

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 239**

51 Int. Cl.:

B29C 51/00 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

B29C 65/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2011 PCT/DK2011/050005**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO2011085730**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2011 E 11701604 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016 EP 2523798**

54 Título: **Método de unión de piezas de material compuesto que tienen una matriz termoestable**

30 Prioridad:

13.01.2010 US 294489 P
12.01.2010 DK 201070012

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.05.2017

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

HEDGES, ANDREW y
NIELSEN, KIM SYLVESTER

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 613 239 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 unión de piezas de material compuesto que tienen una matriz termoestable

- 5 La presente invención se refiere a un método para unir entre sí dos componentes de material compuesto. En particular, la presente invención se refiere a la unión entre sí de dos componentes de material compuesto de manera que se minimicen o eviten concentraciones de tensión en la región de unión.

- 10 Cuando se ensamblan componentes de material compuesto grandes, tales como los componentes utilizados en la fabricación de palas de aerogeneradores, a menudo existe el problema de que pueden crearse concentraciones de tensión en la región de unión. Por ejemplo, en una pala de aerogenerador, la sección estructural del larguero puede tener hasta 50 m de longitud y una anchura de hasta 2 metros. Tal larguero puede estar formado en una configuración de caja a partir de cuatro componentes, dos cordones de larguero separados por dos almas cortantes. Los componentes de material compuesto individuales están prefabricados, es decir, son componentes de material compuesto curados y, por lo tanto, rígidos.

- 15 Debido al gran tamaño de los componentes de material compuesto implicados, cada componente de material compuesto individual puede resultar difícil y costoso de moldear con la precisión suficiente para el futuro montaje preciso. Por ejemplo, en una planta de fabricación que tiene una línea de producción, pueden utilizarse muchos moldes para fabricar el mismo componente de material compuesto. Sin embargo, puede haber variaciones entre los diferentes moldes de manera que cuando los componentes de material compuesto deben ensamblarse no son todos idénticos. Esto puede dar como resultado un ajuste menos preciso en una unión, con variaciones en tres dimensiones espaciales.

- 20 Por el estado de la técnica anterior, se conoce superar los problemas anteriores llenando los huecos entre los componentes de material compuesto que van a unirse usando un adhesivo como relleno. Sin embargo, este proceso da como resultado un uso impredecible de adhesivo que puede dar como resultado que la unión tenga una resistencia reducida.

- 25 Por el estado de la técnica anterior, también se conoce ensamblar entre sí los componentes de material compuesto y aplicar una fuerza de sujeción de tal manera que los componentes se ven forzados a unirse entre sí. La fuerza de sujeción elimina cualquier hueco que pueda existir entre los dos componentes y, por consiguiente, da como resultado un uso uniforme de adhesivo. Sin embargo, este enfoque crea una precarga en la unión ya que cada componente de material compuesto tenderá a intentar deformarse a su forma original. Estas precargas dan como resultado tensiones residuales que pueden debilitar estructuralmente la unión.

Es un objetivo de la presente invención crear una unión de material compuesto que no cree tensiones residuales y que pueda tener un uso uniforme y predeterminado de adhesivo.

- 30 El documento WO2009/153341 describe un larguero y un método para fabricar un larguero para una pala de aerogenerador. En particular, describe un método para fabricar un larguero modular.

- 35 El documento DE102005050925 describe un método para formar productos semiacabados termoestables. En particular, se describe cómo puede calentarse un plástico termoestable y después conformarse en un molde de conformación.

- 40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para fabricar una unión de material compuesto a partir de un primer componente de material compuesto curado y un segundo componente de material compuesto curado, comprendiendo los componentes de material compuesto curados primero y segundo elementos de fibra embebidos en una matriz de resina termoestable; comprendiendo el método las etapas de:

- 45 proporcionar un adhesivo sobre al menos uno de los componentes de material compuesto primero y/o segundo; formar una región de unión entre los componentes de material compuesto primero y segundo al poner en contacto los componentes de material compuesto primero y segundo entre sí con el adhesivo entre ellos;
- 50 aplicar una fuerza a la región de unión; y calentar el primer componente de material compuesto en la región de unión a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina termoestable del primer componente de material compuesto.

- 55 La etapa de calentar el primer componente de material compuesto a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina termoestable del primer componente de material compuesto reduce la rigidez del primer componente de material compuesto. Por consiguiente, cuando los dos componentes de material compuesto se someten juntos a una fuerza, el primer componente de material compuesto puede deformarse ligeramente para tener en cuenta cualquier variación de ajuste entre dos componentes de material compuesto. Puesto que el calentamiento del primer componente de material compuesto tiene lugar por encima de la temperatura de transición vítrea, se minimizan o evitan concentraciones de tensión.

Además, puesto que los dos componentes de material compuesto ahora se unirán entre sí sin variaciones de ajuste, puede usarse una cantidad predeterminada de adhesivo para la unión. Esto es importante para mantener un nivel consistente de calidad y ausencia de variación entre muchas uniones elaboradas.

5 Se forma una matriz de resina termoestable a partir de polímeros formadores de red. Cuando se cura la resina, que puede ser bajo calor y vacío, la resina experimenta un aumento de viscosidad y las cadenas poliméricas se reticular y endurecen, de manera que la resina ya no puede fluir. Este cambio no es reversible. Tras curarse la pieza de material compuesto, la resina termoestable tiene una temperatura de transición vítrea característica. Si el componente de material compuesto se calienta por encima de esta temperatura, el componente se ablandará. El componente no se fundirá si se sigue calentando; en su lugar, se deteriorará si las temperaturas aplicadas son demasiado altas. La temperatura de transición vítrea puede establecerse usando el método de termoanálisis dinámico-mecánico (DMTA, por sus siglas en inglés).

10 En uso, la temperatura aplicada puede ser de hasta 70 grados centígrados por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz termoestable. Sin embargo, la temperatura aplicada debería ser inferior a la temperatura a la que se produce la degradación térmica del material compuesto.

La etapa de aplicar una fuerza a la región de unión engloba cualquier medio mediante el cual puedan juntarse los dos componentes de material compuesto. En un ejemplo particular, puede tratarse de una abrazadera.

20 El método puede comprender además la etapa de calentar el segundo componente de material compuesto en la región de unión a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina termoestable del segundo componente de material compuesto. Calentar los dos componentes de material compuesto por encima de la temperatura de transición vítrea permite que los dos componentes de material compuesto se deformen ligeramente de manera que se minimiza cualquier variación de ajuste entre los dos componentes.

25 Puede proporcionarse un larguero para una pala de aerogenerador, comprendiendo el larguero una unión de material compuesto elaborada de acuerdo con el método descrito anteriormente.

30 Puede proporcionarse una pala de aerogenerador que comprenda el larguero.

Puede proporcionarse un aerogenerador que presente al menos una pala de aerogenerador como se ha descrito anteriormente. Tal aerogenerador puede ser una turbina de tres palas de eje horizontal del tipo conocido como "diseño danés".

35 La invención se describirá ahora solo a modo de ejemplo, con referencia a las siguientes Figuras en las que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un larguero para una pala de aerogenerador.

40 La Figura 2 es una vista en sección transversal de un larguero para una pala de aerogenerador.

La Figura 3 es una vista esquemática de una unión de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

45 La Figura 1 muestra un larguero 10 para una pala de aerogenerador (no mostrada). Aunque la invención puede aplicarse a la unión de cualesquiera dos piezas de material compuesto curadas, este ejemplo se describe con referencia a un componente de pala de aerogenerador. El larguero 10 es un elemento estructural que se extiende a lo largo de la longitud de una pala de aerogenerador desde un extremo de raíz de la pala hasta un extremo de punta de la pala. En uso, se fija una carcasa aerodinámica al larguero para crear la pala de aerogenerador.

50 El larguero 10 comprende dos cordones de larguero 11 y dos almas cortantes 12 dispuestas en una forma de caja. Los cordones de larguero 11 están fijados a las carcasas aerodinámicas (no mostradas) y las almas cortantes 12 mantienen la distancia entre los dos cordones de larguero.

55 Los cordones de larguero 11 y las almas cortantes 12 se prefabrican en un molde antes de ensamblarse para formar el larguero 10. En este ejemplo, los cordones de larguero 11 están formados a partir de fibra de carbono embebida en una matriz de resina termoestable y las almas cortantes 12 están formadas a partir de fibra de vidrio embebida en una matriz de resina termoestable. Los cordones de larguero 11 y las almas cortantes 12 se elaboran en un molde y después se curan, de manera que son componentes sólidos antes de ensamblarse para formar el larguero 10. La elaboración de los cordones de larguero 11 y las almas cortantes 12 puede realizarse mediante cualquier método conocido de fabricación de materiales compuestos conocido en la técnica, es decir, usando tecnología de preimpregnado o infusión de resinas.

60 Como se muestra en la Figura 2, las almas cortantes 12 se fijan a los cordones de larguero 11 en una región de unión "J" que se extiende a lo largo de la longitud del larguero. Debido al gran tamaño de los cordones de larguero 11 y las almas cortantes 12, que puede ser de hasta 50 m de longitud, puede haber variaciones en los ajustes de los componentes cuando se ensamblan como se ha descrito anteriormente, lo cual puede crear concentraciones de

tensión en la región de unión "J".

La Figura 3 muestra una vista esquemática de una región de unión de acuerdo con la invención. En este ejemplo, se está uniendo un primer componente de material compuesto curado 13 a un segundo componente de material compuesto curado 14. Debido a la fabricación de los elementos compuestos 13, 14, existen variaciones de ajuste entre las dos piezas, como puede verse de forma exagerada en la Figura 3.

El primer y el segundo componente de material compuesto 13, 14 están dispuestos uno junto al otro en la región de unión y se ha colocado una cantidad predeterminada de adhesivo 15 entre ellos. El adhesivo puede ser, por ejemplo, resina epoxi o poliuretano. La unión se forma al aplicar calor y presión en la región de unión como se indica por las flechas 16 y 17.

Calentar los componentes de material compuesto por encima de la temperatura de transición vítrea (T_g) de la matriz termoestable permite reducir la rigidez del componente de material compuesto. Esto da como resultado la necesidad de menos fuerza para ajustar entre sí los dos componentes de material compuesto. Cuando el componente de material compuesto se ha calentado por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz termoestable, se pueden mover las cadenas poliméricas de la resina termoestable, lo cual relaja las precargas provocadas por la presión necesaria para forzar la unión de los componentes de material compuesto 13, 15. Esto da como resultado una menor probabilidad de una concentración de tensión y permite que se use una cantidad predeterminada de adhesivo.

En esta realización, el primer componente de material compuesto 13 es un cordón de larguero curado formado a partir de fibra de carbono embebida en una matriz de resina epoxi que presenta una T_g de 130 grados centígrados, y el segundo componente de material compuesto 14 es un alma cortante curada formada a partir de fibra de vidrio embebida en una matriz de resina epoxi que presenta una T_g de 60 grados centígrados.

En un primer ejemplo, el segundo componente de material compuesto curado 14 se calienta por encima de la temperatura de transición vítrea de la resina termoestable del segundo componente de material compuesto 14. Se aplica calor como se indica en 17 a una temperatura de 70 grados centígrados. El calor puede aplicarse desde un soplador de aire caliente o una estera de calor. Esta aplicación de calor reduce la rigidez del segundo componente de material compuesto 14, lo cual da como resultado la necesidad de menos fuerza para ajustar entre sí los dos componentes de material compuesto, tal como se ha descrito anteriormente.

En un segundo ejemplo, los dos componentes de material compuesto 13, 14 se calientan por encima de la temperatura de transición vítrea de la resina termoestable de cada componente de material compuesto. Se aplica calor como se indica en 16 a una temperatura de 140 grados centígrados y se aplica calor como se indica en 17 a una temperatura de 70 grados centígrados. En este ejemplo, se reducirá la rigidez de los dos componentes de material compuesto y las abrazaderas, que fuerzan la unión de los componentes 13, 14, pueden determinar la forma final de la unión.

En un tercer ejemplo, se aplica calor solo como se indica en 16 a una temperatura de 140 grados y el calor se transferirá del primer componente de material compuesto 13 al segundo componente de material compuesto 14. Puesto que el calor aplicado es a una temperatura superior a la T_g de las dos resinas termoestables de cada componente de material compuesto, se reducirá la rigidez de los dos componentes de material compuesto.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de una unión de material compuesto a partir de un primer componente de material compuesto curado (13) y un segundo componente de material compuesto curado (14), comprendiendo los componentes de material compuesto curados primero y segundo elementos de fibra embebidos en una matriz de resina termoestable; comprendiendo el método las etapas de:
- 5 proporcionar un adhesivo (15) sobre al menos uno del primer (13) y/o el segundo (14) componente de material compuesto;
- 10 formar una región de unión entre el primer (13) y el segundo (14) componente de material compuesto al poner en contacto los componentes de material compuesto primero y segundo entre sí con el adhesivo (15) entre ellos; aplicar una fuerza a la región de unión; y **caracterizado por**
- 15 calentar el primer componente de material compuesto (13) en la región de unión a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina termoestable del primer componente de material compuesto.
2. Un método de fabricación de una unión de material compuesto de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de calentar el segundo componente de material compuesto (14) en la región de unión a una temperatura por encima de la temperatura de transición vítrea de la matriz de resina termoestable del segundo
- 20 componente de material compuesto.

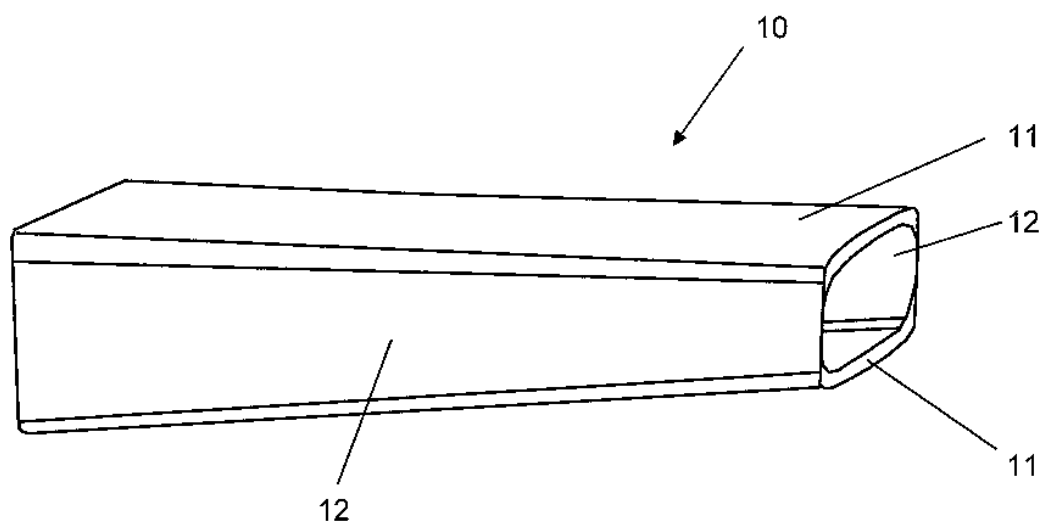


Figura 1

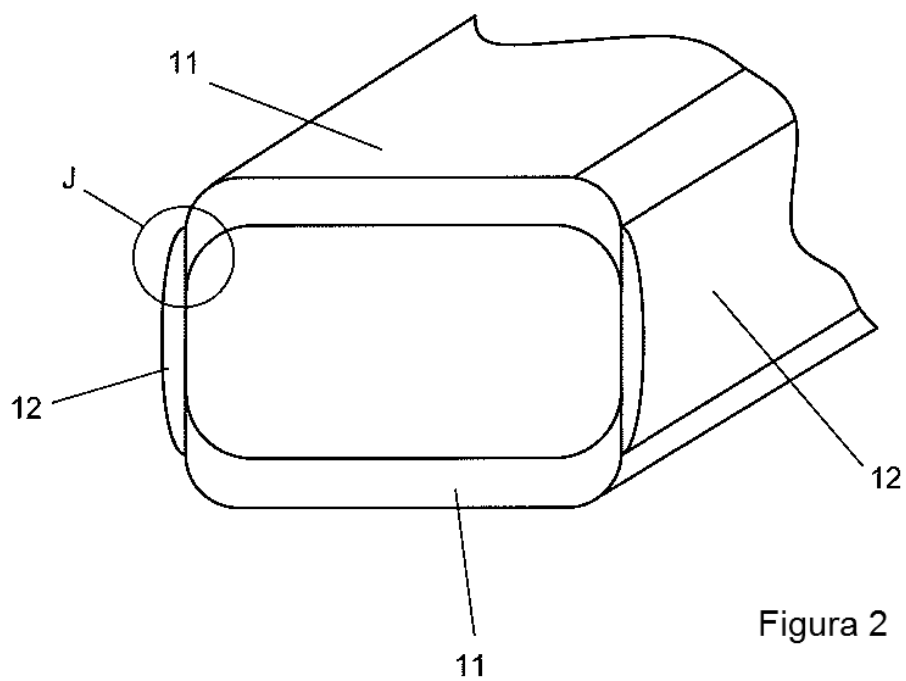


Figura 2

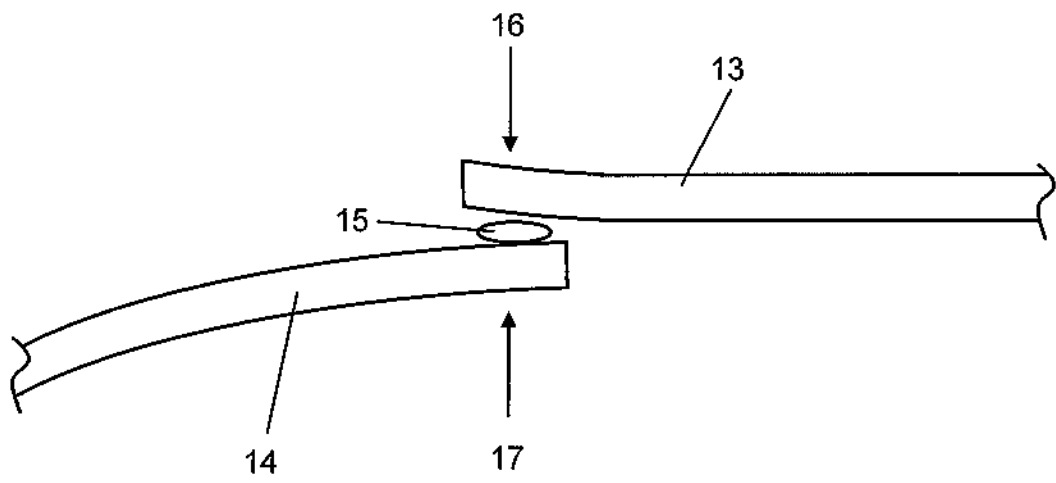


Figura 3