

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 625**

51 Int. Cl.:
B29C 70/48 (2006.01)
B29C 33/50 (2006.01)
B29L 31/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08008453 .6**
96 Fecha de presentación: **05.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2116359**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.11.2009**

54 Título: **MÉTODO DE FABRICACIÓN DE ÁLABES DE TURBINA EÓLICA QUE COMPRENDEN MATERIALES DE MATERIAL COMPUESTO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.11.2011

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
Stiesdal, Henrik

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 368 625 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

Método de fabricación de álabes de turbina eólica que comprenden materiales de material compuesto

5 **La presente invención se refiere a un método** de fabricación de álabes de turbina eólica que comprenden materiales de material compuesto, que comprende las etapas de seleccionar una parte de molde externa, seleccionar una parte de molde interna, en la que al menos una parte de la superficie de la parte de molde interna comprende una capa compresible que se cubre mediante una membrana estanca al aire, situar los materiales que van a unirse en una cavidad de molde entre la parte de molde externa y la parte de molde interna, evacuar la cavidad de molde, y unir los materiales.

10 Para fabricar álabes de rotor, tales como álabes de generador eólico o álabes de turbina eólica, se conoce el bobinado de cintas de fibra de vidrio o haces de fibra de vidrio alrededor de un núcleo. Los sistemas descritos en las patentes de Estados Unidos US 4.242.160 y US 4.381.960 hacen uso de este enfoque. Para cumplir con la calidad de superficie que se desea para aplicaciones de turbina eólica y evitar que la superficie de material compuesto en bruto aparezca como una superficie externa, es necesario un tratamiento de acabado adicional.

15 Otro enfoque que permite garantizar una calidad satisfactoria de las superficies y la unión de los materiales, y, al mismo tiempo, proporciona características de material constante por todo el álabe, es un moldeo de transferencia de resina asistido por vacío. En el método propuesto en la patente EP 1 310 351 B1, y tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1, los materiales se sitúan en una cavidad de molde entre una parte de molde interna y una externa, y, después de evacuar la cavidad de molde, se permite que la resina fluya hacia dentro y se una a los materiales.

20 Sin embargo, si las fugas de aire al interior de la cavidad llena de resina durante la fase de inyección de resina o durante la fase temprana del procedimiento de curado en el que la resina aún es líquida, el aire puede encerrarse en el material laminado y por consiguiente disminuir la fuerza del álabe. Tal fuga de aire normalmente se produce cuando una membrana estanca al aire que cubre la parte de molde interna tiene pequeños orificios o alteraciones.

25 Para garantizar la integridad de la membrana estanca al aire, de modo que el aire no pueda filtrarse al interior de la cavidad de molde que se mantiene en condiciones de vacío, se han usado membranas que consisten en una serie de capas diferentes. Por tanto, se añade redundancia a la membrana y los defectos en estanqueidad al aire en una de las capas no comprometen la estanqueidad al aire global de la membrana.

30 Sin embargo, el uso de tales membranas de múltiples capas da como resultado un superior consumo de material y un esfuerzo técnico global superior.

35 Por tanto es un objeto de la presente invención proporcionar un método de fabricación de álabes de turbina eólica que comprenden materiales de material compuesto que proporciona características de material constante por todo el álabe a la vez que evita el uso de membranas estancas al aire de múltiples capas.

40 Este objeto se alcanza mediante el método según la reivindicación 1.

45 La reivindicación 1 propone un método de fabricación de álabes de turbina eólica que comprenden materiales de material compuesto, que comprende las etapas de

- seleccionar una parte de molde externa,
- seleccionar una parte de molde interna, en la que al menos una parte de la superficie de la parte de molde interna comprende una capa compresible que se cubre mediante una membrana estanca al aire,
- situar materiales que van a unirse en una cavidad de molde entre la parte de molde externa y la parte de molde interna,
- evacuar la cavidad de molde,
- unir los materiales,

50 caracterizado porque comprende además la etapa de evacuar la capa compresible antes de situar los materiales que van a unirse.

55 Mediante la evacuación de la capa compresible antes de situar los materiales que van a unirse, se comprime la capa compresible mediante la presión de aire externa a la capa compresible, y por tanto es de tamaño global reducido. Cuando, después haber situado los materiales que van a unirse en la cavidad de molde entre los moldes externos y el molde interno en su estado comprimido, también se evacua el aire de la cavidad de molde, la capa compresible se expande de nuevo y presiona contra los materiales.

60 Puesto que en ese estado tanto la capa compresible como la cavidad de molde están en condiciones de vacío, no hay una diferencia significativa de presión de aire que pueda conducir a una fuga de aire a través de la membrana estanca al aire y por tanto comprometer la fuerza del álabe. Por consiguiente, se evita el uso de una membrana estanca al aire

de múltiples capas a la vez que se garantiza la calidad de material de álabe.

Por tanto, la presente invención permite fabricar de manera fiable álabes de turbina eólica de una calidad de material definida a la vez que se ahorra esfuerzo técnico y consumo de material.

La invención puede realizarse tal como se define en las reivindicaciones que hacen referencia de nuevo a la reivindicación 1.

Las realizaciones del método puede comprender la etapa de detectar una fuga en la membrana estanca al aire.

Esto permite aumentar además la presión aplicada a los materiales que van a unirse dejando que el aire fluya al interior de la capa compresible después de situar los materiales que van a unirse en la cavidad de molde y a la vez que se evacua la cavidad de molde. Por tanto, no sólo la fuerza de expansión de la capa compresible, sino también la presión de aire dentro de la capa compresible, proporciona presión a los materiales.

Esto es particularmente útil en tales realizaciones en las que se evacua la capa compresible de nuevo con la condición de que una fuga esté presente, de modo que los efectos de la presente invención pueden alcanzarse específicamente cuando se produce en realidad una fuga, a la vez que se obtienen los beneficios de la presión adicional cuando no hay fuga de aire.

En las realizaciones, la detección de una fuga puede realizarse basándose en la detección de una presión de aire dentro de la cavidad de molde, y/o puede realizarse basándose en la detección de una presión de aire dentro de la capa compresible. Alternativamente, pueden medirse las tasas de flujo de entrada/flujo de salida de aire, por ejemplo, midiendo la cantidad de aire que fluye hacia el interior de la capa compresible y/o midiendo la cantidad de aire que fluye al exterior de la cavidad de molde.

En las realizaciones, la capa compresible puede evacuarse de nuevo después de que se han unido los materiales. Esto facilita la extracción del núcleo de molde interno a partir del álabe de turbina eólica fabricado.

La presente invención se explica además haciendo referencia al ejemplo detallado y una serie de figuras, tal como se describe a continuación:

la figura 1 muestra una sección transversal esquemática de un aparato para llevar a cabo una realización del método; la figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de una primera parte de una realización del método, y la figura 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de una segunda parte de la realización del método (continuando la figura 2).

La figura 1 muestra una sección transversal esquemática de un molde para llevar a cabo el método tal como se propone en el presente documento.

En esta realización, se proporciona el molde interno como dos piezas separadas. El primer molde interno comprende un núcleo 1A interno rígido que se cubre mediante una capa de material 3A compresible. El primer molde interno comprende además una membrana 4A estanca al aire que se ubica encima de la superficie externa de la capa 3A compresible.

Asimismo, el segundo molde interno comprende un núcleo 1B interno rígido que se cubre mediante una capa de material 3B compresible. El segundo molde interno también comprende además una membrana 4B estanca al aire que se ubica encima de la superficie externa de la capa 3B compresible. Entre el primer y el segundo molde interno, se ubica una banda 2 de cizalla.

En la cavidad de molde entre la membrana 4A, 4B estanca al aire y la superficie 6 interna del molde externo (es decir, del molde 7 externo superior así como el molde 8 externo inferior) se ubican materiales 5 que van a unirse (materiales de material compuesto, materiales de apilamiento). Tales materiales de apilamiento pueden comprender materiales de fibra de vidrio, materiales de fibra carbono, madera de balsa, y espuma de PVC.

Tanto en el molde 7 externo superior como en el molde 8 externo inferior, puede ubicarse un sistema 9 de regulación de temperatura, que comprende sensores de temperatura y elementos de calentamiento.

Las membranas 4A y 4B estancas al aire pueden implementarse como bolsas de vacío individual que se dimensionan de manera que se ajusten al molde interno incluyendo su capa 1A, 3A o 1B, 3B compresible, respectivamente. Por tanto, al comprimir la capa compresible, el exceso de material de bolsa de vacío formará pequeños depósitos en la forma de pequeños pliegues. Durante el procedimiento de unión, estos depósitos aseguran que el material de bolsa no se extruye en pequeños huecos del material laminado, es decir, los materiales que van a unirse, sino que pueden expandirse al interior de tales huecos sin extrusión. Esto proporciona una seguridad adicional frente a una explosión de la bolsa.

5 Tal como puede observarse a partir de la figura, el molde interno está en su totalidad dimensionado de manera que se ajusta a la conformación del molde 7, 8 externo cuando los materiales de apilamiento están en posición y la capa 3A, 3B compresible está en su estado comprimido. Por consiguiente, el molde interno excedería el tamaño de la cavidad proporcionada por el molde interno con materiales de apilamiento ubicados cuando su capa compresible no está comprimida. En otras palabras, la capa de material compresible se dimensiona de manera que en su estado comprimido, tome la forma y el tamaño que el molde interno debería tener para ser adecuado para apilar las fibras que van a incluirse en los materiales unidos, es decir, el material laminado. De manera práctica, el molde interno puede tener una forma que es similar a la cavidad que estará dentro del álabe de turbina eólica fabricado. Por consiguiente, cuando está en su estado no comprimido, el molde interno es más grande que la cavidad que estará dentro del álabe de turbina eólica fabricado, y el material compresible ejerce una presión de consolidación sobre el material laminado.

15 El procedimiento de moldeo que usa la configuración mostrada en la figura 1 se explica adicionalmente haciendo referencia a las figuras 2 y 3.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de una primera parte de una realización del método. En la etapa 100, la parte 8 de molde externa inferior se lleva a una posición de materiales de apilamiento. Estos se ubican en la etapa 110 ubicándolos capa por capa encima de la superficie 6 interna del molde 8 externo.

20 Luego, en la etapa 120, se evacua la capa 3A, 3B compresible, de modo que la presión de aire de la atmósfera que la rodea comprime la capa y se encoge el molde interno y toma su forma para ajustarse en el asiento proporcionado por el molde inferior y los materiales de apilamiento ubicados.

25 En la realización mostrada en la figura 1, la banda 2 de cizalla está ubicada asimismo entre el primer y el segundo núcleo interno. Si no va a incluirse una banda de cizalla, puede usarse un solo molde interno en su lugar. Alternativamente, pueden usarse dos moldes internos complementarios para facilitar el manejo del molde interno.

30 Cuando el molde interno se ha ubicado en el asiento proporcionado por el molde inferior y los materiales de apilamiento ubicados en la etapa 130, se ubican más materiales de apilamiento de una manera similar encima del molde interno en la etapa 140.

Luego, en la etapa 150, el molde externo superior se pone sobre el molde interno, de modo que se cierra el molde externo, y se establece la configuración tal como se muestra en la figura 1.

35 A continuación, en la etapa 160, se permite que fluya aire en la capa compresible, de modo que se permite que la presión atmosférica ayude en la compresión de los materiales de apilamiento ubicados en la cavidad de molde. En realizaciones alternativas, la capa compresible puede permanecer en condiciones de vacío de modo que se evita una fuga de aire, puesto que no hay suficiente diferencia de presión de aire para dejar que el aire pase a través de posibles orificios en la membrana. En tales realizaciones, es prescindible una detección de la fuga de aire.

40 En ambos casos, se evacua la cavidad de molde en la etapa 170, y la fuerza de expansión de la capa compresible, así como la presión de aire que actúa dentro de la capa compresible en la presente realización, comprime los materiales de material compuesto (materiales de apilamiento) en la cavidad de molde, de modo que se fuerzan los materiales de apilamiento contra el molde externo.

45 Las etapas adicionales del procedimiento se describen con respecto a la figura 3. En la etapa 180, se permite que la resina fluya al interior de la cavidad en la que están ubicados los materiales de apilamiento. Adicional o alternativamente, puede aplicarse calor para realizar el procedimiento de unión.

50 Mientras se realiza esto, el sistema detecta si hay fugas de aire de la capa compresible al interior de la cavidad de molde en la etapa 190. Esto puede realizarse mediante cualquier método de detección de fuga adecuado, por ejemplo, midiendo la presión de aire en la cavidad de molde, o midiendo la cantidad de aire que fluye al interior de la capa compresible o fuera de la cavidad de molde. Sin embargo, en el caso más sencillo, puede realizarse una detección de fuga simplemente escuchando si hay algún sonido o silbido de una fuga de aire.

55 Si la fuga de aire tiene lugar, se evacua la capa compresible de nuevo en la etapa 200, de modo que se elimina rápidamente cualquier flujo de aire entre la capa compresible y la cavidad de molde. Debido a la fuerza de expansión de la capa compresible, se mantiene la presión que actúa en los materiales que van a unirse, aunque posiblemente con una fuerza reducida. Para alcanzar este efecto, la capa compresible puede comprender, o consistir en, un caucho espumado adecuado o cualquier otro material compresible espumado. El material compresible también podría ser de un tipo de una esterilla con un lado interno y uno externo o un armazón separado por una capa en el medio que consiste en nervaduras finas que se doblan cuando se dota de una carga y se estira de nuevo cuando la carga se libera. También podría consistir en resortes colocados entre el núcleo y el armazón externo como las bolsas escontra la que se apoya.

60

El procedimiento de unión puede completarse (etapa 210) entonces, tan pronto como se fije la resina. Antes de abrir el molde, se permite que el aire entre al interior del espacio entre el molde interno y externo, de modo que puedan separarse las partes de molde. Para facilitar la extracción del álabe de turbina eólica así fabricada, la capa compresible puede evacuarse de nuevo para reducir el tamaño del molde interno.

5

Por tanto, el método propuesto sirve para fabricar álabes de turbina eólica de alta calidad, y al mismo tiempo, mejora la estabilidad del procedimiento de fabricación y reduce el consumo de material. En el método propuesto, puede continuarse el procedimiento de unión incluso en el evento de que se produzcan orificios en la membrana estanca al aire sin comprometer las propiedades de material de los álabes fabricados, y se evita el uso costoso de membranas estancas al aire de múltiples capas, u otras membranas que se han protegido de forma particular frente a fugas de aire.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de fabricación de álabes de turbina eólica que comprenden materiales de material compuesto, que comprende las etapas de
- seleccionar una parte de molde externa,
 - seleccionar una parte de molde interna, en la que al menos una parte de la superficie de la parte de molde interna comprende una capa compresible que se cubre mediante una membrana estanca al aire,
 - situar los materiales que van a unirse en una cavidad de molde entre la parte de molde externa y la parte de molde interna,
- 10 - evacuar la cavidad de molde,
- unir los materiales,
caracterizado porque
comprende además la etapa de evacuar la capa compresible antes de situar los materiales que van a unirse.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende la etapa de detectar una fuga en la membrana estanca al aire.
- 20 3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la detección de una fuga se realiza basándose en la detección de una presión de aire dentro de la cavidad de molde.
- 25 4. Método según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado porque la detección de una fuga se realiza basándose en la detección de una presión de aire dentro de la capa compresible y/o la medición de la cantidad de aire que fluye al interior de la capa compresible y/o la medición de la cantidad de aire que fluye al exterior de la cavidad de molde.
- 30 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque se evacua la capa compresible con la condición de que una fuga esté presente.
- 35 6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque se permite que el aire fluya al interior de la capa compresible a la vez que se evacua la capa compresible.
- 40 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se evacua la capa compresible después de que se han unido los materiales.
- 45 8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque se selecciona la parte de molde interna para comprender una parte de núcleo rígida con un recubrimiento compresible que se cubre mediante una bolsa de vacío.
9. Método según la reivindicación 8, caracterizado porque se determinan las dimensiones de la bolsa de vacío para encajar en la parte de núcleo rígida con su recubrimiento compresible en un estado no comprimido.
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque se selecciona la parte de molde interna de manera que la fuerza de expansión de la capa compresible proporciona suficiente presión para la unión.
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque se selecciona la parte de molde interna de manera que rebasa el espacio hueco proporcionado por la parte de molde externa cuando la capa compresible no está comprimida.

FIG 1

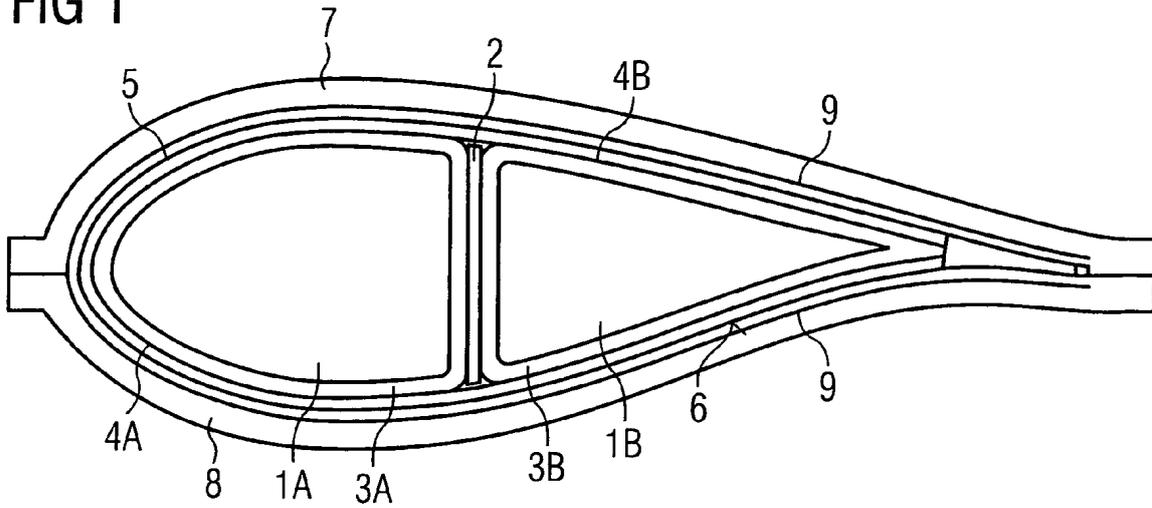


FIG 2

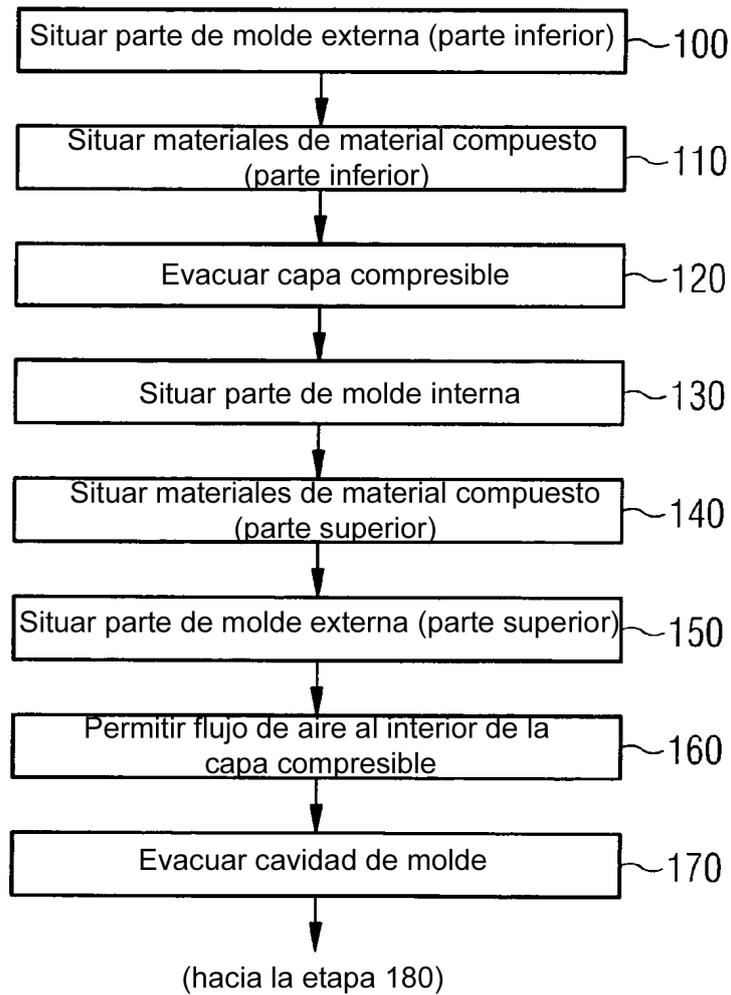


FIG 3

