



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 367 603**

(51) Int. Cl.:
F03D 1/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **08850836 .1**

(96) Fecha de presentación : **12.11.2008**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2225458**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

(54) Título: **Pala de turbina eólica y método para fabricar una pala de turbina eólica.**

(30) Prioridad: **14.11.2007 DK 2007 01623**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.11.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.11.2011

(73) Titular/es: **VESTAS WIND SYSTEMS A/S**
Alsvej 21
8940 Randers - SV, DK

(72) Inventor/es: **Stewart, Ian**

(74) Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 367 603 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

Pala de turbina eólica y método para fabricar una pala de turbina eólica

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica que comprende una primera parte de pala y una segunda parte de pala, estando unidas dichas partes de pala mediante medios de unión que forman una unión, tal como se describe por ejemplo en el documento US-A-4 732 542.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método para fabricar una pala de turbina eólica, comprendiendo dicho método las etapas de proporcionar una primera parte de pala y una segunda pala, y unir las partes de pala primera y segunda mediante medios de unión para formar una unión.

10 Las turbinas eólicas actuales han aumentado considerablemente de tamaño durante las últimas décadas, y en la actualidad tienen palas con una longitud de hasta 100 m, e incluso pueden preverse palas más largas en el futuro. Las palas de turbina eólica se disponen normalmente en conjuntos de tres sobre un buje para constituir un rotor. A su vez, el rotor se conecta a un árbol principal dispuesto en una góndola en la parte superior de una torre. Como ejemplo, un rotor que tiene palas de 100 m barre un área de rotor de más de 31.000 m².

15 Con el tamaño creciente, las cargas en la estructura, por ejemplo las palas, aumentan considerablemente. Un motivo es que la energía recibida por la turbina eólica aumenta con el cuadrado del aumento en la longitud de la pala. Además, la velocidad del viento no será constante por todo el rotor, y las palas se someterán a más variación del viento con un tamaño aumentado de las palas. La variación local del viento en diferentes posiciones del área de rotor se debe a la cizalladura del viento, es decir a una velocidad del viento inferior cerca al suelo que más arriba, a la turbulencia, al abrigo del viento, etc. Todos estos factores aumentan las cargas de fatiga y las cargas extremas en la turbina eólica.

20 En las palas de turbina eólica constituidas por partes de pala, una de las áreas cargadas es la unión que une las partes de pala primera y segunda.

Un objeto de la invención es proporcionar una pala de turbina eólica con resistencia aumentada a la carga.

La invención

Según la invención, este objeto se logra con una pala de turbina eólica tal como se explicó resumidamente en la introducción, en la que una parte de borde de la unión está cubierta por una junta adhesiva de módulo de elasticidad bajo que conecta una separación entre la primera parte de pala y la segunda parte de pala. Por adhesivo de módulo bajo debe entenderse un adhesivo que tiene un módulo de elasticidad en el intervalo de 0,5 GPa a 1 GPa. Cubriendo la parte de borde de la unión con una junta de módulo de elasticidad bajo se logra que se mitiguen las tensiones de desprendimiento potencialmente perjudiciales, y se reduce el riesgo de inicio de grietas en la unión.

La junta puede tener un contorno de superficie de cualquier conformación adecuada tal como apreciará el experto. Según una realización, sin embargo, la junta tiene un contorno de superficie cóncavo. Por el presente documento se logra una reducción adicional del riesgo de inicio de grietas.

35 Para mitigar aún más las tensiones de desprendimiento, una realización recomienda que la unión tenga un contorno de superficie convexo, aunque pueden ser adecuados otros contornos de superficie. Este contorno de superficie mejora adicionalmente el rendimiento de fatiga.

40 Según una realización, la unión se forma mediante un adhesivo de módulo alto para proporcionar una unión fuerte entre las partes de pala primera y segunda. Por adhesivo de módulo alto debe entenderse un adhesivo que tiene un módulo de elasticidad en el intervalo de 1 GPa a 3 GPa.

La invención puede ser ventajosa en cualquier unión de la pala. Sin embargo, según una realización, la unión se dispone en una parte de borde de salida de la pala, que es una parte de la pala sometida a tensiones particularmente altas, y por tanto el efecto de la invención es particularmente alto en esta parte de la pala.

45 Según una realización, el adhesivo de módulo de elasticidad bajo tiene un módulo de elasticidad en el intervalo de 0,5 GPa a 1 GPa.

Una realización de la invención se refiere a una turbina eólica que comprende al menos una pala tal como se explicó resumidamente antes. Una turbina eólica equipada con palas según la invención tendrá una probabilidad reducida de fallo en servicio, y por tanto la economía total de la turbina eólica será superior.

50 La invención se refiere además a un método para fabricar una pala de turbina eólica tal como se explicó resumidamente en la introducción. El método comprende la etapa adicional de cubrir la unión mediante una junta adhesiva de módulo de elasticidad bajo que conecta una separación entre la primera parte de pala y la segunda parte de pala. Esta es una manera relativamente sencilla y rentable de proporcionar una pala que sea menos

propensa a fallo debido a la tensión de desprendimiento de la unión.

Según una realización, la junta se aplica usando una herramienta de moldeado adaptada para proporcionar un contorno de superficie cóncavo de la junta. Tal como concebirá el experto pueden lograrse algunos efectos ventajosos independientemente de la forma del contorno de superficie de la junta. Sin embargo, se espera que la orientación inversa del radio de la curva proporcione un mejor rendimiento de fatiga. Con la etapa de método anterior se proporciona una manera relativamente sencilla y rentable de proporcionar una superficie cóncava de la junta.

A continuación se describirá una realización de la invención en más detalle teniendo en cuenta los dibujos adjuntos, en los que

la figura 1 ilustra una turbina eólica común,

la figura 2 es una vista en sección transversal de una parte de borde posterior de una pala de turbina eólica según la invención, y

la figura 3 es un bosquejo que ilustra una etapa de método según la invención.

Descripción detallada

En la figura 1 se muestra un tipo común de turbina eólica actual 10. La turbina eólica 10 comprende una torre 11 con una góndola 12 en la parte superior. La turbina eólica 10 comprende un rotor constituido por tres palas 1 que tiene un pie 17 de las mismas montado en un buje 13. El viento accionará las palas 1 del rotor para así hacer que el rotor gire tal como se indica mediante la flecha. El buje 13 está conectado a un árbol (no mostrado) en la góndola 12, y normalmente el árbol está conectado a un generador (no mostrado) para producir energía eléctrica. El árbol puede conectarse al generador a través de un engranaje. Cada pala 1 comprende un borde de ataque 15, un borde de salida 16, un pie 17 y una punta 18.

La figura 2 es una vista en sección transversal de una parte de borde de salida de una pala de turbina eólica 1. La pala 1 comprende una primera parte de pala 2 y una segunda parte de pala 3. Las partes de pala ilustradas son dos partes de cubierta, sin embargo también podrían ser por ejemplo una parte de viga y una parte de cubierta. Cada parte de pala puede estar constituida por una pluralidad de materiales diferentes, por ejemplo para proporcionar una pala que tiene una superficie externa lisa y suficiente resistencia. Las partes de pala 2, 3 están conectadas firmemente por una unión 4, que puede formarse mediante un adhesivo de módulo de elasticidad alto (es decir relativamente rígido). La unión 4 está cubierta por una junta 5 de un adhesivo de módulo de elasticidad bajo (es decir relativamente flexible). En la realización mostrada, la superficie de unión 7 comprende un contorno de superficie externo convexo, mientras que la superficie de junta 6 comprende un contorno de superficie externo cóncavo. El número de referencia 8 indica una cavidad entre las dos partes de cubierta.

La unión puede someterse a tensiones de apertura (desprendimiento). Por tanto, pequeñas zonas de la unión pueden presentar picos en la carga, a veces por encima de la capacidad adhesiva, lo que significa que la unión pueda fallar. Si la unión falla, se requerirá el mantenimiento de la pala y el detenimiento de la turbina, lo que afectará adversamente a la economía de la turbina eólica. Sin embargo, cubriendo la unión con una junta de un adhesivo de módulo de elasticidad bajo, y con flexibilidad aumentada se permite que se mitiguen las tensiones de desprendimiento perjudiciales, y se reduce el riesgo de inicio de grieta al comienzo de la línea de unión de módulo alto. Conformando la superficie de unión 7 y la superficie de junta 6 con un radio mutuamente invertido, se aumenta adicionalmente la flexibilidad.

En la figura 3 se ilustra una etapa de método en el procedimiento de fabricación de una pala de turbina eólica 1 según la invención, que es una vista en sección y en perspectiva de una parte de borde de salida de la pala. Para ilustrar la aplicación de la junta, es decir el adhesivo de módulo de elasticidad bajo, la parte de pala 3 es transparente en la ilustración, para mostrar herramientas en acción dentro de la pala. En la realización mostrada, la junta 5 se aplica mediante una boquilla 9 dispuesta dentro de la cavidad 8 de la pala, y se desplaza una herramienta moldeadora 14 a lo largo de la junta 5 recién aplicada para proporcionar un contorno de superficie cóncavo de la junta 5. El desplazamiento de la boquilla 9 y/o herramienta moldeadora 14 se ilustra mediante la flecha. La herramienta moldeadora 14 puede ser una parte integral de la boquilla 9 o cualquier otro dispositivo de aplicación, tal como será evidente para el experto.

Tal como será evidente para el experto, la descripción anterior presenta sólo algunas de las posibles realizaciones y de hecho son posibles una variedad de diferentes alternativas y detalles complementarios.

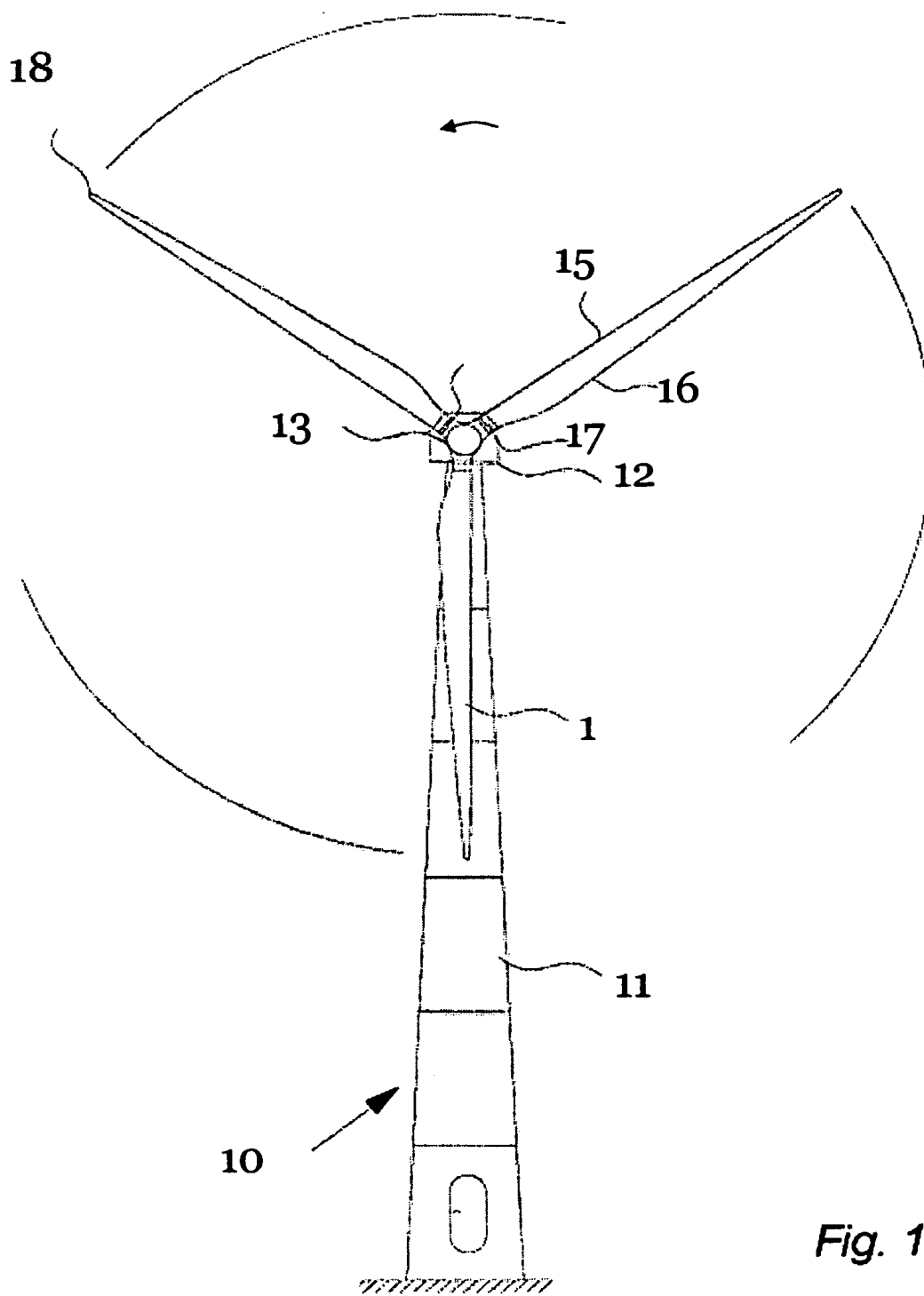
Lista

1. Pala de turbina eólica
2. Primera parte de pala
3. Segunda parte de pala

- 4. Unión
- 5. Junta
- 6. Superficie de junta
- 7. Superficie de unión
- 5 8. Cavidad
- 9. Boquilla
- 10. Turbina eólica
- 11. Torre
- 12. Góndola
- 10 13. Buje
- 14. Herramienta moldeadora
- 15. Borde de ataque
- 16. Borde de salida
- 17. Pie
- 15 18. Punta

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pala de turbina eólica (1) que comprende una primera parte de pala (2) y una segunda parte de pala (3), estando unidas dichas partes de pala (2, 3) mediante un adhesivo de módulo de elasticidad alto que forma una unión (4), en la que una parte de borde de la unión (4) está cubierta por una junta adhesiva de módulo de elasticidad bajo (5) que conecta una separación entre la primera parte de pala (2) y la segunda parte de pala (3).
2. Pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 1, en la que la junta (5) tiene un contorno de superficie cóncavo.
- 10 3. Pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 1 ó 2, en la que la unión (4) tiene un contorno de superficie convexo.
4. Pala de turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la unión (4) se dispone en una parte de borde de salida (16) de la pala (1).
5. Pala de turbina eólica (1) según la reivindicación 1, en la que el adhesivo de módulo de elasticidad bajo tiene un módulo de elasticidad en el intervalo de 0,5 GPa a 1 GPa.
- 15 6. Turbina eólica (10) que comprende al menos una pala (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
7. Método para fabricar una pala de turbina eólica (1), comprendiendo dicho método las etapas de:
proporcionar una primera parte de pala (2) y una segunda parte de pala (3),
20 unir la primera y segunda parte de pala (3) mediante un adhesivo de módulo de elasticidad alto para formar una unión (4),
y comprendiendo la etapa adicional de cubrir la unión (4) mediante una junta adhesiva de módulo de elasticidad bajo (5) que conecta una separación entre la primera parte de pala (2) y la segunda parte de pala (3).
- 25 8. Método según la reivindicación 7, en el que la junta (5) se aplica usando una herramienta de moldeado (14) adaptada para proporcionar un contorno de superficie cóncavo de la junta (5).



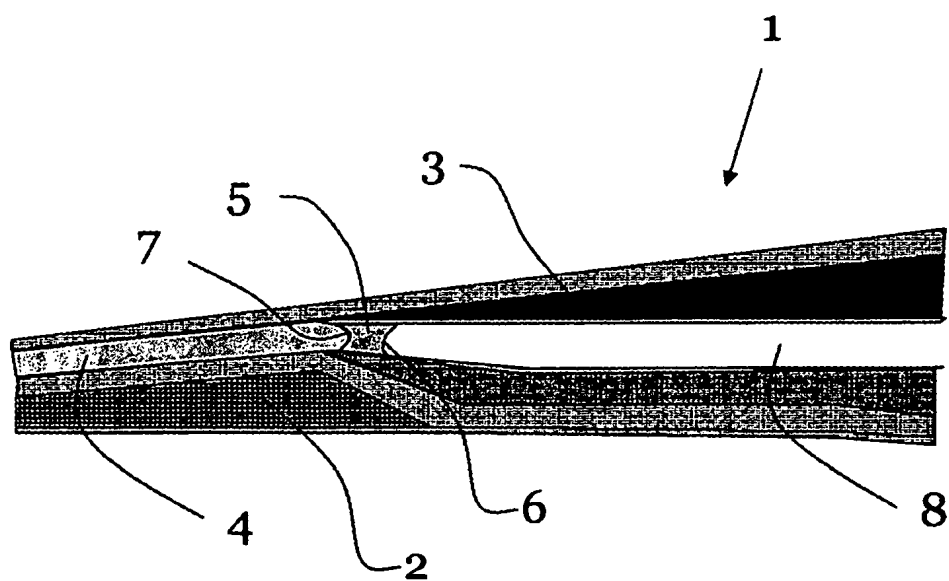


Fig. 2

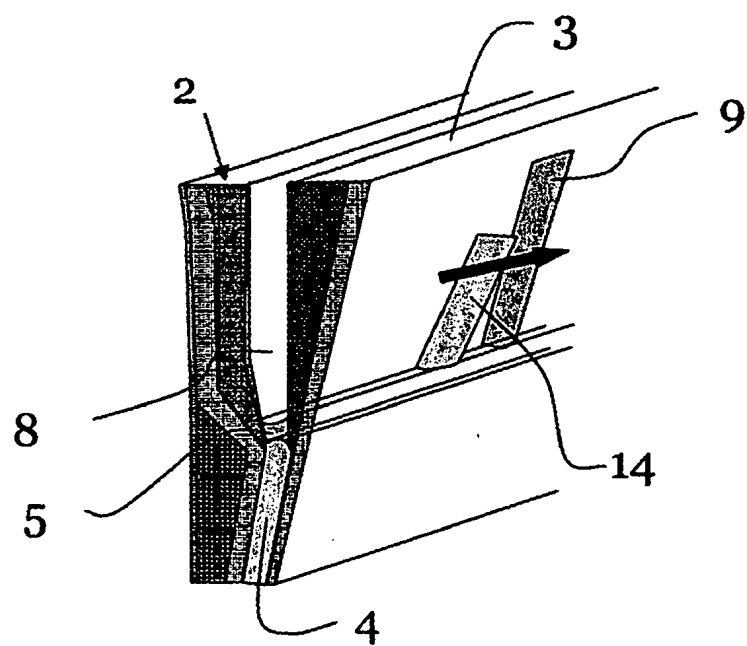


Fig. 3