

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 528**

51 Int. Cl.:

G01N 25/48 (2006.01)

G01N 25/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2014** **E 14170741 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2020** **EP 2811289**

54 Título: **Sistema de inspección termográfica para palas de turbina eólica compuestas**

30 Prioridad:

05.06.2013 US 201313910178

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

26.05.2021

73 Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:

LAMBERTON, GARY AUSTIN y
ROSE, CURTIS WAYNE

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 828 528 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

Sistema de inspección termográfica para palas de turbina eólica compuestas

5 **[0001]** La presente solicitud se refiere en general a palas de turbina eólica y a los sistemas de inspección de las mismas y, más en particular, se refiere a un sistema de inspección termográfica para una junta de unión de palas de turbina eólica compuestas usando un adhesivo exotérmico.

10 **[0002]** Las palas de turbina eólica modernas combinan en general bajo peso y baja inercia rotacional con alta rigidez y alta resistencia a la fatiga y al desgaste para resistir las diversas fuerzas y las condiciones extremas encontradas durante un ciclo de vida típico. Por lo general, las palas de turbina se pueden formar a partir de dos mitades de concha. Un paso crítico en la fabricación de la pala de turbina es el cierre de las dos mitades de concha de pala en un borde de ataque, en un borde de fuga y en una unión de tapa de larguero con un alma a cortante por medio de un adhesivo para crear una junta de unión. Es necesario verificar el ancho y la integridad general de esta unión adhesiva para garantizar que la pala de turbina cumpla con los requisitos de rendimiento y vida útil. El fallo de la pala de turbina a lo largo de la junta de unión podría llevar a daños importantes.

15 **[0003]** Los procedimientos actuales para la inspección de esta junta de unión adhesiva incluyen la inspección visual y diversos tipos de técnicas de inspección de formación de imágenes no destructivas, tales como las pruebas ultrasónicas. Sin embargo, dicha prueba ultrasónica puede llevar mucho tiempo y ser relativamente costosa. Además, algunos de los materiales de las palas pueden resultar difíciles de penetrar por medio de ultrasonidos. Específicamente, determinadas áreas de la pala pueden quedar oscurecidas por las pruebas ultrasónicas debido al uso de espuma, balsa u otros tipos de materiales de núcleo que pueden no pasar las frecuencias ultrasónicas típicas a través de las mismas. También se conocen determinados tipos de técnicas de inspección por microondas. Sin embargo, dicha inspección por microondas puede estar limitada por la exposición a la radiación.

20 **[0004]** El documento WO03/069324 divulga un procedimiento y un aparato para inspeccionar la calidad de una pala de turbina eólica que incluya una concha de pala de polímero reforzado con fibra y áreas a las cuales se ha suministrado fluido o compuesto polimérico curable viscoso. Se unen dos mitades de concha de pala por medio de un compuesto de curado exotérmico, y se usa una cámara infrarroja para la formación de imágenes del calor liberado por el compuesto exotérmico, comprendiendo dicha formación de imágenes la formación de imágenes de la junta de unión entre las mitades de concha.

25 **[0005]** El documento US2005/169346 describe un procedimiento para monitorear la calidad de una soldadura que se está formando entre la primera y la segunda pieza de material que incluye los pasos de obtener una imagen térmica de la soldadura que se está formando recogiendo radiación infrarroja que pasa a través de la segunda pieza de material; y analizar la imagen térmica obtenida en busca de características, incluyendo el ancho, indicativas de una soldadura formada correctamente.

30 **[0006]** Por tanto, existe el deseo de sistemas y procedimientos mejorados para inspeccionar una unión adhesiva que une las mitades de una pala de turbina eólica. Preferentemente, dichos sistemas y procedimientos pueden inspeccionar de forma precisa y fiable toda la junta de unión adhesiva sin requerir pruebas ultrasónicas costosas y que consuman mucho tiempo y similares.

35 **[0007]** En un aspecto, la presente solicitud proporciona un procedimiento para inspeccionar una junta de unión, como se define en la reivindicación 1. El procedimiento incluye los pasos de aplicar un adhesivo exotérmico a una primera concha y/o a una segunda concha, unir la primera concha a la segunda concha por medio del adhesivo exotérmico para crear la junta de unión, permitir que el adhesivo exotérmico se cure y formar imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico a lo largo de la junta de unión. La junta de unión puede ser una junta de unión de pala de turbina.

40 **[0008]** La presente solicitud proporciona además un sistema de inspección de palas de turbina como se define en la reivindicación 9. El sistema de inspección de palas de turbina incluye varias palas de turbina con una junta de unión de un adhesivo exotérmico y un dispositivo termográfico. El dispositivo termográfico puede visualizar el calor liberado por el adhesivo exotérmico para determinar la integridad de la junta de unión.

45 **[0009]** Diversas características, mejoras y ventajas de la presente solicitud resultarán evidentes para un experto en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción detallada cuando se tome junto con los diversos dibujos y las reivindicaciones adjuntas. En los dibujos:

50 La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de una pala de turbina eólica.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de una porción de la pala de turbina eólica de la Fig. 1.

55 La Fig. 3 es un diagrama esquemático de un sistema de inspección termográfica para su uso con una pala de turbina eólica que tiene una junta de unión adhesiva exotérmica como se puede describir en el presente documento.

La Fig. 4 es una vista ampliada de la pala de turbina eólica de la Fig. 3 con la junta de unión adhesiva exotérmica.

La Fig. 5 es una vista ampliada adicional de la pala de turbina eólica de la Fig. 3 con la junta de unión adhesiva exotérmica.

5 **[0010]** Con referencia ahora a los dibujos, en los cuales los mismos números se refieren a elementos similares en las diversas vistas, las Figs. 1 y 2 muestran una pala de turbina eólica 100 como se puede describir en el presente documento. Por lo general, la pala de turbina eólica 100 se puede construir con capas de un revestimiento externo soportado por un larguero principal. Específicamente, la pala de turbina eólica 100 se puede extender desde una punta 110 hasta una raíz 120 opuesta. Extendiéndose entre la punta 110 y la raíz 120 puede haber una tapa de larguero 130 y un alma a cortante 140. El alma a cortante 140 puede servir como soporte estructural principal dentro de la pala de turbina eólica 100. La tapa de larguero 130 puede ser una porción de vidrio que se extiende a lo largo de la pala de turbina eólica 100 coincidente con el alma a cortante 140 para alojar la carga de tracción en la pala de turbina eólica 100. La pala de turbina eólica 100 y los componentes de la misma pueden tener cualquier tamaño, forma o configuración. También se pueden usar en el presente documento otros componentes y otras configuraciones.

20 **[0011]** Como se describió anteriormente, la pala de turbina eólica 100 se puede formar en conchas. Por ejemplo, una primera concha 150 se puede extender desde un primer borde de ataque de concha 160 hasta un primer borde de fuga de concha 170 y puede definir una superficie de succión 180. La primera concha 150 se puede unir a una segunda concha 190. La segunda concha 190 se puede extender desde un segundo borde de ataque de concha 200 hasta un segundo borde de fuga de concha 210 y puede definir una superficie de presión 220. Las conchas 150, 190 pueden estar hechas de materiales reforzados con fibras, así como de materiales de núcleo. Específicamente, las capas de las conchas 150, 190 pueden incluir una matriz de fibra-resina. Los materiales de núcleo pueden incluir espuma, madera de balsa, materiales de núcleo diseñados y similares. Se pueden usar en el presente documento otros tipos de materiales.

30 **[0012]** En este ejemplo, las conchas 150, 190 se pueden unir por medio de un adhesivo exotérmico 230 para crear una junta de unión 240. Los ejemplos de adhesivos exotérmicos 230 adecuados pueden incluir un monómero de metacrilato de metilo (MMA), diferentes tipos de cianoacrilatos y tipos similares de materiales. Por lo general, un adhesivo exotérmico 230 creará calor durante el curado debido a una reacción química exotérmica tras la adición de un catalizador y similares. Muchos epoxis de dos partes son exotérmicos al menos en parte. Las capas de las conchas 150, 190 y el adhesivo exotérmico 230 de la junta de unión 240 se pueden curar de una manera convencional.

35 **[0013]** Un defecto 245 en la junta de unión 240 formada por el adhesivo exotérmico 230 puede tener un impacto en el funcionamiento general y en la vida útil de la pala de turbina eólica 100. Las áreas de preocupación para dicho defecto incluyen los bordes delanteros 160, 200; los bordes traseros 70, 210; y sobre la tapa de larguero 130. Cada una de estas áreas soporta al menos una porción de la carga de tracción en la pala 100 de modo que cualquier flexión de las fibras en estas áreas puede reducir la resistencia de la fibra.

40 **[0014]** Por tanto, la pala de turbina eólica 100 se puede inspeccionar por medio de un sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250, como se puede describir en el presente documento. El sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250 puede ser un tipo de prueba no destructiva que usa termografía. Específicamente, el sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250 puede incluir una cámara de infrarrojos 260 y similares, como se muestra en las Figs. 3 y 4. FLIR Systems, Fluke Corporation, Omega Engineering y otras entidades pueden ofrecer un ejemplo de una cámara de infrarrojos 260 capaz de proporcionar las imágenes térmicas en el presente documento. En el presente documento se puede usar cualquier tipo de dispositivo de detección y/o formación de imágenes de calor. Además de la inspección visual de las imágenes térmicas, las imágenes térmicas producidas por la cámara de infrarrojos 260 se puede procesar mediante diferentes tipos de software y/o algoritmos para asegurar el cumplimiento general de parámetros predeterminados y similares. En el presente documento se pueden usar otros componentes y otras configuraciones.

50 **[0015]** En uso, la pala de turbina eólica 100 se puede montar como se describe anteriormente con el adhesivo exotérmico que forma la junta de unión 240 entre las conchas 150, 190. A medida que se cura el adhesivo exotérmico 230, se puede liberar calor de una manera conocida. Este calor se puede visualizar por medio de la cámara de infrarrojos 260 u otro tipo de dispositivo de formación de imágenes de calor del sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250. El sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250 puede asegurar por tanto la integridad de la junta de unión 240. Además, el sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250 verifica el ancho de la junta de unión 240 en el borde de ataque 160, 200, el borde de fuga 170, 210 y en otros lugares como se muestra en la Fig. 5. Estas áreas a menudo están oscurecidas por la espuma, balsa u otros tipos de materiales de núcleo que normalmente no pasan frecuencias ultrasónicas a través de las mismas.

65 **[0016]** Además, el uso del adhesivo exotérmico 230 tiene la ventaja de colocar una fuente de calor exactamente en el área de interés sin la influencia de un operario. La cantidad de calor generado debe controlarse para evitar daños a los materiales implicados. La reacción exotérmica proporcionada por el adhesivo exotérmico 230 reduce por tanto la posibilidad de que un operario sobrecaliente el área de interés. Específicamente, el uso de la pala de turbina eólica 100 y el sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250 proporciona un sistema de inspección

rápido y de bajo coste con una mayor fiabilidad y repetibilidad global. Además, la inspección se puede llevar a cabo en el campo para reparaciones en el sitio donde otros tipos de pruebas pueden no ser factibles.

- 5 **[0017]** Aunque el uso del adhesivo exotérmico 230 y el sistema de inspección termográfica de palas de turbina eólica 250 se ha analizado en el contexto de la junta de unión de la pala de turbina 240, se pueden inspeccionar en el presente documento muchos otros tipos de juntas de unión.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de inspección de una junta de unión (240), que comprende:
- 5 aplicar un adhesivo exotérmico (230) a una primera concha (150) y/o una segunda concha (190);
- unir la primera concha (150) a la segunda concha (190) por medio del adhesivo exotérmico (230) para crear la junta de unión (240);
- 10 dejar curar el adhesivo exotérmico (230); y
- formar imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) a lo largo de la junta de unión (240), en el que el paso de formación de imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) comprende formar imágenes y verificar un ancho (270) de la junta de unión (240) entre la primera concha y la segunda concha.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la junta de unión (240) comprende una junta de unión (240) de pala de turbina (100) y en el que el paso de aplicar un adhesivo exotérmico (230) a una primera concha (150) y/o a una segunda concha (190) comprende aplicar un adhesivo exotérmico (230) a una primera concha de pala de turbina y/o a una segunda concha de pala de turbina.
- 20 3. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el paso de unir la primera concha (150) a la segunda concha (190) comprende unir una primera concha de pala de turbina a una segunda concha de pala de turbina.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el paso de unir la primera concha de pala de turbina a la segunda concha de pala de turbina comprende unir un primer borde de ataque de concha (160) a un segundo borde de ataque de concha (200) y unir un primer borde de fuga de concha (170) a un segundo borde de fuga de concha (210).
- 30 5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 4, en el que el paso de unir la primera concha de pala de turbina a la segunda concha de pala de turbina comprende unir una tapa de larguero (130) y un alma a cortante (140).
- 35 6. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el paso de formación de imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) comprende formar imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) mediante una cámara de infrarrojos (260).
- 40 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el paso de formación de imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) comprende maniobrar la cámara infrarroja (260) a lo largo de la junta de unión (240).
- 45 8. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el paso de formación de imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) comprende la formación de imágenes de un defecto en la junta de unión (240).
- 50 9. Un sistema de inspección de palas de turbina (250), que comprende:
- una pluralidad de palas de turbina (100);
- la pluralidad de palas de turbina (100) comprende una junta de unión (240), en la que la pluralidad de palas de turbina (100) comprende una primera concha (150) y una segunda concha (190) unidas en la junta de unión (240);
- 55 comprendiendo la junta de unión (240) un adhesivo exotérmico (230); y
- un dispositivo termográfico;
- en el que el dispositivo termográfico forma imágenes del calor liberado por el adhesivo exotérmico (230) para determinar la integridad de la junta de unión (240), en el que el sistema de inspección está configurado para visualizar y verificar un ancho de la junta de unión entre la primera concha y la segunda concha.
- 60 10. El sistema de inspección de palas de turbina (250) de la reivindicación 9, en el que la pluralidad de palas de turbina (100) comprende una tapa de larguero (130) y un alma a cortante (140) unidas en la junta de unión (240).
- 65 11. El sistema de inspección de palas de turbina (250) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en el que el adhesivo exotérmico (230) comprende un monómero de metacrilato de metilo, un cianoacrilato o un epoxi de dos partes.

12. El sistema de inspección de palas de turbina (250) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el dispositivo termográfico comprende una cámara de infrarrojos (260).
- 5 13. El sistema de inspección de palas de turbina (250) de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la pluralidad de palas de turbina (100) se selecciona del grupo que consiste en un material compuesto, una matriz de fibra-resina y un material de núcleo.

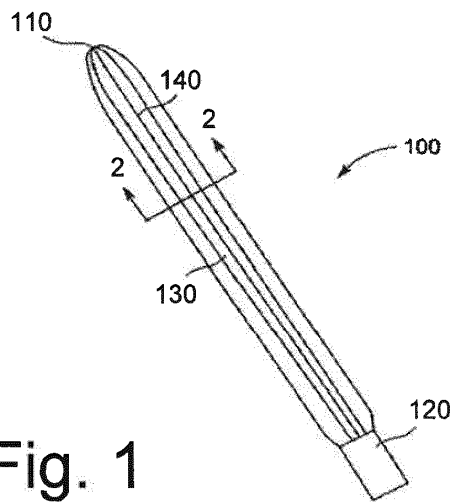


Fig. 1

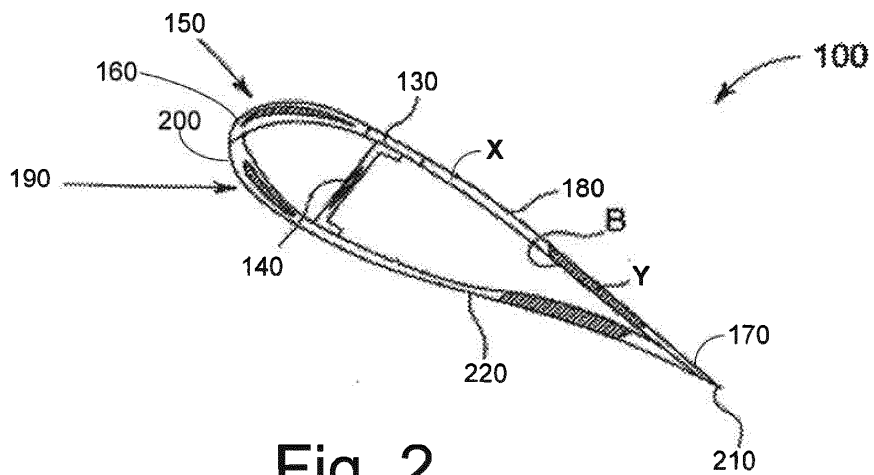


Fig. 2

Fig. 3

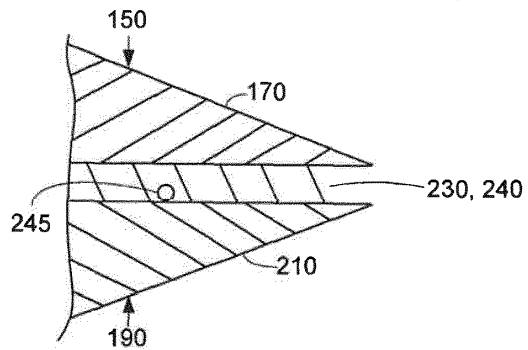
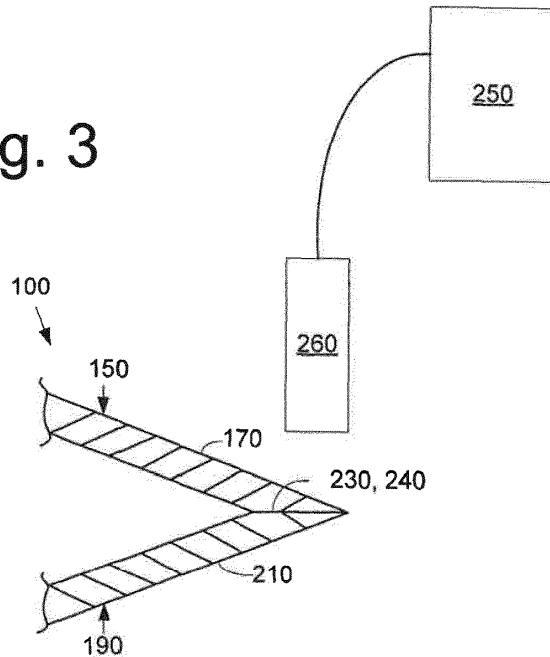


Fig. 4

Fig. 5

