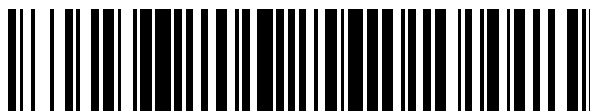


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 591 209**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2013** **PCT/EP2013/053799**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014** **WO14044412**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2013** **E 13707346 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016** **EP 2867523**

54 Título: **Pala de turbina eólica con dispositivo de reducción de ruido**

30 Prioridad:

24.09.2012 EP 12185651

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

25.11.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**OERLEMANS, STEFAN y
OLSEN, ANDERS SMAERUP**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 591 209 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).

PALA DE TURBINA EÓLICA CON DISPOSITIVO DE REDUCCIÓN DE RUIDO**DESCRIPCIÓN**

- 5 La presente invención se refiere a una pala de turbina eólica con un dispositivo de reducción de ruido en forma de un borde de salida dentado.
- 10 Las palas de turbina eólica generan ruido aerodinámico cuando funciona la turbina eólica y el rotor está en movimiento rotacional. En general, el mecanismo de fuente de ruido aerodinámico para álabes de sustentación puede clasificarse de la siguiente manera: a) flujo de capa límite turbulento desprendido del borde de salida, b) capa límite separada y flujo de álabe calado, c) desprendimiento de vórtices debido a inestabilidades de capa límite laminar, y d) desprendimiento de vórtices desde bordes de salida romos.
- 15 Se encontró que la fuerza principal del ruido aerodinámico se origina en el borde de salida de la envergadura exterior de palas de turbina eólica. Un hallazgo sorprendente fue que el ruido desde la punta de pala es de menor importancia. También se encontró que el ruido producido por las palas es proporcional a la velocidad del viento (es decir velocidad rotacional) en las palas.
- 20 El ruido fija una limitación en cómo de cerca puede construirse una turbina eólica a zonas residenciales y a qué frecuencia rotacional puede girar un rotor de una turbina eólica.
- 25 Se conoce bien la optimización de palas de turbina eólica en la fase de diseño para reducir ruido aerodinámico. La unión de dispositivos de reducción de ruido al borde de salida de palas de turbina eólica como un reajuste o producción posterior se conoce bien en la industria de turbinas eólicas. Un ejemplo para un dispositivo de reducción de ruido es una placa de plástico dentada como una parte de un paquete de reajuste unido al borde de salida de palas de turbina eólica. La unión o producción de palas de turbina eólica con aletas es otro medio para reducir ruido desde la pala de turbina eólica.
- 30 El documento EP 1314885 A1 da a conocer un borde de salida dentado flexible para palas de rotor de turbina eólica. Para mejorar la eficacia de un rotor de turbina eólica existente se propone unir un panel dentado a al menos una parte del borde de salida de las palas de turbina eólica. Pueden mejorarse las características de sustentación y resistencia de una superficie de sustentación usando bordes de salida dentados.
- 35 El documento EP 0652367 A1 propone una turbina eólica que tiene un borde de salida con forma de diente de sierra. Para obtener esta forma puede usarse una tira en forma de diente de sierra que se fija al borde de salida de la pala de rotor.
- 40 El documento US 2008/0166241 A1 da a conocer un cepillo de pala de turbina eólica con cerdas o un cepillo dispuesto en una superficie exterior de la pala de turbina eólica. La función de las cerdas es lograr un efecto de reducción de ruido. Las cerdas pueden disponerse en al menos una fila a lo largo de una dirección longitudinal de la pala o en la proximidad de un borde de salida.
- 45 El documento DE 10340978 B1 da a conocer de manera similar una pala de turbina eólica con un cepillo unido al borde de salida en el que se ramifican fibras únicas del cepillo. Las ramas del cepillo imitan las plumas de un búho.
- 50 El documento WO 2012/071679 A1 da a conocer una pala de rotor de una turbina eólica, en la que un reductor de ruido se monta de manera desmontable en la pala de rotor mediante una placa de montaje y medios de unión. Es un objeto de la presente invención dotar una pala de turbina eólica de un dispositivo de reducción de ruido eficaz.
- Según la presente invención este objeto se logra mediante una pala de turbina eólica según la reivindicación 1.
- 55 El borde de salida dentado comprende múltiples dientes, de modo que cada diente está provisto de un nervio de rigidización. Mediante el uso de dichos dientes pueden variarse la flexibilidad y rigidez del borde de salida dentado de manera controlada. Un factor adicional para la optimización está en las propiedades de los materiales de los nervios de rigidización. Por consiguiente, puede lograrse una rigidez particular conformando y eligiendo una cierta composición de materiales.
- 60 Los nervios de rigidización se disponen en dicho borde de salida dentado de manera que una protuberancia lateral del borde de salida dentado está dotada de un nervio de rigidización. El borde de salida dentado es básicamente una placa base que se ajusta a un lado de la pala. Los nervios de rigidización se extienden verticalmente desde la superficie del borde de salida dentado.
- 65 En la pala de turbina de la invención se prefiere que el diámetro de los nervios de rigidización disminuya gradualmente hacia el extremo exterior del borde de salida. Esta forma está adaptada a las fuerzas de actuación y mantiene una cierta rigidez del borde de salida dentado que evita vibraciones no deseadas.

Según un desarrollo adicional de la pala de turbina eólica de la invención los nervios de rigidización tienen extremos redondeados. Se ha demostrado que los extremos redondeados dan buenos resultados con respecto al rendimiento acústico y aerodinámico.

En la pala de turbina de la invención, dichos nervios de rigidización se alinean preferiblemente en paralelo. Por consiguiente pueden alinearse lateralmente varios o todos los nervios de rigidización.

Según la invención los nervios de rigidización pueden disponerse en la zona que oscila aproximadamente entre el 70% y el 100% de la envergadura. Preferiblemente los nervios de rigidización se disponen entre el 75% y el 95% de la envergadura. La unión de los nervios de rigidización en esta zona ha demostrado los mejores resultados con respecto a la reducción de ruidos aerodinámicos.

Para simplificar la producción de los nervios de rigidización se ha concebido que se impriman por una impresora 3D. Esta tecnología de producción permite dotar a los nervios de rigidización de una rigidez variante dentro de la estructura. Sin embargo, como alternativa los nervios de rigidización pueden hacerse de plástico moldeado por colada o cortarse y mecanizarse desde una placa.

La invención se refiere además a una turbina eólica, que comprende una torre, un generador eléctrico con un eje de rotor y un buje al que se conectan palas de turbina eólica.

La turbina eólica de la invención comprende dichas palas de turbina eólica de la invención.

La invención y su principio subyacente se entenderán mejor cuando se considere la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas.

En los dibujos adjuntos:

la figura 1 es una vista desde arriba de una pala de turbina eólica de la invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva de un borde de salida dentado;

y la figura 3 es una vista en sección transversal del borde de salida dentado de la figura 2.

La figura 1 es una vista desde arriba de una pala 1 de turbina eólica con una raíz 2 de pala para conectar la pala 1 a un buje de un rotor que es parte de un generador eléctrico. Además, la pala 1 de turbina eólica comprende un borde 3 de salida, un borde 4 de ataque y una punta 5 de pala.

La pala 1 de turbina eólica comprende un dispositivo de reducción de ruido en forma de un borde 3 de salida dentado que comprende nervios 7 de rigidización.

La figura 2 es una vista en perspectiva del borde 3 de salida dentado. Como puede verse en la figura 2 el borde 3 de salida dentado comprende "dientes" 6, que se extienden lateralmente desde la pala 1 de turbina eólica, de modo que cada diente está provisto de un nervio 7 de rigidización. En la figura 2 puede verse que un nervio 7 de rigidización tiene un diámetro que disminuye hacia su extremo exterior. Varios o todos los nervios 7 de rigidización se disponen en paralelo y su tamaño y diámetro pueden modificarse para influenciar el efecto de reducción de ruido. De manera similar, el tamaño y distancia entre dientes 6 adyacentes pueden elegirse para obtener un efecto de reducción de ruido y aerodinámico específico.

Los nervios 7 refuerzan y rigidizan los dientes del borde 3 de salida y por tanto contrarrestan las vibraciones o una deformación de los dientes. En palas de turbina eólica convencionales las vibraciones pueden llevar a flameo y ruido adicional. La flexión de los dientes puede alterar la forma del álabe y llevar a un rendimiento aerodinámico adverso y ruido adicional. Por consiguiente, estos efectos no deseados pueden evitarse usando dichos nervios 7 de rigidización, de modo que cada diente 6 del borde 3 de salida dentado está dotado de un nervio 7 de rigidización. El uso de bordes redondeados reduce adicionalmente la emisión de ruido.

Cuando se usan los nervios 7 de rigidización, el material base para los dientes 6 puede ser más flexible de lo que sería el caso sin el nervio. Los nervios 7 de rigidización pueden dimensionarse de diferentes maneras para lograr la rigidez deseada de los dientes 6. El nervio 7 puede además dimensionarse de una manera que proporciona un rendimiento aerodinámico ventajoso.

La figura 3 es una vista en sección transversal del borde 3 de salida que está dotado de un nervio de 7 rigidización. En la vista en sección transversal puede verse que los nervios 7 de rigidización tienen bordes redondeados y que el borde 3 de salida tiene un espesor que disminuye gradualmente en ambos lados.

En esta realización los nervios 7 de rigidización se imprimen con una impresora 3D. Usando esta tecnología de

producción pueden producirse, si es necesario, varios nervios 7 con formas, dimensiones ligeramente diferentes y rigidez variante. Los nervios 7 de rigidización están hechos de un material plástico.

- 5 El uso de los nervios 7 de rigidización en el borde 3 de salida dentado como dispositivo de reducción de ruido mejora significativamente la emisión de ruido durante la rotación de la pala de turbina eólica. Además la frecuencia rotacional de un rotor y/o el diámetro de rotor pueden aumentarse para permitir un funcionamiento más eficaz de una turbina eólica. Otro efecto positivo de la reducción de ruido es que pueden construirse turbinas eólicas más cerca de zonas residenciales.
- 10 Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a la realización preferida, la presente invención no está limitada por los ejemplos descritos a partir de los que el experto puede derivar otras variaciones sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Pala (1) de turbina eólica con un dispositivo de reducción de ruido en forma de un borde (3) de salida dentado, caracterizada porque dicho borde (3) de salida dentado comprende nervios (7) de rigidización y dientes (6), de modo que un diente (6) está dotado de un nervio (7) de rigidización.
5
2. Pala de turbina eólica según la reivindicación 1, caracterizada porque el diámetro de los nervios (7) de rigidización disminuye gradualmente hacia el extremo exterior del borde (3) de salida.
- 10 3. Pala de turbina eólica según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque los nervios (7) de rigidización tienen bordes redondeados.
4. Pala de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque dichos nervios (7) de rigidización están alineados en paralelo.
15
5. Pala de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los nervios (7) de rigidización se disponen en una zona que oscila aproximadamente entre el 70% y el 100%, preferiblemente entre el 75% y el 95 %, de la envergadura.
- 20 6. Pala de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los nervios (7) de rigidización están impresos por una impresora 3D.
7. Pala de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque los nervios (7) de rigidización están hechos de plástico moldeado por colada o cortados y mecanizados desde una placa.
25
8. Turbina eólica, que comprende una torre, un generador eléctrico con un eje de rotor y un buje al que se conectan palas (1) de turbina eólica, caracterizada porque la turbina eólica comprende palas (1) de turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
30

FIG 1

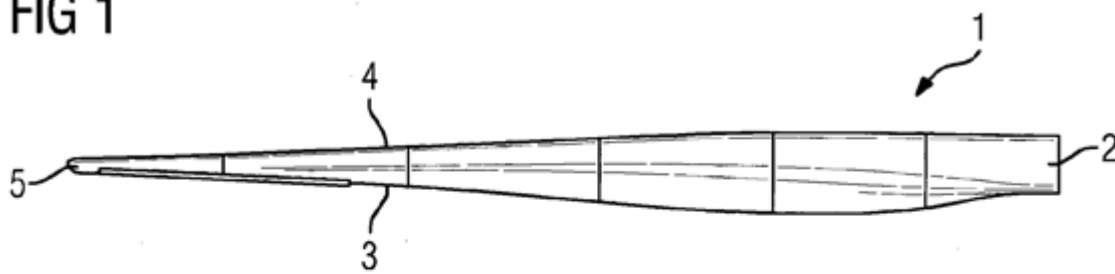


FIG 2

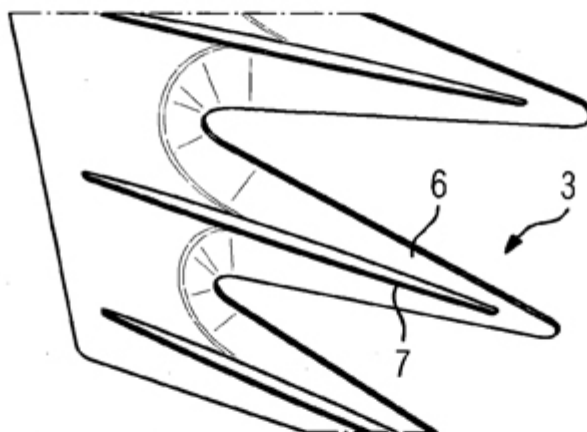


FIG 3

