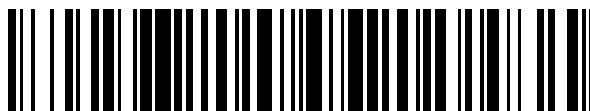


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 832**

51 Int. Cl.:

B29C 70/44 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

G01M 3/00 (2006.01)

G01M 3/24 (2006.01)

B29L 31/08 (2006.01)

B29K 105/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2013** **PCT/DK2013/050100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013** **WO13156029**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2013** **E 13716948 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 2838711**

54 Título: **Método de fabricación de una pieza de material compuesto y aparato para la fabricación de una pieza de material compuesto**

30 Prioridad:

16.04.2012 DK 201270190

16.04.2012 US 201261624414 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2016

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

WARDROPPER, STEVE

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 588 832 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 una pieza de material compuesto y aparato para la fabricación de una pieza de material compuesto

5 La presente invención se refiere a un método y aparato para la fabricación de una pieza de material compuesto. En particular, la presente invención se refiere a un método y aparato para detectar una fuga durante la fabricación de una pieza de material compuesto.

10 Cuando se forma una pieza de material compuesto utilizando la tecnología de infusión de resina asistida por vacío, o tecnología de preimpregnado, es necesario cubrir la pieza de material compuesto que se está fabricando con una película impermeable denominada normalmente bolsa de vacío. La bolsa de vacío se sella contra el molde para eliminar las fugas de aire y para crear un volumen sustancialmente sellado que contiene material fibroso. Una bomba de vacío evacua, a continuación, el aire del volumen sustancialmente sellado para crear un volumen efectivo, lo que hace que la bolsa de vacío aplique presión al material fibroso. Este vacío hace también que, en el caso de la infusión de resina, la resina se infunda en la tela seca. Con el fin de crear un sello estanco entre la bolsa de vacío y el molde, se utiliza por lo general una cinta de sellado de caucho de butilo entre el molde y la bolsa de vacío.

20 Es esencial que no haya fugas de aire en la cavidad estanca. Si hay orificios en la cavidad estanca, por ejemplo (i) entre el molde y la bolsa de vacío causados por un orificio o similar, en la cinta de sellado, o (ii) en la propia bolsa de vacío, la resina no se puede infundir totalmente en el material fibroso y esto puede conllevar puntos secos fibrosos en el material que no se hayan impregnado con resina. Estos puntos secos darán como resultado una resistencia reducida de la pieza de material compuesto.

25 En un caso extremo, esto puede conllevar que la pieza compuesta se deseché después de la fabricación, ya que no tiene las propiedades de resistencia requeridas. En un ejemplo, una carcasa de pala de un aerogenerador puede tener más de 60 metros de longitud, e incluso un pequeño orificio en la bolsa de vacío o sello puede conducir a los problemas antes mencionados. En la fabricación de piezas de materiales compuestos de gran tamaño es, por supuesto, importante que la pieza de material compuesto que se está fabricando se forme adecuadamente, de lo contrario puede que haya que desechar toda la pieza.

30 En consecuencia, un objeto de la presente invención es proporcionar un método y un aparato para identificar rápida y fácilmente las fugas que puedan existir en una cavidad del molde cuando se fabrica una pieza de material compuesto.

35 El documento US2011/061450 describe un método para la localización de pérdidas de presión en bolsas de vacío utilizadas en la fabricación de piezas de material compuesto. El documento KR20090122131 describe un método de detección de fugas de fluido en una planta de energía atómica.

40 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una pieza de material compuesto que comprende fibra de material reforzado en un molde, comprendiendo el método las etapas de: depositar material de fibra en una superficie del molde; cubrir el material de fibra con una película de vacío para crear una cavidad de molde que contiene el material de fibra y se sella sustancialmente; evacuar el aire de la cavidad del molde; detectar si hay una fuga de aire en la cavidad del molde con una unidad de cámara acústica durante y/o después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde.

45 El uso de una cámara acústica para detectar fugas de aire acorta efectivamente el tiempo de ciclo que se necesita para fabricar una pieza de material compuesto. Esto se debe a que un operario puede identificar rápidamente si hay una fuga de aire y tomar medidas reparadoras para detener la fuga de aire.

50 Preferentemente, la etapa de detectar si hay una fuga de aire detecta la ubicación de una fuga de aire.

La etapa de detectar si hay una fuga de aire puede comprender: adquirir una imagen óptica del molde; detectar las ondas sonoras emitidas desde el molde durante y/o después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde; 55 generar un mapa acústico basado en la imagen óptica adquirida y las ondas sonoras detectadas.

Preferentemente, la etapa de detectar si hay una fuga de aire desde la cavidad del molde comprende detectar las ondas sonoras emitidas desde el molde en una banda de frecuencia predeterminada. Preferentemente, la banda de frecuencias predeterminada está en el intervalo de frecuencia ultrasónica. La banda de frecuencia predeterminada puede ser de 20 KHz a 50 KHz.

60 La etapa de detectar si hay una fuga de aire puede comprender: adquirir una imagen óptica del molde; detectar las ondas sonoras emitidas desde el molde antes de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde; generar un primer mapa acústico basado en la imagen óptica adquirida y las ondas sonoras detectadas emitidas desde el molde antes de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde; detectar las ondas sonoras emitidas desde el molde durante y/o después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde; generar un segundo mapa acústico 65

basado en la imagen óptica adquirida y las ondas sonoras detectadas emitidas desde el molde durante y/o después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde; y comparar el primer y el segundo mapa acústico.

5 Preferentemente, la etapa de cubrir el material de fibra con una película de vacío comprende: sellar la película de vacío a la superficie del molde con un elemento de sellado.

10 El material de fibra puede comprender tejido seco. El método puede comprender además la etapa de introducir resina sin curar en la cavidad del molde después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde y a continuación curar el material de fibra y la resina para formar la pieza de material compuesto.

El material de fibra puede comprender material preimpregnado y el método puede comprender además la etapa de curar el material preimpregnado después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde para formar la pieza de material compuesto.

15 Preferentemente, la pieza de material compuesto es un componente de aerogenerador. El componente de aerogenerador puede ser uno de una carcasa de la pala, un larguero de la pala, una tapa del larguero de la pala o una banda de la pala.

20 De acuerdo con la invención, se proporciona un método de fabricación de una pluralidad de piezas de material compuesto en una pluralidad de moldes, cada pieza de material compuesto se fabrica de acuerdo con el método que se ha descrito anteriormente. Preferentemente, una unidad de cámara acústica detecta si hay una fuga de aire para la pluralidad de moldes.

25 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de la cámara acústica para detectar fugas de aire en la fabricación de piezas de material compuesto mediante moldeo por vacío.

30 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para la fabricación de una pieza de material compuesto que comprende material reforzado con fibra, comprendiendo el aparato: un molde que tiene una superficie de molde en el que se deposita material de fibra, en uso; una película de vacío para cubrir el material de fibras para crear una cavidad de molde que contiene el material de fibra y se sella sustancialmente; una bomba de vacío para evacuar el aire de la cavidad del molde; una unidad de la cámara acústica para detectar si hay una fuga de aire en la cavidad del molde.

35 A continuación se describirá la presente invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la Figura 1 es una sección transversal esquemática de un molde;
la Figura 2 es un esquema de una unidad de cámara acústica y tres moldes;
la Figura 3a es una vista en planta de un molde de la carcasa de pala del aerogenerador;
la Figura 3b es un esquema de un ordenador con una pantalla que muestra un mapa acústico generado;
la Figura 4 es un diagrama de flujo del procedimiento de acuerdo con la invención.

45 La Figura 1 muestra un esquema de una vista en sección a través de un molde 10. El molde 10 se utiliza para la fabricación de piezas de materiales compuestos que utilizan la tecnología de infusión de resina para crear piezas de plástico reforzadas con fibras, por ejemplo, para una carcasa de pala de aerogenerador. El molde 10 comprende una superficie de molde 11, sobre la que se coloca una pila de material fibroso, que en este ejemplo son láminas de fibra de vidrio 12. En la parte superior de la pila de fibras 12 se coloca una capa superficial de desprendimiento 13 y en la parte superior de la capa de la capa superficial de desprendimiento 13 se coloca una capa de distribución de resina 14. En la parte superior de estas capas se coloca una bolsa de vacío impermeable 15, que se sella con cinta sellante 16 a la superficie del molde 11. La bolsa de vacío 15 se sella contra el molde 10 para eliminar fugas de aire y crear, por tanto, una cavidad de molde sustancialmente sellada 17 que contiene la pila de fibras 12. Cuando la cavidad del molde 17 se evacua, el vacío formado en la cavidad del molde normalmente es de entre un 80 y un 95 por ciento de un vacío total. Este es un proceso de infusión al vacío, que es bien conocido en la técnica de procesamiento de material compuesto y, por tanto, no se explica en este documento en detalle.

55 Una bomba de vacío 18 retira el aire de la cavidad del molde 17 a través del conducto 19 para crear un vacío eficaz en la cavidad del molde, lo que hace que la bolsa de vacío 15 aplique presión a la pila de fibras 12. Se proporciona una fuente de resina 19, mediante la cual se introduce resina en la cavidad del molde 17 a través del conducto de resina 20 y se controla mediante la válvula 21. El vacío hace que la resina fluya a través de la cavidad del molde 17 y se distribuya por toda la pila de fibras 12. A medida que la resina se extiende impregna la pila de fibras 12 y se hace circular aire caliente alrededor de la cavidad del molde 17 para curar la resina. De esta manera, se crea la pieza de material compuesto. La resina utilizada en este ejemplo es una resina termoendurecible, tal como resina epoxi.

65 Con el fin de crear un sello estanco entre la bolsa de vacío 15 y la superficie del molde 11 y proporcionar aberturas para el conducto de vacío 19 y el conducto de resina 20, la cinta sellante es una cinta de sellado de caucho de

butilo. La cinta de sellado 16 es inherentemente pegajosa y sirve para adherir la película de vacío 15 a la superficie del molde 11 para crear un sello. La cinta de sellado 16 es deformable y se comprime bajo la presión de vacío creada por la bomba de vacío 18 para llenar cualquier espacio pequeño entre la bolsa de vacío 15 y la superficie del molde 11 causado por cualquier irregularidad en estas superficies.

Sin embargo, incluso con este sello, existe el peligro de que haya un orificio pequeño entre la superficie del molde 11 y la bolsa de vacío 15. Esto dará como resultado que el aire externo a la cavidad del molde 17 se introduzca en la pila de fibras 12, ya que se encuentra bajo un vacío eficaz en relación con la presión del aire exterior. Esto puede dar lugar a componentes de materiales compuestos de baja calidad debido a que el componente de material compuesto puede formarse con áreas donde no hay resina presente debido a la fuga de aire. Esto puede conllevar que el componente de material compuesto se deseché, ya que no tiene las propiedades de resistencia requeridas.

Antes de la infusión de la pila de fibras 12 con resina, es necesario comprobar primero la integridad del vacío de la cavidad del molde 17. Para ello, un indicador de vacío (no mostrado) se utiliza para medir el vacío en la cavidad del molde 17. Cuando la bomba 18 ha extraído el vacío, la bomba 18 se aísla y se realiza una prueba de caída de vacío con el indicador de vacío. Un operario mirará, para comprobar que el vacío en la cavidad del molde 17 no cae una cantidad predefinida tal como, por ejemplo, un 2 por ciento en 10 minutos.

Sin embargo, incluso si es evidente que hay una fuga de aire en la cavidad del molde 17 puede ser extremadamente difícil para un operario encontrar la ubicación de la fuga de aire. En este ejemplo, que se refiere a la fabricación de una carcasa de pala de aerogenerador, la longitud de la pala es de 60 metros y una bolsa de vacío 15 cubre toda la superficie del molde 11. Esto significa que hay al menos 120 metros de cinta de sellado 16 (es decir, 60 metros por cada lado de la carcasa de pala) y la fuga de aire podría estar potencialmente en cualquier posición a lo largo de estos 120 metros de cinta de sellado, o incluso puede haber múltiples fugas de aire. Además, puede haber incluso una fuga de aire de un orificio dentro de la bolsa de vacío real 15. Como se puede apreciar, la búsqueda de la ubicación de la fuga de aire y quedar satisfecho de que la fuga de aire está causando la caída en la cavidad del molde requiere un tiempo extremadamente largo.

La Figura 2 muestra un aparato de acuerdo con la invención para la detección de fugas de un número de moldes 10 diferentes. La Figura 2 ilustra, esquemáticamente, una vista en planta de una planta de fabricación 30 que tiene tres moldes en la planta, designados 10a, 10b y 10c.

La unidad de cámara acústica 31 se proporciona para detectar fugas de los moldes, 10a, 10b y 10c. La unidad de cámara acústica 31 comprende una cámara acústica 32, una cámara óptica 33 y un ordenador 34 que tiene una pantalla 35. La cámara acústica 31 se configura para detectar e identificar las fugas de los moldes, 10a, 10b y 10c. En resumen, la unidad de cámara acústica 31 suministra una imagen óptica de los moldes a través de la cámara 33 y en esta imagen óptica se superpone un mapa acústico tomado por la cámara acústica 32. Cualquier fuga de aire en los moldes, generará sonido y la unidad de control acústico 31 identificará esas fugas de aire, a través del sonido emitido. La ubicación de esta fuga de aire se puede determinar mediante la cámara acústica 32 y mostrarse en la pantalla 35. En la Figura 2, una fuga de aire se identifica en el molde 10a a través de la esquemática de las ondas sonoras 36. Cuando se ha evacuado una cavidad de molde 17 y hay una fuga de aire en la cavidad del molde, de manera que el aire externo a la cavidad del molde 17 fluye al interior de la cavidad del molde, habrá un "silbido" a medida que el aire se aspira en la cavidad del molde 17. Este silbido es un ruido en el intervalo ultrasónico, normalmente entre 20 KHz y 50 KHz.

La cámara acústica 32 comprende una matriz de micrófonos distribuidos uniformemente alrededor de un tubo circular que se fija a un trípode. La matriz de micrófonos se conecta con un cable al ordenador 34 que comprende un procesador para generar un mapa acústico basado en el sonido grabado por el conjunto de micrófonos y de la imagen adquirida por la cámara óptica 33 que se conecta también al ordenador a través de un cable. La cámara 33 puede ser una cámara fija o puede ser una cámara de vídeo configurada para tomar imágenes a, por ejemplo, seis fotogramas por segundo.

Las Figuras 3a y 3b muestran cómo la unidad de cámara acústica 31 funciona en la práctica. En la Figura 3a, el molde 10 es un molde de carcasa de pala de aerogenerador de 60 metros de longitud. La Figura 3a es una vista en planta del molde de carcasa 10. Debido al tamaño del molde, hay tres bombas de vacío 18 y tres fuentes de resina 19 para asegurar que el material de fibra en el molde 10 se impregne completamente con la resina. Después de que la cavidad del molde 17 ha sido evacuada, se adquiere una imagen óptica por medio de la cámara 33 del molde 10 y esta se muestra en la pantalla del ordenador 35. Esto se muestra en la Figura 3b. La cámara acústica 32 detecta fuentes de sonido del molde 10 y las superpone en la parte superior de la imagen óptica. Como se muestra en la Figura 3b, los círculos negros 40 y 41 indican que hay fuentes de sonido en la cavidad del molde en esos lugares particulares. Estas fuentes de sonido son el resultado de fugas entre la bolsa de vacío 15 y la superficie del molde 11 de tal manera que el aire fluye en la cavidad del molde produciendo ruido. La unidad de cámara acústica 31 no solo identifica la ubicación del ruido sino que indica también la magnitud del ruido.

Por ejemplo, como se puede observar en la Figura 3b hay dos fuentes de ruido, la fuente 40 en el borde posterior del molde y la fuente 41 en el borde frontal del molde. El tamaño de los círculos indica al operario la gravedad de la

fuga. Por tanto, como se puede observar en la Figura 3b, la fuga identificada con el número de referencia 40 se muestra como un círculo más grande que la fuga identificada con el número de referencia 41 y por lo tanto, el operario sabrá que la fuga identificada con el número de referencia 40 es más importante que la fuga identificada con el número de referencia 41.

Por supuesto, en un entorno de fábrica donde se encuentran los moldes, habrá una gran cantidad de otras fuentes de ruido en lugar de fugas en las cavidades del molde 17. Por ejemplo, existirá ruido causado por el operario y ruido de las bombas de vacío 18. La unidad de la cámara acústica 31 se sintoniza de manera que sea selectiva en frecuencia – mostrando solo las fuentes de sonido en el intervalo de frecuencias que pueden deberse a una fuga en la cavidad del molde 17. Como se ha mencionado anteriormente, el aire que fluye en la cavidad del molde 17 generará un sonido en el intervalo ultrasónico y la unidad de cámara acústica 31 se configura de modo que solo muestre las fuentes de sonido en este intervalo ultrasónico. De esta manera, otras fuentes de sonido, tales como el ruido de las bombas de vacío 18 o del operario no se muestran en la pantalla 45. Esto hace que sea particularmente fácil para el operario identificar las fuentes de fugas en los moldes.

La unidad de cámara acústica 31 identifica las fuentes de fugas en tiempo real, es decir, la imagen acústica generada en una pantalla 35 representará cualquier fuente de sonido que se esté produciendo en el molde en un momento dado. Para facilitar esto, la cámara 33 puede ser una cámara de vídeo para adquirir las imágenes ópticas en tiempo real.

La unidad de cámara acústica 31 puede ahorrar una gran cantidad de tiempo y dinero – las fugas en el molde se pueden identificar de forma extremadamente rápida, junto con su ubicación. Las fuentes de sonido procedentes del molde 10, lo que indica que hay fugas, se pueden localizar con precisión, incluso a distancias de varias decenas de metros. Por lo tanto, como se muestra en la Figura 2, una sola unidad de cámara acústica 31 se puede utilizar para controlar una pluralidad de moldes. En el ejemplo mostrado en la Figura 2 solo se muestran tres moldes, pero el experto en la materia se dará cuenta de que se puede colocar cualquier número de moldes dentro del alcance de la cámara acústica. En un ejemplo particular de la invención, la cámara acústica 32 y la cámara óptica 33 se pueden montar en el techo de una fábrica de modo que se orienten hacia abajo, en vista en planta, sobre todos los moldes de la fábrica.

Una ventaja particular de la unidad de cámara acústica 31 es que en lugar de un operario en busca de fuentes de sonido en cada molde, se puede supervisar una pluralidad de moldes muy grandes simultáneamente posibilitando que un operario identifique rápidamente cualquier fuga.

La Figura 4 es un diagrama de flujo del proceso de detección de fugas. En la etapa 40 se coloca el material de fibra sobre la superficie del molde en una pila 12. Aunque solo una pila de material de fibra 12 se ha descrito, el experto en la materia apreciará que se pueden construir otras formas laminadas, tal como componentes compuestos intercalados con capas exteriores de fibra y un núcleo de nido de abeja, por ejemplo. En la etapa 41, la pila de fibras 12 se cubre con una bolsa de vacío y en la etapa 42 la bolsa de vacío se sella a la superficie del molde para crear la cavidad sellada del molde.

En la etapa 43 la bomba de vacío se opera con el fin de evacuar el aire de la cavidad del molde y formar un vacío eficaz dentro de la cavidad del molde. En la etapa 44 se adquiere una imagen óptica del molde y como se ha señalado anteriormente esto puede hacerse ya sea con una cámara fija o con una cámara de vídeo. En la etapa 45 se detecta cualquier sonido emitido desde el molde con una cámara acústica. La imagen óptica adquirida del molde y el sonido detectado con la cámara acústica se superponen entre sí para formar un mapa acústico en la etapa 46 y esto se muestra en una pantalla para ser supervisado por el operario.

En la etapa 47, el operario determina si hay una fuga de aire del molde y la fuga de aire puede provenir de un orificio en el sellado entre la bolsa de vacío y la superficie del molde o un orificio real en la bolsa de vacío. El operario determina si hay una fuga de aire basándose en cualquier fuente de sonido identificada en el mapa acústico.

Si el operario determina que hay una fuga de aire, la pérdida de aire se debe arreglar volviendo a sellar la bolsa de vacío a la superficie del molde en la etapa 42 (o si se trata de un orificio en la propia bolsa de vacío el orificio se puede reparar). Una vez que el operario confía en que no hay fugas de aire, entonces la etapa de infusión de resina en la cavidad del molde puede comenzar en la etapa 48. Después de la etapa de infusión de resina en la cavidad del molde y en el material de fibra, la resina se cura en la etapa 49 a una temperatura predeterminada y durante un tiempo predeterminado, como es bien conocido en la técnica para formar la pieza de material compuesto.

La etapa de detección de las ondas sonoras emitidas desde el molde con la cámara acústica 32 puede tener lugar ya sea durante o después de la etapa de evacuar el aire de la cavidad del molde. Cuando la bomba 18 está, de hecho, evacuando aire de la cavidad del molde 17 y hay una fuga en el sello, todavía se extraerá aire desde el exterior en la cavidad del molde 17, lo que generará un sonido sibilante que se puede detectar con la cámara acústica.

Como se ha descrito anteriormente, la unidad de la cámara acústica 31 se configura de modo que solo detecta el sonido emitido desde los moldes en una banda de frecuencia particular en el intervalo ultrasónico. Sin embargo, puede haber equipos en la fábrica 30, que emitan también sonidos en el intervalo ultrasónico y, por lo tanto, estos sonidos se representen también en el mapa acústico - y puede hacer que el operario tenga un problema para identificar si hay fugas en el molde cavidad. Para hacer frente a esto, la unidad de cámara acústica 31 puede generar un primer mapa acústico antes de que el aire haya sido evacuado de la cavidad del molde. Este primer mapa acústico incluirá, por tanto, cualquier sonido que emita otro equipo en la fábrica en el intervalo ultrasónico. A continuación, la cavidad del molde 17 se puede evacuar mediante el uso de la bomba de vacío 18 y la unidad de cámara acústica 31 puede generar un segundo mapa acústico después de que la cavidad de molde 17 ha sido evacuada.

El primer y segundo mapas acústicos se pueden comparar y cualquier fuente de sonido identificada tanto en el primer como en el segundo mapa acústico se puede pasar por alto porque no puede ser una fuga de aire, ya que la cavidad del molde no fue evacuada durante la generación del primer mapa acústico. De esta manera, el operario puede identificar fácilmente si hay fugas de aire presentes.

La cámara acústica 32 y la cámara óptica 33 pueden estar lejos del ordenador 34 y la pantalla 35 permitiendo que un operario se encuentre en otra parte de la fábrica distinta de donde se colocan los moldes. Además, la unidad de la cámara acústica 31 puede ser portátil permitiendo que se mueva a diferentes posiciones en la fábrica para supervisar diferentes moldes.

Si bien la invención se ha descrito con referencia a la tecnología de infusión de resina y, en particular, a la tecnología de infusión de resina asistida por vacío utilizando material de fibra seco 12, la invención también es aplicable a otras técnicas de procesamiento de materiales compuestos, tales como el procesamiento de material preimpregnado. En el procesamiento de material preimpregnado, el material de fibra dispuesto en el molde se pre-impregna con la resina y, por tanto, la fuente de resina 19 no es necesaria. Sin embargo, en el procesamiento de material preimpregnado todavía es necesario aplicar una bolsa de vacío 15 sobre el material compuesto y evacuar el aire de la cavidad del molde y por tanto la invención puede detectar también fugas en una técnica de procesamiento de material preimpregnado.

La invención se ha descrito con referencia a la fabricación de una carcasa de pala de aerogenerador. Sin embargo, la invención también es aplicable a la fabricación de otros componentes de material compuesto, incluyendo componentes de aerogenerador tales como el larguero de una pala de aerogenerador, la tapa del larguero de una pala de aerogenerador, la banda de cizallamiento de una pala de aerogenerador o la góndola de un aerogenerador.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una pieza de material compuesto que comprende fibra de material reforzado en un molde (10), comprendiendo el método las etapas de:

depositar material de fibra (12) sobre una superficie de molde (11);
cubrir el material de fibra (12) con una película de vacío (15) para crear una cavidad de molde (17) que contiene el material de fibra y está sustancialmente sellada;
evacuar aire de la cavidad del molde (17); caracterizado por
la detección de si hay una fuga de aire en la cavidad del molde con una unidad de la cámara acústica (31) durante y/o después de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de detectar si hay una fuga de aire detecta la ubicación de una fuga de aire.

3. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la etapa de detectar si hay una fuga de aire comprende:

adquirir una imagen óptica del molde (10);
detectar las ondas sonoras emitidas desde el molde (10) durante y/o después de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde (17);
generar un mapa acústico basado en la imagen óptica adquirida y las ondas sonoras detectadas.

4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de detectar si hay una fuga de aire en la cavidad del molde (17) comprende detectar ondas sonoras emitidas desde el molde (10) en una banda de frecuencia predeterminada.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la banda de frecuencias predeterminada está en el intervalo de frecuencias ultrasónicas.

6. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 4 o 5, en el que la banda de frecuencias predeterminada es de 20 KHz a 50 KHz.

7. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que la etapa de detectar si hay una fuga de aire comprende:

adquirir una imagen óptica del molde (10);
detectar ondas sonoras emitidas desde el molde antes de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde (17);
generar un mapa acústico basado en la imagen óptica adquirida y las ondas sonoras detectadas emitidas desde el molde (10) antes de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde (17);
detectar ondas sonoras emitidas desde el molde (10) durante y/o después de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde (17);
generar un segundo mapa acústico basado en la imagen óptica adquirida y las ondas sonoras detectadas emitidas desde el molde (10) durante y/o después de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde (17); y
comparar el primer y segundo mapas acústicos.

8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de cubrir el material de fibra (12) con una película de vacío (15) comprende:

sellar la película de vacío a la superficie del molde con un elemento de sellado (16).

9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de fibra (12) comprende tejido seco.

10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además la etapa de:

introducir resina sin curar en la cavidad del molde (17) después de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde y, a continuación, curar el material de fibras (12) y la resina para formar la pieza de material compuesto.

11. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el material de fibra (12) comprende un material preimpregnado y el método comprende además la etapa de:

curar el material preimpregnado después de la etapa de evacuar aire de la cavidad del molde (17) para formar la pieza de material compuesto.

12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pieza de material compuesto es un componente de aerogenerador.
- 5 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el componente de aerogenerador es uno de una carcasa de pala, un larguero de pala, un tapa del larguero de la pala o una banda de la pala.
14. Un método de fabricación de una pluralidad de piezas de material compuesto en una pluralidad de moldes (10a, 10b, 10c), fabricándose cada pieza de material compuesto de acuerdo con el método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 10 15. Un método de fabricación de una pluralidad de piezas de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 14, en el que una unidad de cámara acústica (31) detecta si hay una fuga de aire en una pluralidad de moldes (10a, 10b, 10c).
- 15 16. El uso de una cámara acústica (32) para detectar las fugas de aire en la fabricación de piezas de material compuesto con un proceso de moldeo por vacío.
17. Un aparato para la fabricación de una pieza de material compuesto que comprende material reforzado con fibra (12), comprendiendo el aparato:
- 20 un molde (10) que tiene una superficie de molde (11) en el que se deposita material de fibra (12), durante su uso;
una película de vacío (15) para cubrir el material de fibra (12) para crear una cavidad de molde (17) que contiene el material de fibra y está sustancialmente sellada;
una bomba de vacío (18) para evacuar aire de la cavidad del molde (17); caracterizado por
- 25 una unidad de cámara acústica (31) para detectar si hay una fuga de aire en la cavidad del molde (17).

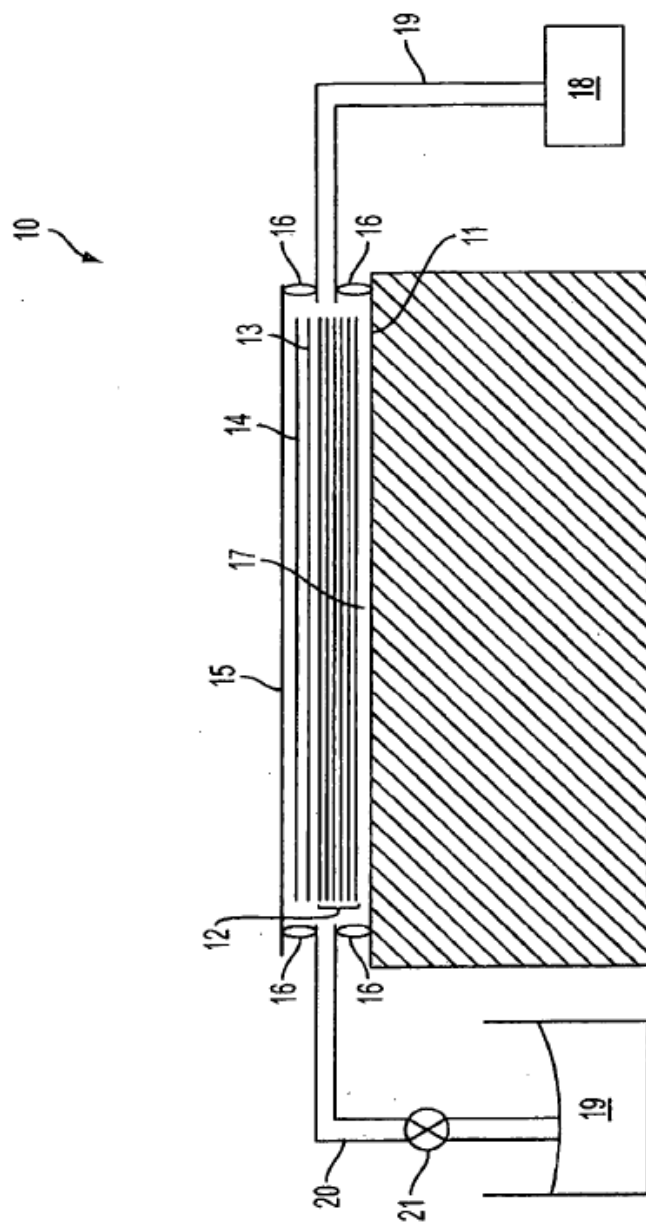


FIG. 1

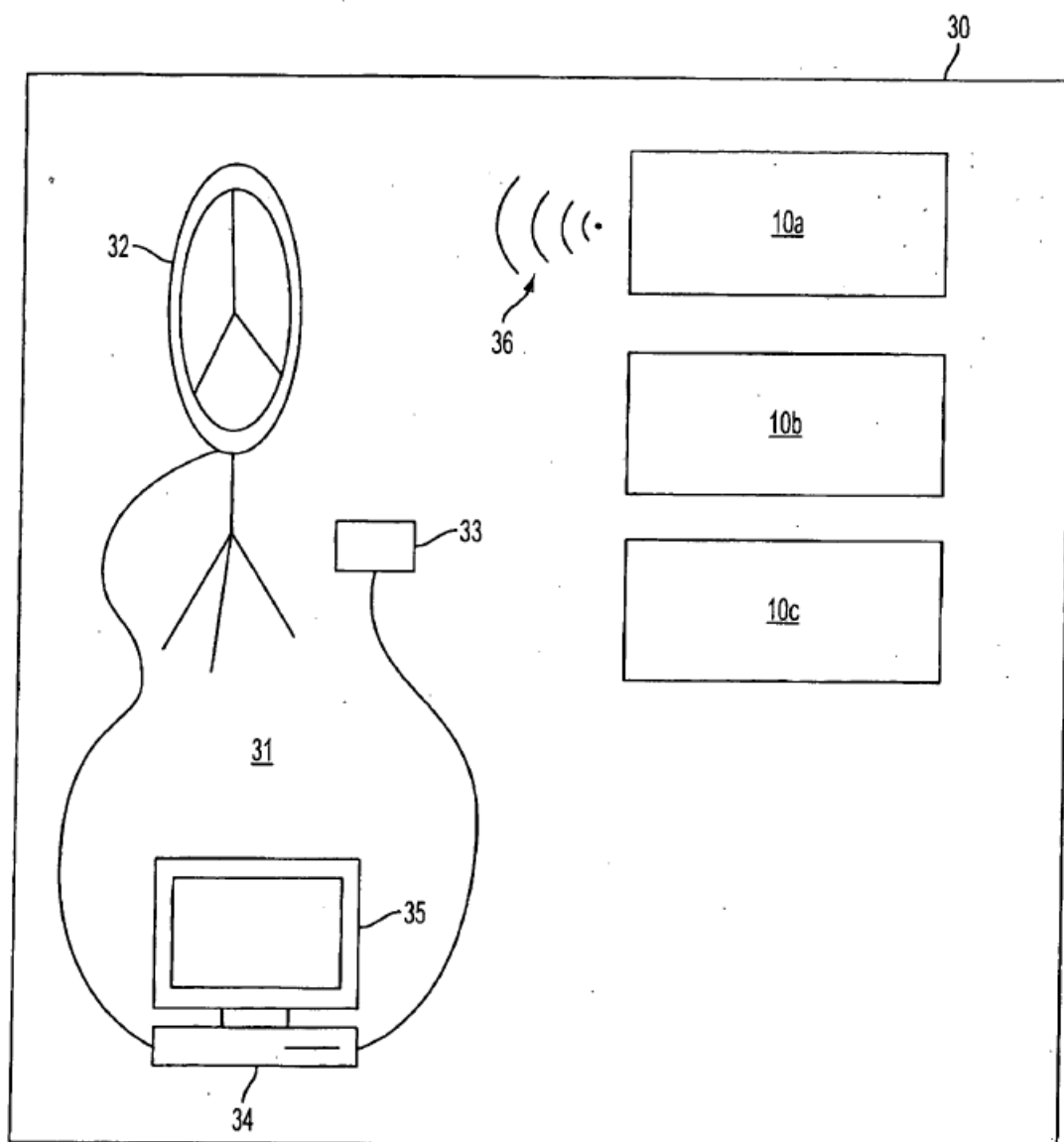


FIG. 2

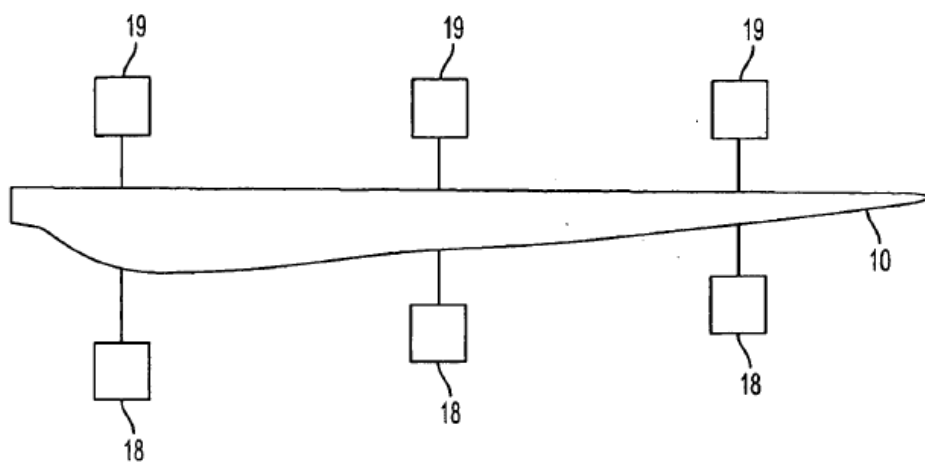


FIG. 3a

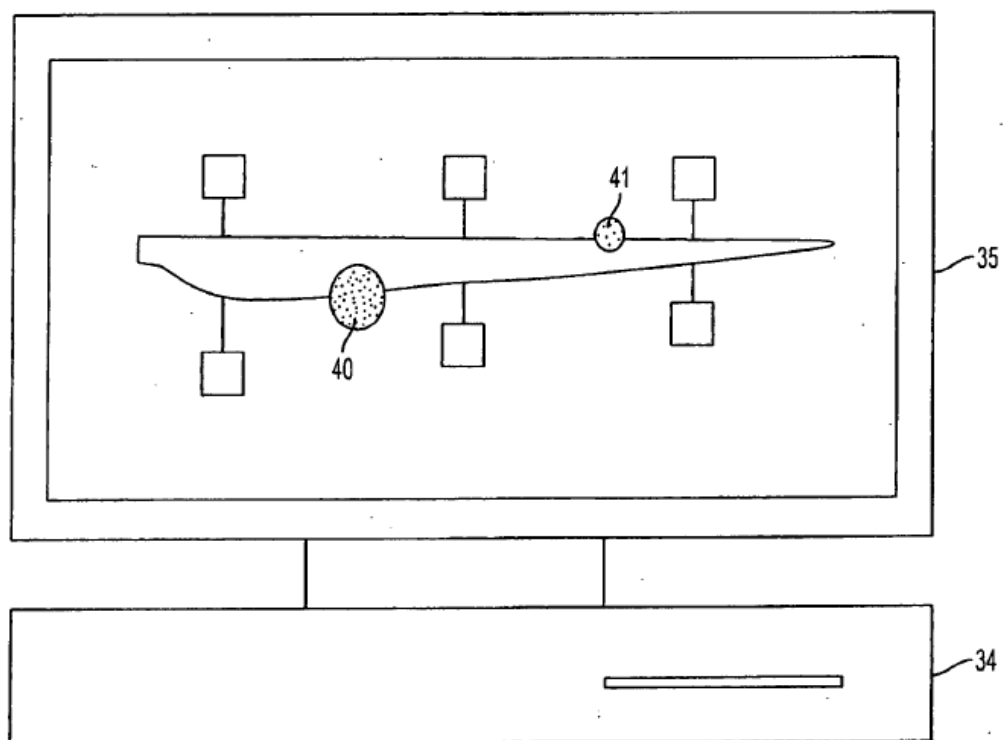


FIG. 3b

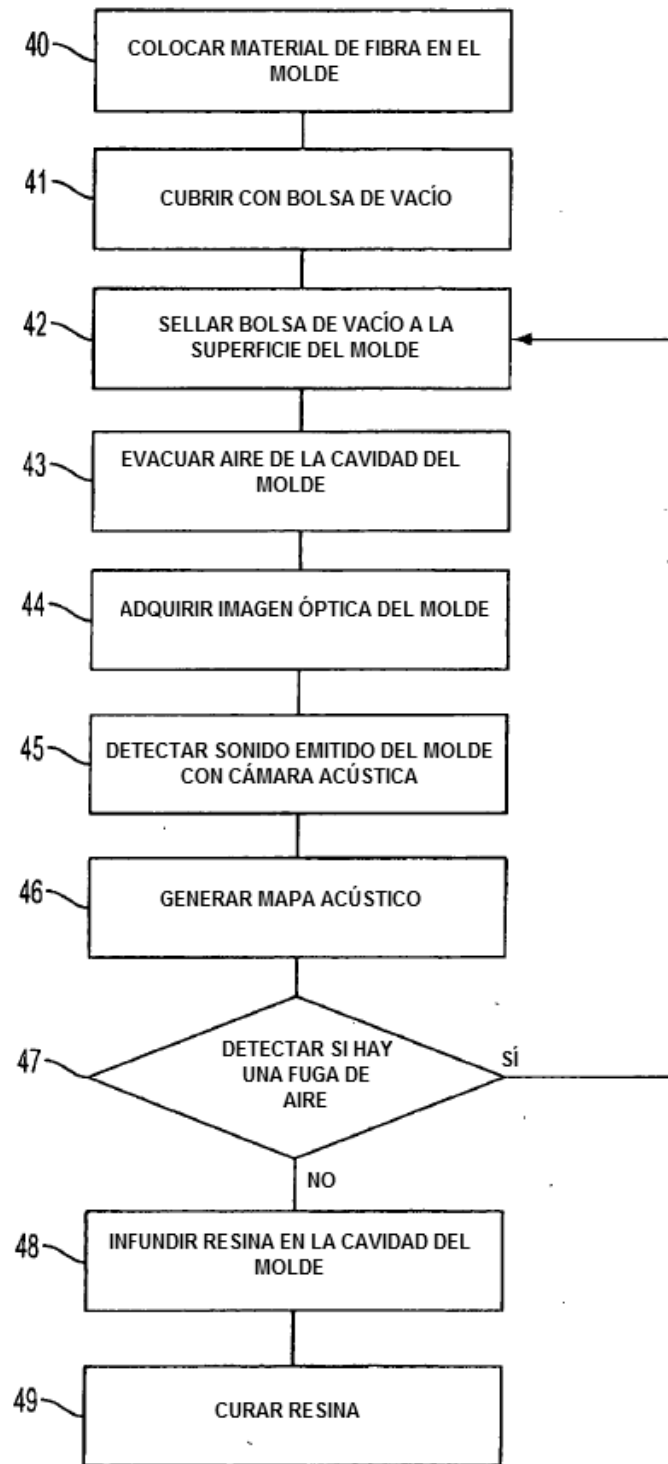


FIG. 4