfix® a la primera capa de fibra y a la segunda capa de fibra con el fin de mantener la forma antes de suministrar resina a dichas capas de fibra primera y segunda en el paso e). Por lo tanto, se asegura que las capas de fibra primera y segunda mantengan su forma a medida que se extienden a lo largo del primer lado y el segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento, respectivamente. Si las capas de fibra primera y segunda forman parte de la primera brida de pie de red preformada, el adhesivo asegura o al menos parcialmente asegura que la brida de pie de red preformada mantenga su forma antes de ser laminada sobre el cuerpo de red de cizallamiento.

10 De acuerdo con otra realización ventajosa, el cuerpo de red de cizallamiento prefabricado es un panel intercalado o un miembro de material compuesto estructurado intercalado, por ejemplo que tienen capas externas de material de refuerzo, tal como un material compuesto reforzado con fibra, aplicado a un material de núcleo ligero relativamente grueso, tal como madera de balsa o un polímero espumado. El material del núcleo puede ser un material de baja resistencia, pero su mayor espesor proporciona al material compuesto intercalado una alta rigidez a la flexión con una baja densidad general.

15 De acuerdo con otra realización aún más ventajosa, el método comprende el paso de proporcionar una herramienta de formación adyacente a al menos el primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento para formar una cavidad de molde que cubre la primera brida de pie de red preformada, la primera capa de fibra, la segunda capa de fibra y una parte del cuerpo de red de cizallamiento cerca del primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento. Por lo tanto, la herramienta de formación forma una cavidad de molde relativamente pequeña cerca del primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento. Por consiguiente, solo se necesitan herramientas de conformación relativamente pequeñas en lugar de equipos voluminosos necesarios para fabricar un cuerpo de red de cizallamiento formado integralmente y una brida de pie de red.

20 La cavidad del molde es preferiblemente una cavidad alargada u oblonga que se extiende a lo largo de una parte o de todo el cuerpo de red de cizallamiento. La cavidad del molde puede tener sustancialmente forma de brida de pie de red.

25 Ventajosamente, la herramienta de formación comprende una primera bolsa de vacío y posiblemente también una segunda bolsa de vacío. Si solo se usa una primera bolsa de vacío, puede cubrir la primera brida de pie de red y sellarse contra el primer lado y el segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento. También es posible usar dos bolsas de vacío, por ejemplo una primera para sellar la primera capa de fibra y una segunda para sellar la segunda capa de fibra. Las bolsas de vacío pueden sellarse adicionalmente contra la brida de pie de red preformada o contra un miembro de placa de herramienta de formación que soporta una parte de base de la brida de pie de red preformada.

30 Alternativamente, la cavidad del molde puede formarse usando una herramienta dedicada que comprende partes sustancialmente rígidas, tales como de metal o plástico inflexible. Preferiblemente, tales partes rígidas están conformadas de acuerdo con la forma exterior deseada de la brida de pie de red o la conexión de la brida de pie de red.

35 Preferiblemente, el método comprende el paso de aplicar un sellador entre dicha herramienta de formación y dicho primer extremo de dicho miembro de red. El sellador puede comprender una tira simple de material, posiblemente con propiedades adhesivas, aplicada entre los bordes de la herramienta de formación y la superficie del miembro de red, por ejemplo, un gel de silicona.

40 En un método particularmente ventajoso, la resina en el paso e) se inyecta en la cavidad del molde. Ventajosamente, la resina se inyecta desde un primer extremo longitudinal de la cavidad del molde. El método puede comprender inyectar dicha resina a una sobrepresión o a un nivel de presión superior a la presión atmosférica. Preferiblemente, dicho paso de inyección comprende aplicar un vacío a la cavidad del molde. Por lo tanto, la resina se suministra preferiblemente mediante infusión al vacío. El vacío puede aplicarse ventajosamente desde un segundo extremo longitudinal opuesto de la cavidad del molde.

45 En una realización, el cuerpo de red de cizallamiento prefabricado en el paso a) está dispuesto en una posición sustancialmente vertical, y en el que la primera brida de pie de red preformada está dispuesta en el primer extremo y debajo del cuerpo de red de cizallamiento. Por lo tanto, la resina puede suministrarse mientras la brida de pie de red y el cuerpo de red de cizallamiento están dispuestos en una configuración sustancialmente vertical, y donde la primera capa de fibra y la segunda capa de fibra se extienden sustancialmente de manera vertical a lo largo del primer lado y el segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento, respectivamente. Esto puede compensar la acumulación de bolsas de aire en el laminado y la deformación de las capas de fibra debido a la gravedad.

50 La segunda brida de pie de red preformada puede disponerse en el segundo extremo y por encima del cuerpo de red de cizallamiento e infundirse de manera similar. Alternativamente, el cuerpo de red de cizallamiento se puede

girar 180 grados y la segunda brida de pie de red preformada se puede unir al cuerpo de red de cizallamiento en un paso de infusión posterior, donde se coloca debajo del cuerpo de red de cizallamiento.

De acuerdo con la invención, la primera brida de pie de red comprende una parte de base que tiene un primer lado y un segundo lado, una primera parte de proyección que se proyecta desde el segundo lado de la parte de base y una segunda parte de proyección que se proyecta desde el segundo lado de la parte de base para que se forme un rebaje entre la primera parte de proyección y la segunda parte de proyección. El primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento puede, por lo tanto, estar dispuesto en el rebaje formado entre las dos partes de proyección. El primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento puede estar biselado o chaflanado. El rebaje puede tener una forma complementaria. Se puede disponer una capa de fibra en el rebaje entre la brida de pie de red preformada y el cuerpo de red de cizallamiento. Las formas complementarias pueden tener una forma tal que el ángulo entre la brida de pie de red y el cuerpo de red de cizallamiento esté predefinido. El extremo del cuerpo de red de cizallamiento y/o la cavidad de la brida de pie de red pueden, por ejemplo, conformarse mediante fresado o una operación similar.

La capa de fibra puede estar envuelta alrededor del primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento. En consecuencia, la primera capa de fibra y la segunda capa de fibra pueden estar formadas por una sola capa de fibra envuelta alrededor del extremo y entre los dos cuerpos.

La primera y la segunda partes de proyección comprenden una primera parte lateral y una segunda parte lateral. La primera parte lateral puede ser cóncava, y el segundo lado también puede ser cóncavo. Por lo tanto, las proyecciones proporcionan una transición suave al cuerpo de red de cizallamiento. Las partes laterales de las partes de proyección también pueden definirse como partes laterales internas (que son los lados que miran hacia el cuerpo de red de cizallamiento, y partes laterales externas (que son los lados que miran hacia fuera del cuerpo de red de cizallamiento).

De acuerdo con la invención, el rebaje formado tiene una sección transversal circular parcial con un primer radio o curvatura. Además, el primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento se redondea teniendo un segundo radio de curvatura. El segundo radio puede ser sustancialmente igual o ligeramente más pequeño que el primer radio. De este modo, las dos partes pueden estar conectadas en una unión esférica como conexión, y el primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento puede estar en ángulo arbitrariamente y aún encajar en el rebaje. De este modo, el ángulo entre el cuerpo de red de cizallamiento y la brida de pie de red se puede variar más fácilmente con el fin de adaptarse a la parte de cubierta aerodinámica de la pala de turbina eólica.

En una realización, el rebaje tiene una medida de arco de 90-180 grados, o 120-160 grados, por ejemplo, alrededor de 140 grados. La medida del arco puede ser relativamente alta si solo se necesita un pequeño ángulo variable entre la brida de pie de red y el cuerpo de red de cizallamiento.

El primer radio puede ser ventajosamente 10-100 mm o 10-50 mm, por ejemplo alrededor de 20 mm. El cuerpo de red de cizallamiento puede tener ventajosamente un espesor aproximado de 20-200 mm o 20-100 mm, por ejemplo alrededor de 30 o 40 mm. El primer radio y el espesor del cuerpo de red de cizallamiento también pueden variar en la dirección longitudinal. El cuerpo de red de cizallamiento puede, por ejemplo, ser más grueso cerca de la raíz de la pala que cerca de la punta, y el primer radio puede variar en consecuencia.

La primera capa de fibra y la segunda capa de fibra pueden comprender ventajosamente una capa de fibra multiaxial, tal como una capa de fibra biaxial, triaxial o quadaxial. Por lo tanto, las capas de fibra comprenden fibras dispuestas multiaxialmente, por lo que las cargas se pueden transferir en varias direcciones y, por lo tanto, absorben tanto fuerzas longitudinales como transversales. También es posible usar capas de fibra que tengan fibras de refuerzo orientadas aleatoriamente.

La resina puede ser ventajosamente poliéster, viniléster o epoxi. El poliéster puede ser ventajosamente compatible químicamente con la matriz de resina del cuerpo de red de cizallamiento prefabricado.

La primera capa de fibra y la segunda capa de fibra están hechas ventajosamente de fibras de vidrio. Sin embargo, las fibras de refuerzo también podrían ser fibras de carbono, fibras vegetales, nylon, aramida u otra fibra de refuerzo adecuada.

La primera capa de fibra y la segunda capa de fibra también pueden ser material preimpregnado, por ejemplo preimpregnados de curado UV.

La brida de pie de red preformada puede formar ventajosamente un pie en forma de I con el cuerpo de red de cizallamiento, una vez que se ha unido al cuerpo de red de cizallamiento. La brida de pie de red puede tener ventajosamente una parte de base sustancialmente plana.

La primera capa de fibra y la segunda capa de fibra pueden extenderse ventajosamente a lo largo de 5-20 cm del primer lado y el segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento, respectivamente.

En una realización particularmente ventajosa, la primera brida de pie de red preformada es un cuerpo de material compuesto curado previamente. Por lo tanto, el cuerpo de material compuesto curado previamente puede ser un

cuerpo prefabricado, por ejemplo formado en un molde separado antes de unirse al primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento. El cuerpo previamente curado aún puede tener un cierto grado de flexibilidad, de modo que el ángulo entre la brida de pie de red y la red de cizallamiento se puede variar o torcer en la dirección longitudinal con el fin de acomodar la forma de la cubierta aerodinámica.

- 5 El cuerpo compuesto curado previamente se une al cuerpo de red de cizallamiento aplicando las capas de fibra primera y segunda superponiendo los dos cuerpos, suministrando resina y finalmente dejando que la resina se cure o endurezca. En consecuencia, se ve que las dos partes están unidas entre sí mediante una sobrelaminación en lugar de un adhesivo estructural o una unión de pegamento.

10 Además, el cuerpo previamente curado puede actuar como parte de la herramienta de formación que forma la cavidad del molde.

15 En una realización, la estructura compuesta curada previamente es un cuerpo pultrusionado o extruido. Por lo tanto, la brida de pie de red puede prefabricarse con una forma de sección transversal uniforme de acuerdo con procesos de extrusión o pultrusión conocidos y cortarse a la longitud deseada. La brida de pie de red prefabricada se puede doblar en el ángulo deseado con respecto al cuerpo de red de cizallamiento para acomodar la forma de la cubierta aerodinámica.

La brida de pie de red previamente curada se puede unir al cuerpo de red de cizallamiento mediante el uso de una capa de fibra entre las partes laterales internas de las partes de proyección y las capas de fibra dispuestas para cubrir una parte de la parte de base, las partes laterales externas de las partes de proyección y los lados del cuerpo de red de cizallamiento.

- 20 En una segunda realización particularmente ventajosa, la primera brida de pie de red preformada es un cuerpo de fibra cosido o tejido. Por consiguiente, el cuerpo de fibra cosido o tejido puede ser preformado en una forma aproximada deseada. La primera capa de fibra y la segunda capa de fibra pueden formarse integralmente con la brida de pie de red. El cuerpo de fibra puede fabricarse como un cuerpo continuo y luego cortarse a la longitud deseada. Por consiguiente, esta realización también proporciona un método flexible de fabricación de una red de cizallamiento de pala de turbina eólica.

25 Si la brida de pie de red preformada se forma mediante el uso del cuerpo de fibra cosido, puede ser necesario proporcionar una herramienta de formación que tenga un miembro de placa de base primario, que defina una superficie o base primaria de la brida de pie de red y, por lo tanto, el lado que luego se une al lado interno de la cubierta de pala aerodinámica. El miembro de placa de base puede tener que estar en ángulo de acuerdo con el ángulo deseado entre la brida de pie de red y el cuerpo de red de cizallamiento. Sin embargo, la herramienta de formación es aún mucho más pequeña que un molde necesario para fabricar una red de cizallamiento conformada integralmente, por lo que la fabricación es mucho más flexible que los métodos existentes de fabricación de redes de cizallamiento.

35 El cuerpo de fibra cosido puede comprender ventajosamente fibras de refuerzo secas, es decir, fibras de refuerzo que aún no han sido impregnadas por una resina. Por consiguiente, una cavidad de molde puede formarse mediante una herramienta de conformación que rodea el cuerpo preformado y sellarse contra los lados del cuerpo de red de cizallamiento, después de lo cual se inyecta una resina en la cavidad y finalmente se cura para formar la red de cizallamiento. El cuerpo de fibra cosido puede comprender alternativamente un material impregnado previamente, opcionalmente un material impregnado previamente de curado por UV. En esta realización, la cavidad de molde formada tiene sustancialmente forma de brida.

45 En una realización, el cuerpo de red de cizallamiento tiene una longitud de al menos 30 metros. En consecuencia, se ve que la invención está dirigida a la fabricación de redes de cizallamiento muy grandes, por ejemplo para palas de turbinas eólicas con una longitud de pala de al menos 40 metros. El cuerpo de red de cizallamiento también se puede seccionar, por ejemplo mediante la conexión de paneles prefabricados que tienen una longitud entre 8 y 12 metros. Los cuerpos de red pueden estar conectados entre sí a través de una sobrelaminación en las costuras. Esto puede llevarse a cabo al mismo tiempo que la brida de pie de red está unida a los paneles.

La brida de pie de red tiene ventajosamente la misma longitud que el cuerpo de red de cizallamiento. Sin embargo, la brida de pie de red también puede ser seccionada o modular. Las bridas de pie de red individuales pueden tener, por ejemplo, una longitud de 1 a 10 metros.

- 50 Como el perfil de la pala de la turbina eólica tiene una curvatura particular, la parte de base o superficie primaria de la brida de la red de cizallamiento puede requerir disposición en un ángulo específico con relación al cuerpo de la red. Este ángulo puede variar a lo largo de la longitud del componente, dependiendo del perfil longitudinal de la pala. Por consiguiente, la herramienta de conformación puede estar hecha de un material relativamente flexible para permitir variaciones en el ángulo de la herramienta a lo largo de la longitud del miembro de red, y/o una pluralidad de herramientas de conformación pueden usarse dispuestas en diferentes ángulos con relación al miembro de red a lo largo de la longitud del miembro de red.

Preferiblemente, dicho paso de angulación comprende disponer la brida de pie de red en un ángulo de entre -20 a +20 grados con respecto al primer extremo de dicho miembro de red. Por consiguiente, un miembro de placa primario para formar la cavidad del molde puede tener un ángulo similar en un ángulo de entre -20 a +20 grados con respecto al primer extremo de dicho miembro de red. También es posible variar dichos ángulos entre -30 y 30 grados.

La brida de pie de red puede formarse ventajosamente con una superficie conformada para la unión a la parte de cubierta de pala, tal como un perfil de superficie ondulado, tramado o con ranuras. La superficie conformada puede ser parte de la brida de pie de red curada previamente, o el miembro de placa principal de la herramienta de formación puede configurarse para proporcionar la superficie conformada. La provisión de una superficie de brida conformada o tratada en el extremo del componente puede proporcionar una superficie que proporciona una unión adhesiva mejorada entre los componentes.

La invención proporciona además una red de cizallamiento fabricada de acuerdo con el método mencionado anteriormente. Por consiguiente, la invención proporciona un componente de turbina eólica en forma de una red de cizallamiento que comprende:

- un cuerpo de red de cizallamiento prefabricado que tiene un primer extremo y un segundo extremo, así como un primer lado y un segundo lado, y al menos
 - una primera brida de pie de red preformada, en la que
 - la primera brida de pie de red preformada está unida al cuerpo de red de cizallamiento a través de
 - una primera capa de fibra que se extiende desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del primer lado del cuerpo de red de cizallamiento, y
 - una segunda capa de fibra que se extiende desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento, en la que
 - la primera capa de fibra y la segunda capa de fibra están incrustadas en una matriz de resina curada.

El alcance de la red de cizallamiento de acuerdo con la invención se define en la reivindicación 12.

En general, se ve que las bridas de pie de redes pueden unirse al cuerpo de red de cizallamiento prefabricado laminando sobre el cuerpo de red de cizallamiento, por ejemplo por sobrelaminación. Tal laminación reemplaza el uso de adhesivos estructurales que podrían usarse para proporcionar una unión de soporte de carga entre las bridas de pie de redes y el cuerpo de red de cizallamiento.

Preferiblemente, la primera brida de pie de red preformada está unida a la red de cizallamiento prefabricada mediante una o más sobrelaminaciones que comprenden la primera capa de fibra y la segunda capa, por lo que se puede evitar el uso de un adhesivo estructural.

La invención proporciona además una pala de turbina eólica que comprende una red de cizallamiento de acuerdo con cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente, estando conectada la red de cizallamiento entre un lado de presión y un lado de succión de la pala de turbina eólica.

La pala de la turbina eólica puede comprender una primera tapa de larguero unida o formada integralmente con una parte de cubierta del lado de presión y una segunda tapa de larguero unida o formada integralmente con una parte de cubierta del lado de succión. La red de cizallamiento puede estar conectada entre las dos tapas de larguero, por ejemplo con la primera brida de pie de red unida a la primera tapa de larguero y la segunda brida de pie de red unida a la segunda tapa de larguero.

La invención proporciona adicionalmente una turbina eólica que comprende al menos una, y ventajosamente dos o tres, dichas palas de turbina eólica.

Descripción de la invención

La invención se explica en detalle a continuación con referencia a una realización mostrada en los dibujos, en la que

La Fig. 1 muestra una turbina eólica,

La Fig. 2 muestra una vista esquemática de una pala de turbina eólica.

La Fig. 3 muestra una vista esquemática de una sección transversal de una pala de turbina eólica.

La Fig. 4 muestra una primera realización de una brida de pie de red curada previamente de acuerdo con la invención.

La Fig. 5 muestra una segunda realización de una brida de pie de red curada previamente de acuerdo con la invención.

La Fig. 6 ilustra una primera realización de un método de fabricación de acuerdo con la invención para fabricar una red de cizallamiento, y

5 La Fig. 7 ilustra una segunda realización de un método de fabricación de acuerdo con la invención para fabricar una red de cizallamiento.

La Fig. 1 ilustra una turbina eólica moderna convencional a favor del viento de acuerdo con el llamado "concepto danés" con una torre 4, una góndola 6 y un rotor con un eje de rotor sustancialmente horizontal. El rotor incluye un centro 8 y tres palas 10 que se extienden radialmente desde el centro 8, teniendo cada una raíz 16 de pala más cercana al centro y una punta 14 de pala más alejada del centro 8. El rotor tiene un radio denotado R.

La Fig. 2 muestra una vista esquemática de una pala 10 de turbina eólica. La pala 10 de turbina eólica tiene la forma de una pala de turbina eólica convencional y comprende una región 30 de raíz más cercana al centro, una región 34 aerodinámica o una perfilada o más alejada del centro y una región 32 de transición entre la región 30 de raíz y la región 34 aerodinámica. La pala 10 comprende un borde 18 delantero orientado hacia la dirección de rotación de la pala 10, cuando la pala está montada en el centro, y un borde 20 trasero orientado en la dirección opuesta del borde 18 delantero.

La región 34 aerodinámica (también llamada región perfilada) tiene una forma de pala ideal o casi ideal con respecto a la generación de elevación, mientras que la región 30 de raíz debido a consideraciones estructurales tiene una sección transversal sustancialmente circular o elíptica, que por ejemplo hace que sea más fácil y seguro montar la pala 10 en el centro. El diámetro (o la cuerda) de la región 30 de raíz puede ser constante a lo largo del área 30 de raíz completa. La región 32 de transición tiene un perfil de transición que cambia gradualmente de la forma circular o elíptica de la región 30 de raíz al perfil aerodinámico de la región 34 aerodinámica. La longitud de las cuerdas de la región 32 de transición típicamente aumenta al aumentar la distancia r desde el centro. La región 34 aerodinámica tiene un perfil aerodinámico con una cuerda que se extiende entre el borde 18 delantero y el borde 20 trasero de la pala 10. El ancho de la cuerda disminuye al aumentar la distancia r desde el centro.

Un hombro 40 de la pala 10 se define como la posición, donde la pala 10 tiene su mayor longitud de cuerda. El hombro 40 se proporciona típicamente en el límite entre la región 32 de transición y la región 34 aerodinámica.

Debe observarse que las cuerdas de diferentes secciones de la cuchilla normalmente no se encuentran en un plano común, ya que la cuchilla puede estar torcida y/o curvada (es decir, doblada previamente), proporcionando así al plano de cuerda con un curso torcido y/o curvo de manera correspondiente, siendo este el caso más frecuente con el fin de compensar que la velocidad local de la pala dependa del radio del centro.

La pala está hecha típicamente de una parte 36 de cubierta del lado de presión y una parte 38 de cubierta del lado de succión que están pegadas entre sí a lo largo de líneas de unión en el borde 18 delantero y el borde trasero de la pala 20.

La Fig. 3 muestra una vista esquemática de una sección transversal de la pala a lo largo de la línea I-I mostrada en la Fig. 2. Como se mencionó anteriormente, la pala 10 comprende una parte 36 de concha del lado de presión y una parte 38 de concha del lado de succión. La parte 36 de concha del lado de presión comprende una tapa 41 de larguero, también llamada laminado principal, que constituye una parte que soporta la carga de la parte 36 de concha del lado de presión. La tapa 41 de larguero comprende una pluralidad de capas 42 de fibras que comprenden principalmente fibras unidireccionales alineadas a lo largo de la dirección longitudinal de la cuchilla para proporcionar rigidez a la pala. La parte 38 de concha del lado de succión también comprende una tapa 45 de larguero que comprende una pluralidad de capas 46 de fibra. La parte 38 de cubierta del lado de presión también puede comprender un material 43 de núcleo intercalado típicamente hecho de madera de balsa o polímero espumado e intercalado entre un número de capas externas reforzadas con fibra. El material 43 de núcleo intercalado se utiliza para proporcionar rigidez a la concha con el fin de garantizar que la concha mantenga sustancialmente su perfil aerodinámico durante la rotación de la pala. Del mismo modo, la parte 38 de concha del lado de succión también puede comprender un material 47 de núcleo intercalado.

La tapa 41 de larguero de la parte 36 de cubierta del lado de presión y la tapa 45 de larguero de la parte 38 de cubierta del lado de succión están conectadas a través de una primera red 50 de cizallamiento y una segunda red 55 de cizallamiento. Las redes 50, 55 de cizallamiento tienen, en la realización mostrada, formas como redes en forma de I. Sin embargo, también se pueden utilizar otras configuraciones, tales como redes en forma de C. La primera red 50 de cizallamiento comprende un cuerpo de red de cizallamiento y dos bridas de pie de redes. El cuerpo de red de cizallamiento comprende un material 51 de núcleo intercalado, tal como madera de balsa o polímero espumado, cubierto por varias capas 52 externas. La segunda red 55 de cizallamiento tiene un diseño similar con un cuerpo de red de cizallamiento y dos bridas de pie de redes, donde el cuerpo de red de cizallamiento comprende un material 56 de núcleo intercalado cubierto por varias capas 57 externas. El material 51, 56 de núcleo intercalado de las dos redes 50, 55 de cizallamiento está biselado cerca de las bridas con el fin de transferir cargas desde las redes 50, 55 a los laminados 41, 45 principales sin el riesgo de fallas y fracturas en las uniones entre el cuerpo de red de

cizallamiento y la brida de pie de red. Sin embargo, dicho diseño normalmente conducirá a áreas ricas en resina en las áreas de unión entre las patas y las bridas. Además, dicha área rica en resina puede comprender resina quemada debido a los altos picos exotérmicos durante el proceso de curado de la resina, que a su vez puede conducir a puntos débiles mecánicos.

- 5 Para compensar esto, varias cuerdas 60 de relleno que comprenden fibras de vidrio están normalmente dispuestas en estas áreas de unión. Además, tales cuerdas 60 también facilitarán la transferencia de cargas desde las capas externas de la pata a las pestañas. Sin embargo, de acuerdo con la invención, las bridas de pie de redes y el cuerpo de red de cizallamiento se fabrican por separado, y las bridas de pie de redes se laminan en los extremos del cuerpo de red de cizallamiento.
- 10 Las cubiertas 36, 38 de pala pueden comprender un refuerzo adicional de fibra en el borde delantero y el borde trasero. Típicamente, las partes 36, 38 de cubierta están unidas entre sí a través de bridas de pegamento en las que se pueden usar cuerdas de relleno adicionales (no mostradas). Además, las palas muy largas pueden comprender partes seccionales con tapas de larguero adicionales, que están conectadas a través de una o más redes de cizallamiento adicionales.
- 15 La Fig. 4 muestra una primera realización de una brida 70 de pie de red curada previamente de acuerdo con la invención. La brida 70 de pie de red comprende una parte de base que tiene un primer lado para montar en el lado interno de la cubierta de la pala de turbina eólica y un segundo lado opuesto desde el cual se extienden una primera proyección 73 y una segunda proyección 76. Las dos proyecciones 73, 76 forman un rebaje, que puede ocupar un extremo de un cuerpo de red de cizallamiento.
- 20 La brida de pie de red curada previamente puede estar formada por una serie de capas 71 de fibra externas y varias capas 72 de fibra internas. Un material 60' de relleno hecho de material de refuerzo de fibra está dispuesto para proporcionar las proyecciones 73, 76. El material 60' de relleno puede ser, por ejemplo, cuerdas que comprenden fibras de refuerzo, tales como fibras de vidrio. En la realización mostrada, el material 60' de relleno se muestra como se encuentra. Sin embargo, el material 60' de relleno también puede conformarse de acuerdo con la forma de brida de pie de red deseada, en particular para dar forma a las dos proyecciones 73, 76. La primera proyección comprende un lado 74 interno que mira hacia el rebaje y un lado 75 externo que mira hacia afuera del rebaje. De manera similar, la segunda proyección 76 también comprende un lado interno 77 que mira hacia el rebaje, y un lado 78 externo que mira hacia afuera del rebaje. Los lados 74, 77 internos de las proyecciones pueden ser redondeados y tener un primer radio R_1 de curvatura. El rebaje completo puede seguir ventajosamente un círculo, por ejemplo a lo largo de una medida de arco de aproximadamente 140 grados. Los lados 75, 78 exteriores también pueden estar redondeados teniendo un radio exterior de curvatura R_o , que proporcionará una transición suave y, por lo tanto, también una transición de carga gradual entre la brida y el cuerpo de red de cizallamiento.
- 25
- 30

La brida 70 de pie de red curada previamente puede moldearse en un molde separado. Alternativamente, la brida de pie de red curada previamente puede formarse mediante técnicas conocidas de pultrusión o extrusión.

- 35 La Fig. 5 muestra una segunda realización de una brida 170 de pie de red curada previamente de acuerdo con la invención. En esta realización, las proyecciones están formadas por un material 160 de relleno preformado. El material 160 de relleno preformado puede ser, por ejemplo, un cuerpo pultruido o extruido. En esta realización, el relleno 160 tiene forma triangular. Sin embargo, los lados del relleno 160 preformado también pueden estar ligeramente redondeados para proporcionar una forma redondeada al rebaje de la brida de pie de red. De manera similar a la primera realización, el material 170 de relleno está cubierto por varias capas 171 de fibra externas y varias capas 172 de fibra internas. Al igual que con la primera realización, la brida 170 de pie de red curada previamente puede moldearse con el pultruido o 170 material de relleno extruido en un molde separado. Alternativamente, todo el cuerpo puede formarse por extrusión o pultrusión.
- 40

- 45 La Fig. 6 ilustra una primera realización de un método de fabricación de acuerdo con la invención para fabricar una red de cizallamiento. En la realización mostrada, se lamina una primera brida 270 de pie de red curada previamente sobre un primer extremo 253 de un cuerpo 250 de red de cizallamiento. La brida 270 de pie de red curada previamente puede, por ejemplo estar formada como las dos realizaciones mostradas en las Figs. 4 y 5.

- 50 El cuerpo 250 de red de cizallamiento está prefabricado y comprende un material 251 de núcleo intercalado, tal como madera de balsa o polímero espumado, cubierto por varias capas 252 externas de fibra. El cuerpo 250 de red de cizallamiento es un cuerpo alargado que -cuando se monta en la cubierta de pala de la turbina eólica- se extiende en la dirección longitudinal de la pala de la turbina eólica y puede tener una longitud de 30 metros o más. El cuerpo de red de cizallamiento comprende un primer lado 254 y un segundo lado 258 así como un primer extremo 253 y un segundo extremo (no mostrado).

- 55 El primer extremo 253 del cuerpo de red de cizallamiento es redondeado, por ejemplo teniendo un segundo radio R_2 . El segundo radio R_2 coincide sustancialmente o es más pequeño que el primer radio de curvatura R_1 del rebaje, de modo que el rebaje de la brida 270 de pie de red puede ocupar el primer extremo 253 del cuerpo 250 de red de cizallamiento y para que la brida 270 de pie de red puede estar inclinada en relación con el cuerpo de red de cizallamiento. También es posible usar una pieza adicional, por ejemplo que tiene un perfil semicircular, con el fin de

formar la parte redondeada o biselada. La pieza puede estar hecha, por ejemplo, de un polímero espumado o madera de balsa.

En un ejemplo, el cuerpo de red de cizallamiento tiene un espesor de 32 mm, por lo que el segundo radio R_2 puede ser de 16 mm. Además, el primer radio de curvatura es de 17 mm.

5 Una capa 280 de fibra está dispuesta entre el rebaje de la brida 270 de pie de red y el primer extremo 253 del cuerpo 250 de red de cizallamiento. La capa 280 de fibra se envuelve alrededor del primer extremo 253 del cuerpo 250 de red de cizallamiento y se extiende a lo largo de una parte del primer lado 254 del cuerpo de red de cizallamiento y a lo largo de una parte del segundo lado 258 del cuerpo de red de cizallamiento. Además, varias primeras capas 281 de fibra están dispuestas a lo largo de la superficie de la brida 270 de pie de red a lo largo del lado exterior de la primera proyección 273 y más adelante a lo largo del primer lado 254 del cuerpo 250 de red de cizallamiento. De manera similar, varias segundas capas 282 de fibras están dispuestas a lo largo de la superficie de la brida 270 de pie de red a lo largo del lado exterior de la segunda proyección 276 y más adelante a lo largo del segundo lado 258 del cuerpo 250 de red de cizallamiento.

15 Las primeras capas 281 de fibra están cubiertas por una primera bolsa 290 de vacío y se sellan mediante un primer sellador 291 a la brida 270 de pie de red y un segundo sellador 292 al primer lado 254 del cuerpo 250 de red de cizallamiento. De manera similar, las segundas capas 280 de fibra están cubiertas por una segunda bolsa 295 de vacío y se sellan mediante un primer sellador 296 a la brida 270 de pie de red y un segundo sellador 297 al segundo lado 258 del cuerpo 250 de red de cizallamiento. Los selladores 291, 292, 296, 297 pueden ser, por ejemplo, cinta adhesiva o silicona. De este modo, se forma una cavidad de molde que se extiende longitudinalmente entre la primera bolsa 290 de vacío, la segunda bolsa 295 de vacío, la brida 270 de pie de red y el cuerpo 250 de red de cizallamiento. Un extremo de la cavidad del molde está conectado a una bomba de vacío y el otro extremo está conectado a una fuente de resina. Una vez que la bomba de vacío ha evacuado la cavidad del molde, se abre una válvula hacia la fuente de resina y se inyecta resina en la cavidad del molde. Finalmente, la resina se cura de modo que se forme una unión laminada entre la brida 270 de pie de red y el primer extremo 253 del cuerpo 250 de red de cizallamiento.

En una realización alternativa, solo se usa una bolsa de vacío única que se envuelve alrededor del fondo de la brida 270 de pie de red, por lo que se pueden omitir los primeros selladores 291, 296.

Las capas 280, 281, 282 de fibra también pueden comprender un material impregnado previamente. Sin embargo, se puede fundir ventajosamente resina adicional en la cavidad del molde como se describió anteriormente.

30 La brida 270 de pie de red curada previamente es relativamente flexible. De este modo, se puede variar o torcer en la dirección longitudinal para que el ángulo relativo al cuerpo de red de cizallamiento se pueda variar con el fin de acomodar la forma de la cubierta de pala de turbina eólica. Alternativamente, la brida de pie de red se puede seccionar y proporcionar como partes individuales que se extienden a lo largo de partes separadas del cuerpo 250 de red de cizallamiento. El método de fijación puede llevarse a cabo mediante una configuración de plantilla relativamente simple que contiene el cuerpo 250 de red de cizallamiento prefabricado y la primera brida 270 de pie de red. En la realización mostrada, el cuerpo 250 de red de cizallamiento y la brida de pie de red están unidos entre sí en una configuración, donde el cuerpo de red de cizallamiento está dispuesto en una orientación sustancialmente vertical. De este modo, la resina puede inyectarse desde una parte inferior y fluir hacia arriba, lo que puede compensar la formación de bolsas de aire y la fluencia de las capas de fibra debido a la gravedad. Las capas 280, 281, 282 de fibra pueden estar provistas ventajosamente con un adhesivo o un tejido SAERfix® para que las capas de fibra mantengan su forma durante la colocación. También se contempla que la brida de pie de red curada previamente pueda laminarse primero sobre la cubierta de pala y luego laminarse sobre el cuerpo de red de cizallamiento.

45 Las capas 280, 281, 282 de fibra se extienden a lo largo de una longitud d a lo largo de los lados 254, 258 del cuerpo de red de cizallamiento. La longitud puede ser, por ejemplo, 10-15 cm.

La segunda brida de pie de red se puede unir al segundo extremo del cuerpo de red de cizallamiento a través de un método de fijación similar. El cuerpo de red de cizallamiento se puede girar ventajosamente 180 grados y la segunda brida de pie de red se puede unir al segundo extremo del cuerpo de red de cizallamiento en una configuración, donde la segunda brida de pie de red está dispuesta debajo del cuerpo 250 de red de cizallamiento. Alternativamente, la segunda brida de pie de red puede estar dispuesta sobre el cuerpo de red de cizallamiento sin tener que girar el cuerpo 250 de red de cizallamiento.

Si bien el método de fijación se ha descrito en una configuración, donde el cuerpo de red de cizallamiento está dispuesto en una orientación vertical, se reconoce que las bridas de pie de red también pueden estar unidas al cuerpo de red de cizallamiento en una configuración, donde el cuerpo de red de cizallamiento está dispuesto en una orientación horizontal, por ejemplo, colocando el cuerpo de red de cizallamiento en una mesa de trabajo simple.

La Fig. 7 ilustra una segunda realización de un método de fabricación de acuerdo con la invención para fabricar una red de cizallamiento, en la que números de referencia similares se refieren a partes similares de la primera realización mostrada en la Fig. 6. Por lo tanto, se describen solo las diferencias entre las dos realizaciones.

ES 2 747 767 T3

5 La segunda realización difiere de la primera realización en que la brida 370 de pie de red no está curada previamente. En cambio, la brida de pie de red se forma previamente como un cuerpo de fibra cosido o tejido, que comprende ventajosamente fibras de refuerzo secas. En esta realización, las capas de fibra que están laminadas en los lados 354, 358 del cuerpo 350 de red de cizallamiento se forman integralmente como parte de las dos proyecciones 373, 376 de la brida 370 de pie de red.

10 Como la brida 370 de pie de red preformada solo mantiene una forma rugosa para la brida final, es necesario utilizar una herramienta de formación con el fin de definir el ángulo de la parte de base de la brida 370 de pie de red en relación con el cuerpo 350 de red de cizallamiento. En consecuencia, se utiliza una placa 398 base primaria para definir el ángulo de la parte de base de la brida 370 de pie de red con respecto al cuerpo 398 de red de cizallamiento. La primera bolsa 390 de vacío está sellada a la placa 398 base a través de un primer sellador y al primer lado 354 del cuerpo 350 de red de cizallamiento a través de un segundo sellador 392. De manera similar, la segunda 395 bolsa de vacío está sellada a la placa 398 base mediante un primer sellador 396 y al segundo lado 358 del cuerpo 350 de red de cizallamiento. El material de fibra de la brida 370 de pie de red preformada puede estar provisto con un adhesivo o un tejido SAERfix® para que las capas de fibra mantengan su forma durante la colocación. Alternativamente, capas de fibra adicionales que comprenden por ejemplo un adhesivo o un tejido SAERfix® se pueden disponer para cubrir las proyecciones 373, 376 con el fin de mantener la forma.

20 La cavidad del molde formada entre las bolsas 390, 395 de vacío, el cuerpo 350 de red de cizallamiento y la placa 398 base puede estar conectada a una bomba de vacío y una fuente de resina similar a la primera realización con el fin de inyectar resina en la cavidad de molde e impregnar el material fibroso de la brida 370 de pie de red preformada. Finalmente, la resina se cura para que se forme una unión laminada entre la brida 370 de pie de red y el primer extremo 353 del cuerpo 350 de red de cizallamiento.

25 Las fibras de refuerzo usadas en las bridas de pie de redes de acuerdo con la primera y la segunda realización son ventajosamente fibras de vidrio. Lo mismo se aplica a las capas de fibra adicionales que se utilizan para laminar la brida de pie de red sobre el cuerpo de red de cizallamiento. Sin embargo, también se podrían usar otros tipos de fibra de refuerzo aplicables.

30 En las realizaciones mostradas, los extremos del cuerpo de red de cizallamiento se han descrito como redondeados. Sin embargo, también es posible usar otras formas en realizaciones que no forman parte de la presente invención, tales como extremos biselados o chaflanados. Sin embargo, es ventajoso que se forme una gran superficie de unión laminada entre los extremos del cuerpo de red de cizallamiento y el rebaje de la brida de pie de red para proporcionar una fijación mecánica más fuerte.

Lista de numerales de referencia

2	turbina eólica
4	torre
6	góndola
8	centro
10	pala
14	punta de pala
16	raíz de pala
18	borde delantero
20	borde trasero
22	eje de paso
30	región de raíz
32	región de transición
34	región aerodinámica
36	cubierta del lado de presión
38	cubierta del lado de succión
40	hombro

ES 2 747 767 T3

41	laminado principal/tapa de larguero del lado de presión
42	capas de fibra
43	material de núcleo intercalado
45	laminado principal/tapa de larguero del lado de succión
46	capas de fibra
47	material de núcleo intercalado
50	primera red de cizallamiento
51	material de núcleo intercalado de la primera red de cizallamiento
52	capas externas
253, 353	primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento
254, 354	primer lado del cuerpo de red de cizallamiento
55	segunda red de cizallamiento
56	material de núcleo intercalado de la segunda red de cizallamiento
57	capas externas
258, 358	segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento
60, 60', 160	relleno
70, 170, 270, 370	primera brida de pie de red
71, 171	capas de fibra
72, 172	capas de fibra
73, 373	primera proyección
74	lado interior de la primera proyección
75	lado exterior de la primera proyección
76, 376	primera proyección
77	lado interior de la primera proyección
78	lado exterior de la primera proyección
280	capas de fibra
281	capas de fibra
282	capas de fibra
290, 390	herramienta de formación/bolsa de vacío
291, 391	sellador
292, 392	sellador
295, 395	herramienta de formación/bolsa de vacío
296, 396	sellador
297, 397	sellador
398	placa base de la herramienta de formación

ES 2 747 767 T3

d	longitud de la conexión de capa de fibra
R_o	radio de la curvatura del lado exterior de la proyección
R_1	radio de la curvatura del lado interior de la proyección
R_2	radio de la curvatura del extremo del cuerpo de red de cizallamiento
θ	medición del arco

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un componente de pala de turbina eólica en forma de una red (50, 55) de cizallamiento, donde el método comprende los pasos de:
- 5 a) proporcionar un cuerpo (250, 350) de red de cizallamiento prefabricado que tiene un primer lado (254, 354) y un segundo lado (258, 358), así como un primer extremo (253, 353) y un segundo extremo;
- b) proporcionar una primera brida (70, 170, 270, 370) de pie de red preformada que comprende un material de refuerzo de fibra;
- c) disponer una primera capa (281) de fibra desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del primer lado del cuerpo de red de cizallamiento;
- 10 d) disponer una segunda capa (282) de fibra desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del segundo lado del cuerpo de red de cizallamiento;
- e) suministrar una resina a dicha primera capa de fibra y segunda capa de fibra simultáneamente con o después de los pasos c) y d); y
- f) permitir que la resina se cure para formar la red (50, 55) de cizallamiento,
- 15 en el que la primera brida (70, 170) de pie de red comprende una parte de base que tiene un primer lado y un segundo lado, donde una primera parte (73) de proyección se proyecta desde el segundo lado de la parte de base y una segunda parte (76) de proyección se proyecta desde el segundo lado de la parte de base de modo que se forme un rebaje entre la primera parte de proyección y la segunda parte de proyección, en la que el rebaje formado tiene una sección transversal circular con un primer radio (R1) y se caracteriza porque el primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento se redondea teniendo un segundo radio (R2) sustancialmente igual o ligeramente más pequeño que el primer radio.
- 20 de cizallamiento se redondea teniendo un segundo radio (R2) sustancialmente igual o ligeramente más pequeño que el primer radio.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se suministra un adhesivo a la primera capa (281) de fibra y la segunda capa (282) de fibra con el fin de mantener la forma antes de suministrar resina a dichas capas de fibra primera y segunda en el paso e).
- 25 3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el cuerpo de red (250, 350) de cizallamiento prefabricado es un panel intercalado o un miembro de material compuesto estructurado intercalado.
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende el paso de proporcionar una herramienta (290, 295) de formación adyacente a al menos al primer extremo (253) del cuerpo (250) de red de cizallamiento para formar un cavidad de molde que cubre la primera brida (270) de pie de red preformada, la primera capa (281) de fibra, la segunda capa (282) de fibra y una parte del cuerpo de red de cizallamiento cerca del primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento, donde la herramienta de formación comprende opcionalmente una primera bolsa (290) de vacío y posiblemente también una segunda bolsa (295) de vacío.
- 30 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la resina en el paso e) se inyecta en la cavidad del molde.
6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo (250, 350) de red de cizallamiento prefabricado en el paso a) está dispuesto en una posición sustancialmente vertical, y en el que la primera brida (270, 370) de pie de red preformada está dispuesta en el primer extremo (253, 353) y debajo del cuerpo de red de cizallamiento.
- 40 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rebaje tiene una medida de arco de 90-180 grados, o 120-160 grados, por ejemplo alrededor de 140 grados.
8. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa de fibra y la segunda capa de fibra comprenden una capa de fibra multiaxial, tal como una capa de fibra biaxial, triaxial o quadaxial.
- 45 9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera brida de pie de red preformada es un cuerpo de material compuesto curado previamente, tal como un cuerpo pultruido o extruido.
10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la primera brida de pie de red preformada es un cuerpo (370) de fibra cosido o tejido.
- 50 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el cuerpo de fibra cosido comprende fibras de refuerzo secas.

12. Un componente de turbina eólica en forma de una red (50, 55) de cizallamiento que comprende:
- un cuerpo (250, 350) de red de cizallamiento prefabricado que tiene un primer extremo (253, 353) y un segundo extremo, así como un primer lado (254, 354) y un segundo lado (258, 358), y al menos
 - una primera brida (70, 170, 270, 370) de pie de red preformada, en la que
- 5 - la primera brida de pie de red preformada está unida al cuerpo de red de cizallamiento a través de
- una primera capa (281) de fibra que se extiende desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del primer lado (254, 354) del cuerpo de red de cizallamiento, y
 - una segunda capa (282) de fibra que se extiende desde la primera brida de pie de red preformada y hasta una parte del segundo lado del cuerpo (258, 358) de red de cizallamiento, en la que
- 10 - la primera capa de fibra y la segunda capa de fibra están incrustadas en una matriz de resina curada, en la que la primera brida de pie de red preformada está unida a la red de cizallamiento prefabricada mediante una o más sobrelaminaciones que comprenden la primera capa de fibra y la segunda capa sustancialmente sin el uso de un adhesivo estructural, en el que la primera brida (70, 170) de pie de red comprende una parte de base que tiene un primer lado y un segundo lado, donde una primera parte (73) de proyección se proyecta desde el segundo lado de la parte de base y una segunda parte (76) de proyección se proyecta desde el segundo lado de la parte de base de modo que se forma un rebaje entre la primera parte de proyección y la segunda parte de proyección, en el que el rebaje formado tiene una sección transversal circular con un primer radio (R1) y se caracteriza porque el primer extremo del cuerpo de red de cizallamiento está redondeado teniendo un segundo radio (R2) sustancialmente igual o ligeramente más pequeño que el primer radio.
- 15
- 20 13. Una pala de turbina eólica que comprende una red de cizallamiento de acuerdo con la reivindicación 12, estando conectada la red de cizallamiento entre un lado (36) de presión y un lado (38) de succión de la pala (10) de turbina eólica.

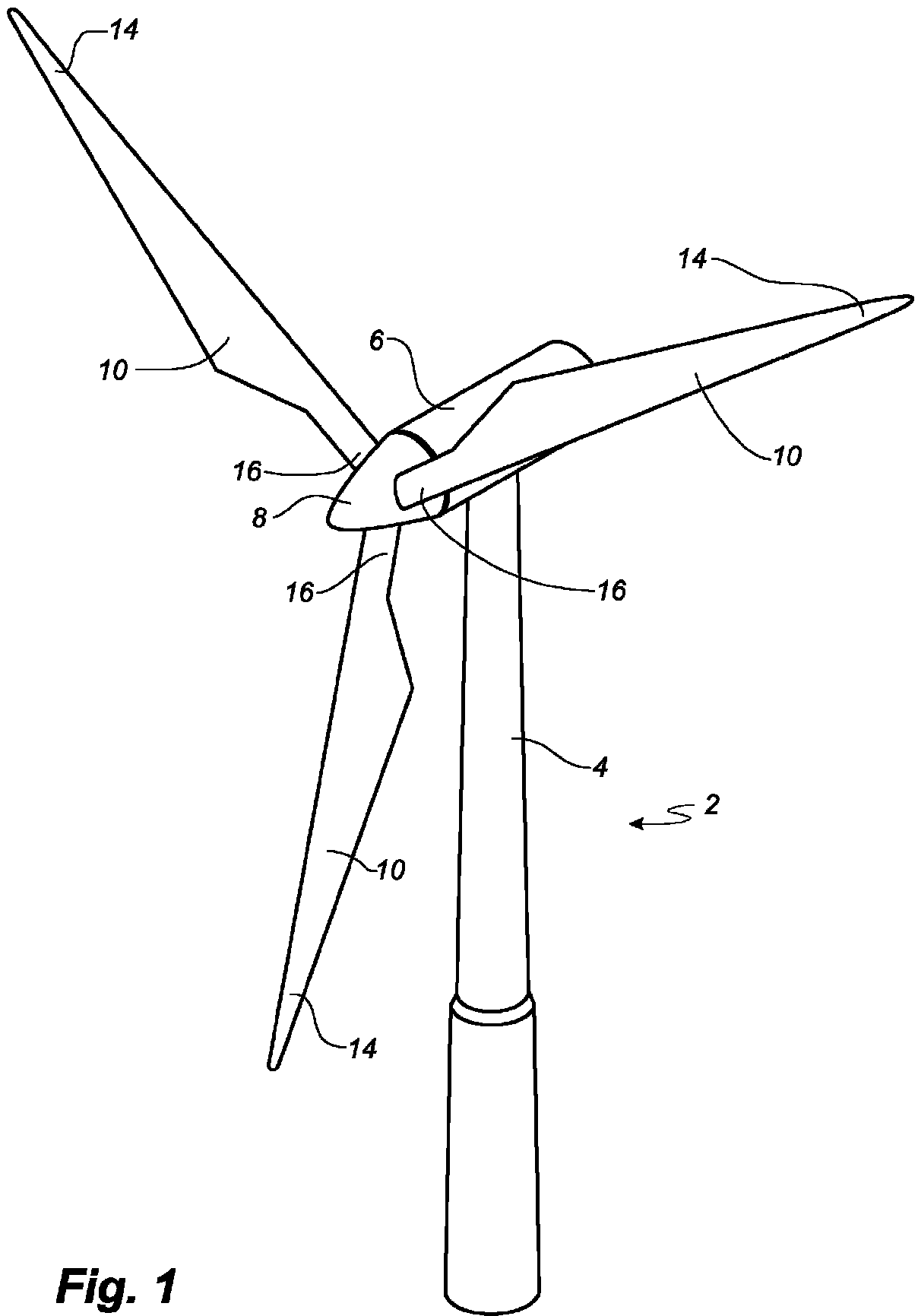


Fig. 1

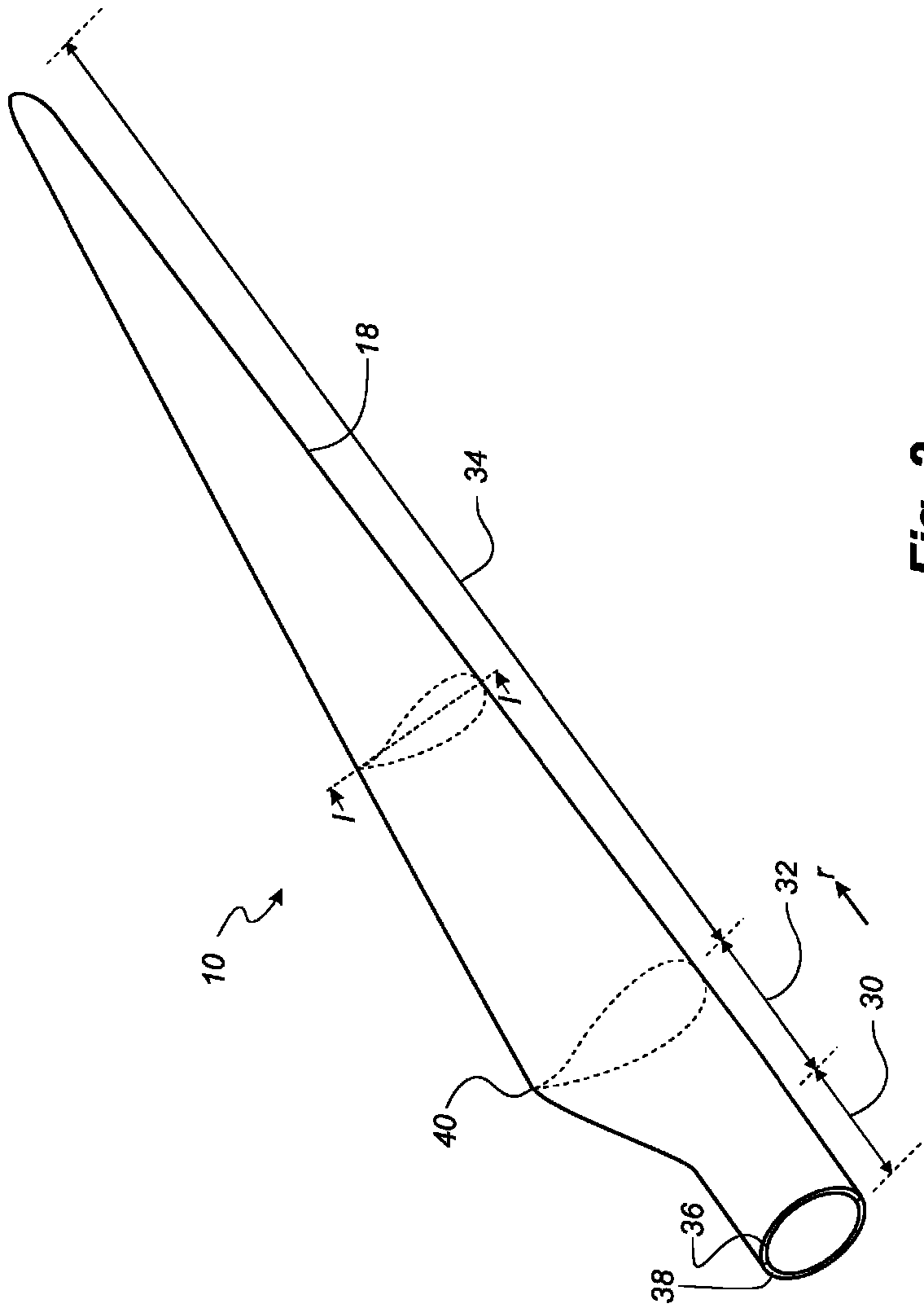


Fig. 2

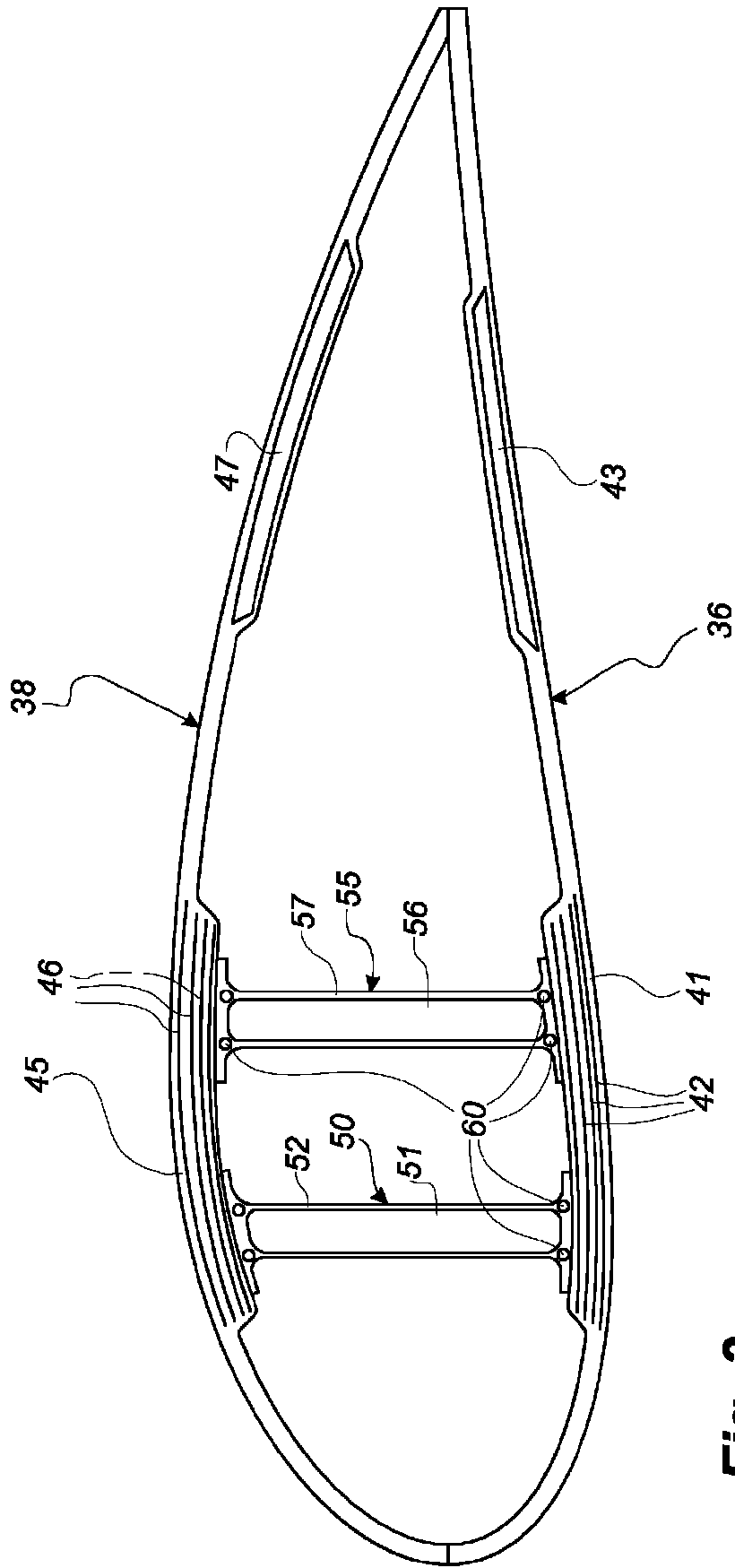


Fig. 3

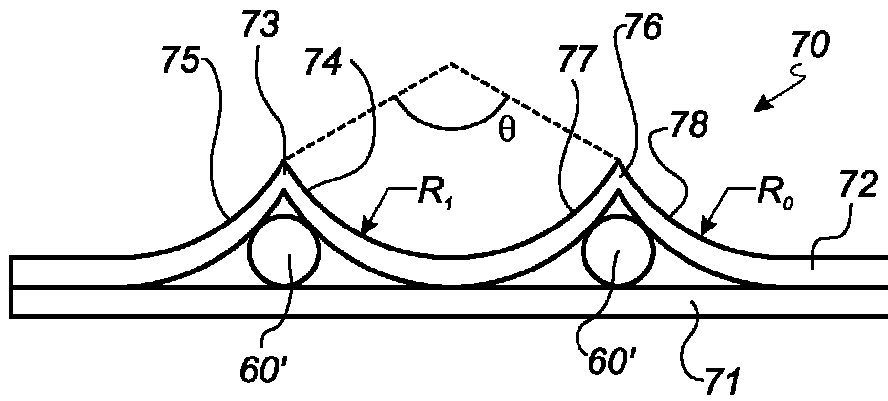


Fig. 4

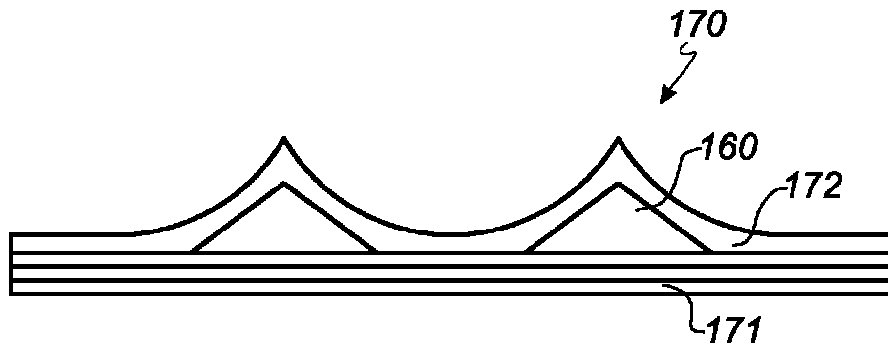


Fig. 5

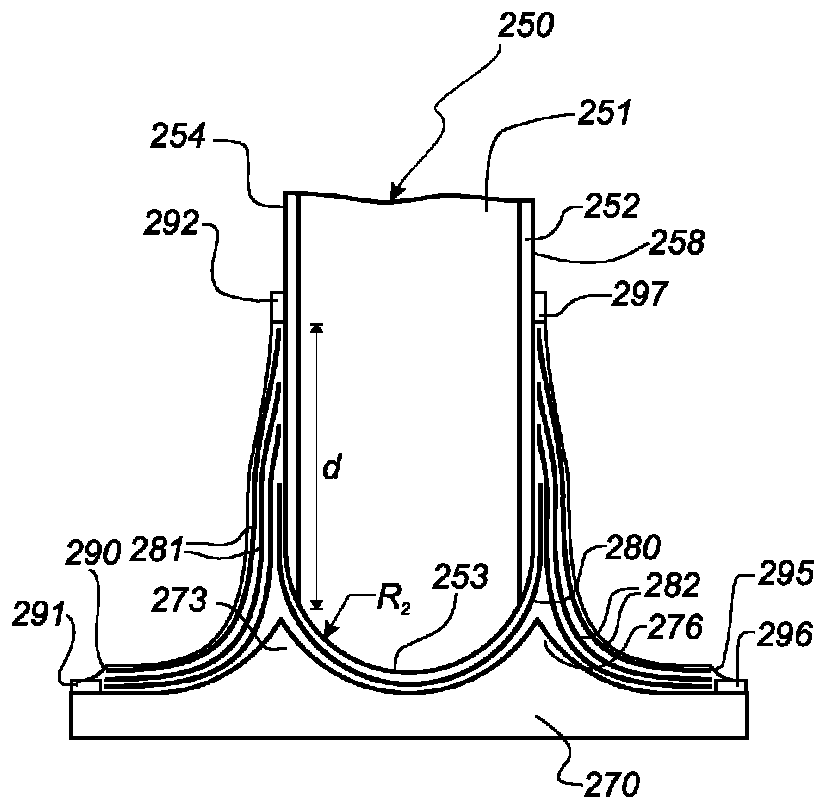


Fig. 6

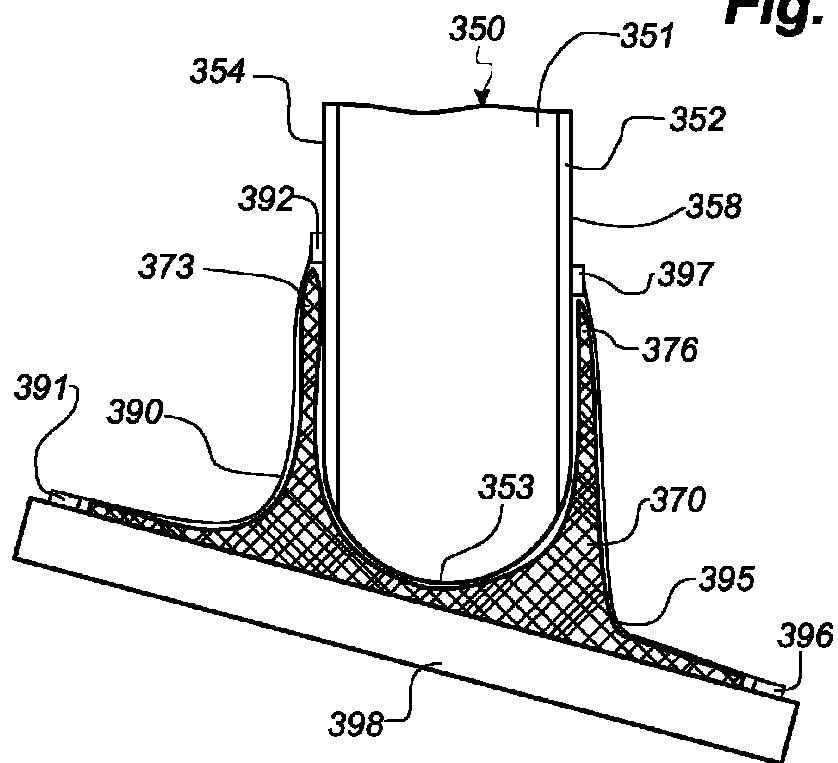


Fig. 7