

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 471 374**

51 Int. Cl.:

**B29C 70/38** (2006.01)

**B32B 37/00** (2006.01)

**B29C 35/08** (2006.01)

**B29K 63/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2006 E 06778477 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2050559**

54 Título: **Útil y procedimiento para la fabricación de piezas de materiales compuestos fuera de autoclave**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.06.2014**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS S.L. (100.0%)**  
**Avda. John Lennon s/n**  
**28906 Getafe, Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**BUTRAGUEÑO MARTINEZ, ASUNCIÓN;**  
**SÁNCHEZ GÓMEZ, JOSÉ y**  
**ÁVILA DOMÍNGUEZ, RAFAEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 471 374 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

Útil y procedimiento para la fabricación de piezas de materiales compuestos fuera de autoclave

### **Campo de invención**

5 La presente invención se refiere a un útil y a un procedimiento de fabricación de piezas de materiales compuestos y más en particular, a un útil y un procedimiento de fabricación fuera de autoclave cuyos resultados sean comparables a los procedimientos que incluyen una etapa de curado en autoclave.

### **Antecedentes de la invención**

10 Los materiales compuestos son cada vez más atractivos para una gran variedad de utilizaciones en diversas industrias como la industria aeronáutica, la industrial naval, la industria automovilística ó la industria deportiva debido a su alta resistencia y a su relación resistencia-peso.

Los materiales compuestos más utilizados en dichas industrias son los consistentes en fibras o haces de fibra embebidos en una matriz de resina termoestable o termoplástica, en forma de material preimpregnado ó "preg".

15 Una pieza de material compuesto está formada por una pluralidad de capas de material preimpregnado. Cada capa de material preimpregnado está formada por fibras o haces de fibras que pueden estar entrecruzadas entre sí formando distintos estilos de tejido o que pueden estar orientadas en una sola dirección formando cintas unidireccionales. Estas fibras o haces de fibras se encuentran impregnadas con resinas (ya sean termoestables o termoplásticas) que en muchos casos se encuentran parcialmente polimerizadas.

En la actualidad y principalmente en la industria aeroespacial se utilizan de forma masiva materiales compuestos de matriz orgánica y fibra continua principalmente basados en resinas epoxídicas y fibras de carbono.

20 El uso de este tipo de piezas se ha ido incrementando, especialmente en la industria aeronáutica, hasta alcanzar la situación presente en la que los materiales compuestos de matriz epoxídica y fibra de carbono pueden considerarse la opción más empleada en una gran diversidad de elementos estructurales. Esta situación ha fomentado y sigue fomentando el desarrollo de procedimientos de fabricación capaces de producir elementos con la calidad requerida de una forma repetitiva y con un coste de fabricación adecuado.

25 En lo que concierne a la disposición de capas de material preimpregnado para la "construcción" de una pieza de material compuesto, existen diversos métodos en función de los medios de los que se dispone para su posicionamiento y en particular el apilado manual y el apilado automático.

En el apilado manual, un operario coloca las distintas capas de material preimpregnado con el tamaño y orientación que se requiera.

30 En el apilado automático, un sistema robotizado se encarga de colocar las distintas capas de material preimpregnado con la orientación y posición requerida y cortarlas a una longitud específica.

Dentro del apilado automático existen dos tipos fundamentales en función del material preimpregnado del que se parta y de su ancho al apilarlo:

- ATL ("automatic lay-up"): el sistema robotizado posiciona el material preimpregnado en forma de tiras más o menos anchas para cubrir superficies planas o de curvatura simple.

- FP ("fiber placement"): el sistema robotizado posiciona conjuntos de tiras muy estrechas para cubrir superficies de doble curvatura.

5 El proceso de fabricación de piezas de materiales compuestos a partir de esta pluralidad de capas (laminado) requiere generalmente una compactación para obtener el volumen de fibra deseado y eliminar huecos y aire atrapado del material compuesto y un proceso de curado con el que se consigue el entrecruzamiento de las cadenas poliméricas de la resina que impregna las fibras.

10 Tradicionalmente estas piezas han sido fabricadas mediante la aplicación de presión y vacío como medio de compactación) y la aplicación de calor (como medio para conseguir el entrecruzamiento de las cadenas poliméricas), particularmente en un autoclave en cuyo interior se crea una atmósfera controlada.

El tiempo invertido en la fabricación de la pieza a partir del material preimpregnado es la suma del tiempo invertido en cada uno de los procesos necesarios: apilamiento de las sucesivas capas de material preimpregnado que forman la pieza, aplicación de vacío (como uno de los medios de compactación) y curado de la pieza en el interior de un autoclave bajo la acción de presión (compactación) y calor (entrecruzamiento de cadenas poliméricas). El tiempo total es generalmente elevado y es tanto mayor cuanto mayor sea la complejidad y el número de capas del apilado.

15 Es conocido el documento EP0534092 que describe un proceso para fabricar laminados de fibra que son avanzados en cuanto al curado sustancial in situ mientras la fibra impregnada en resina (en la forma de haces individuales, una banda de haces, o una cinta) se posiciona sobre una pieza de trabajo sobre el mandril mediante el precalentamiento de la fibra para avanzar parcialmente el curado de la resina en la fibra, moldeando la fibra hasta la forma deseada, y apilando la fibra parcialmente avanzada sobre la pieza de trabajo sobre el mandril mientras que simultáneamente se calienta puntualmente la fibra en un área próxima al punto donde la fibra se está posicionando sobre la pieza de trabajo.

25 También se conoce el documento con título "Calentamiento por microondas para la fabricación de termoplásticos de fibra de carbono" de A.C. Lind y otros, que da a conocer un proceso automático de colocación de cintas para laminados de material compuesto. Para calentar rápidamente los materiales compuestos de fibra de carbono el proceso describe un aplicador de microondas.

30 También se conoce el documento US3574040, que describe un aparato para fabricar formas estructurales de laminado mediante el emplazamiento detrusivo controlado y la polimerización de cintas filamentosas tectónicas. El aparato descrito comprende una mesa desplazable para apilar las cintas y la utilización de energía ultrasónica para aplicar presión a dichos laminados.

Otro aspecto a considerar es el alto coste de la fabricación de piezas de materiales compuestos, y en particular el alto coste de la energía requerida por el autoclave.

35 Así pues, la industria demanda constantemente nuevos métodos que permitan la disminución tanto del tiempo como de la energía necesaria para la fabricación de piezas de materiales compuestos.

La presente invención está orientada a la satisfacción de esa demanda.

### **Sumario de la invención**

En un primer aspecto, la invención proporciona un útil para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave de acuerdo con la reivindicación 1.

5 En un segundo aspecto, la invención proporciona un procedimiento para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave de acuerdo con la reivindicación 7.

En un tercer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave de acuerdo con la reivindicación 8.

10 A efectos de la presente invención, se entiende por material compuesto cualquier material de matriz orgánica (epoxídica, bismaleimida, poliimida, fenólica, vinylester...) y fibras continuas de refuerzo (carbono, cerámica, vidrio, orgánica, poliaramida, PBO...).

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue de una realización ilustrativa de su objeto en relación con las figuras que se acompañan.

### **Descripción de las figuras**

15 La Figura 1 es una vista esquemática del cabezal del útil objeto de la presente invención.

Las Figuras 2 y 3 muestran vistas esquemáticas en perspectiva del útil objeto de la presente invención.

### **Descripción detallada de la invención**

20 En la realización preferente ilustrada en las Figuras, el útil 9 objeto de la presente invención comprende una mesa de apilado 11 con una superficie superior 13 que incluye una zona con la forma de la pieza a fabricar y un cabezal 15 soportado en un pórtico 17. La mesa 11 incluye medios que permiten que la superficie superior 13 se desplace a lo largo de la misma y que gire entorno a un eje situado en su parte central y el pórtico 17 incluye medios para que el cabezal 15 se desplace a lo ancho de la mesa 11.

El cabezal 15 incorpora:

25 - Medios automáticos para la colocación de cintas 19 de material compuesto en forma de prepreg que incluyen una bobina de material preimpregnado 31, una unidad de cuchillas guiadas 33, un rodillo calefactado compactador 35 y una bobina de papel separador 37.

- Medios de compactación de las capas de prepreg, incluyendo un rodillo de compactación 39 calefactado y/o refrigerado y una unidad de compactación por ultrasonidos 41.

- Medios de emisión de microondas 25.

30 El útil 9 está estructurado de manera que, por un lado, pueda situar el cabezal 15 a distintas alturas sobre la mesa 11 y, por otro lado, pueda activar todos o parte de los mencionados medios. Así, por ejemplo, el útil 9 puede estar configurado para que los medios automáticos de colocación de cintas 19, los medios de compactación y los medios

de emisión de microondas 25 estén activados lo que sucederá normalmente durante el apilado de la pieza ó bien el útil puede estar configurado para que estén activos únicamente los medios de emisión de microondas 25 lo que sucederá cuando se quiera proceder a operaciones individuales de curado de la pieza.

5 Por su parte, el útil 9 está estructurado de manera que pueda cambiarse la disposición de los mencionados medios para que puedan actuar en distinto orden.

En ese sentido, una posible disposición sería aquella en la que el orden de actuación fuera el siguiente: en primer lugar los medios automáticos de colocación de cintas, en segundo lugar los medios de compactación y en tercer lugar los medios de emisión de microondas 25. En este caso, los medios de emisión de microondas curan la capa que está en curso de apilado.

10 En una disposición alternativa, el orden de actuación sería el siguiente: en primer lugar los medios de emisión de microondas 25, en segundo lugar los medios automáticos de colocación de cintas y en tercer lugar los medios de compactación. En este caso, los medios de emisión de microondas curan la capa situada bajo la que está en curso de apilado.

15 Las prestaciones de los distintos componentes del útil 9 y en particular la potencia requerida del emisor de microondas 25 variarán en función de las características de la pieza a fabricar y muy particularmente de su espesor. Por ello, el emisor de microondas 25 debe ser lo suficientemente flexible como para trabajar a distintas potencias como para poder variar la potencia emitida a lo largo del proceso de curado del material.

De acuerdo con la invención, se indican seguidamente algunas características de una realización preferente del útil 9:

- 20
- Velocidad máxima de apilado (velocidad máxima a la que se puede mover el cabezal 15): 70 m/mín.
  - Potencia del emisor de microondas 25 comprendida entre 0.1 kW y 10 kW.
  - Frecuencia de la unidad de compactación por ultrasonidos 41 comprendida entre 20kHz y 40kHz.

Una importante ventaja de la presente invención es que el útil 9 puede llevar un único panel de control de los distintos medios mencionados lo que simplifica su manejo y control.

25 Se describe a continuación el procedimiento objeto de la presente invención que tiene como finalidad el utilizar combinadamente distintas técnicas para la fabricación de una pieza de material compuesto en un proceso "fuera de autoclave" y, en particular, las siguientes:

- 30
- FP ó ATL para el apilado del material compuesto.
  - Ultrasonidos para obtener una compactación adecuada entre las distintas capas de material compuesto.
  - Microondas para conseguir el entrecruzamiento de las cadenas poliméricas del material compuesto.

En una primera realización el procedimiento objeto de la presente invención se lleva a cabo como sigue:

La fabricación de la pieza comienza con la colocación de la primera capa de material. En esa operación, utilizando, por ejemplo, el útil 9 descrito anteriormente, el prepreg situado en la bobina 31 pasa a través de un sistema de

cuchillas 33 hacia el rodillo compactador 35 que lo posiciona sobre la superficie superior 13 de la mesa de apilado 11. El papel separador que acompaña al prepreg se enrolla en la bobina 37. A continuación, el rodillo de compactación 39 y la unidad de ultrasonidos 41 realizan operaciones de compactación sobre la cinta de prepreg 19 colocada sobre la mesa de apilado 11. Tras ello, se cura el material en un determinado grado utilizando el emisor de microondas 25. Esa operación se lleva a cabo, desplazando convenientemente el cabezal 15 del útil 9, hasta que se coloca, compacta y cura parcialmente todo el material correspondiente a una capa de la pieza.

Esa capa no puede quedar totalmente curada ya que debe tener cierta pegajosidad para que se coloque adecuadamente sobre ella la siguiente capa.

La siguiente capa se colocará de manera similar a la primera (ATL ó FP, rodillo compactador, US) y la actuación del emisor de microondas 25 ocasionará la curación parcial de la segunda capa y también de la primera.

La colocación de distintas capas ocasionará pues ciclos de curado sucesivos de las capas anteriores hasta llegar al grado de curado requerido. Finalmente, para conseguir un curado adecuado de la última capa se requiere que tras su colocación se lleve a cabo un ciclo de curado específico mediante la actuación del emisor de microondas 25.

En un ejemplo de ejecución del procedimiento se ha apilado cinta de prepreg de 80 mm de ancho con un cabezal de ATL a una velocidad de 2m/mín., la frecuencia de la unidad de compactación ha sido 20 kHz y la potencia del emisor de microondas 0,1 kW.

En una segunda realización el procedimiento objeto de la presente invención el curado de las distintas capas se llevaría a cabo una vez terminado el apilado.

Así pues, si se utilizase el útil 9, las distintas capas que formarán la pieza se apilan de la misma manera descrita anteriormente y se compactan una a una con el rodillo calefactor 39 y la unidad de compactación por ultrasonidos 41.

Una vez apiladas todas las capas de material compuesto con el tamaño y orientación adecuadas, se procede a su curado, utilizando el emisor de microondas 25, dando las pasadas necesarias con el cabezal 15 hasta conseguir la polimerización deseada de las cadenas poliméricas.

25

**REIVINDICACIONES**

1.- Útil (9) para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave, comprendiendo:

a) una mesa de apilado (11) que tiene una superficie superior (13) desplazable, con la forma de la pieza a fabricar;

5 b) un cabezal (15) desplazable sobre dicha mesa de apilado (11), dotado de los siguientes medios:

b1) medios automáticos para la colocación de cintas (19) ó mechas de material compuesto en forma de prepreg;

b2) medios de compactación del material compuesto donde dichos medios de compactación incluyen un rodillo (39) y una unidad de ultrasonidos (41) y la velocidad máxima de apilado es de 70 m/min y la frecuencia de los ultrasonidos de la unidad de compactación (41) está comprendida entre 20 kHz y 40 kHz;

b3) medios de emisión de microondas (25) para curar el material compuesto en el que la potencia del emisor de microondas (25) está comprendida entre 0.1 kW y 10 kW.

2.- Útil (9) para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave según la reivindicación 1, caracterizado porque está estructurado de manera que los desplazamientos del cabezal (15) y la superficie superior (13) de la mesa de apilado (11) permiten el apilado de la pieza deseada.

3.- Útil (9) para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave según la reivindicación 2, caracterizado porque está estructurado de manera que la superficie superior (13) puede rotar alrededor de un eje situado en el centro de la misma y desplazarse a lo largo de la mesa de apilado (11), y el cabezal (15) puede desplazarse a todo el ancho de la mesa de apilado (11).

4.- Útil (9) para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave según las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque el cabezal está estructurada de tal forma que puede configurarse con cualquier estado de operatividad de los medios mencionados.

5.- Útil (9) para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave según las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el cabezal está estructurado de manera que pueda modificarse el orden de acción de los medios mencionados.

6.- Útil (9) para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave según las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque el cabezal está estructurado de manera que pueda modificarse la distancia entre los medios mencionados.

7.- Procedimiento para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave, comprendiendo las siguientes etapas:

a) Colocar material compuesto en forma de cintas o mechas de prepreg sobre un útil con la forma de la pieza a fabricar, compactándolo y curándolo parcialmente seguidamente a su colocación hasta completar una capa

## ES 2 471 374 T3

de la pieza en donde un rodillo compactador (39) y una unidad de ultrasonidos (41) llevan a cabo las operaciones de compactación y un emisor de microondas (25) lleva a cabo el curado parcial por medio de la aplicación local de calor después de la colocación del material compuesto;

b) Repetir la etapa a) hasta completar el apilado de la pieza;

5 c) Curar, hasta el grado de curado requerido, la última capa de la pieza.

en el cual la velocidad de apilado máxima es de 70 m/mín., la potencia del emisor de microondas (25) está comprendida entre 0.1 kW y 10 kW y la frecuencia de la unidad de compactación por ultrasonidos (41) está comprendida entre los 20 kHz y los 40 kHz.

10 8.- Procedimiento para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de autoclave, comprendiendo las siguientes etapas:

a) Colocar material compuesto en forma de cintas o mechas de prepreg sobre un útil con la forma de la pieza compactándolo seguidamente a su colocación hasta completar una capa de la pieza en el que un rodillo compactador (39) y una unidad de ultrasonidos (41) lleva a cabo las operaciones de compactación;

b) Repetir la etapa a) hasta completar el apilado de la pieza;

15 c) Curar la pieza mediante la aplicación local de calor sobre su superficie con un emisor de microondas;

en el que la máxima velocidad de apilado es 70 m/mín., la potencia del emisor de microondas (25) está comprendida entre 0.1 kW y 10 kW y la frecuencia de la unidad de compactación por ultrasonidos (41) está comprendida entre 20 kHz y 40 kHz.

20 9.- Un proceso para la fabricación de piezas de material compuesto fuera de un autoclave, de acuerdo con la reivindicación 7 caracterizado porque para un ancho del prepreg de 80 mm la velocidad de apilado es de 2 m/min, la frecuencia de la unidad de compactación es de 20 kHz y la potencia del microondas es de 0.1 kW.



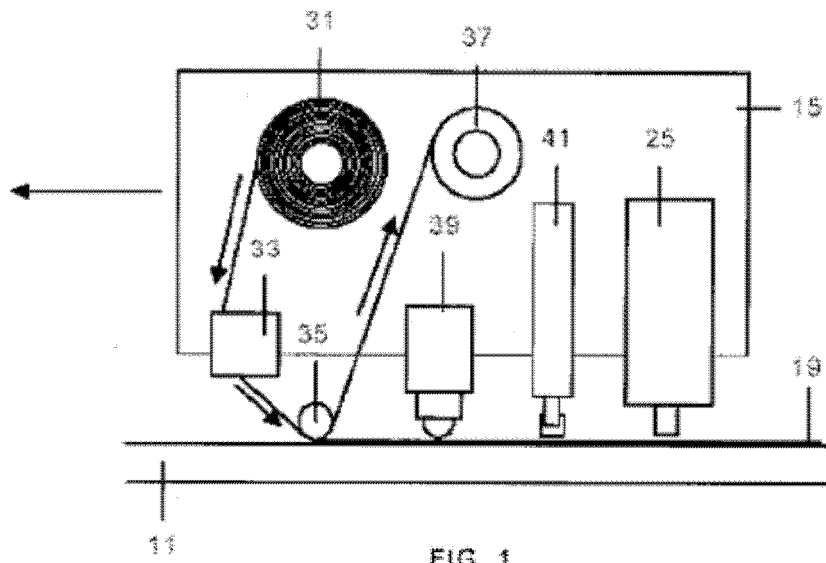


FIG. 1

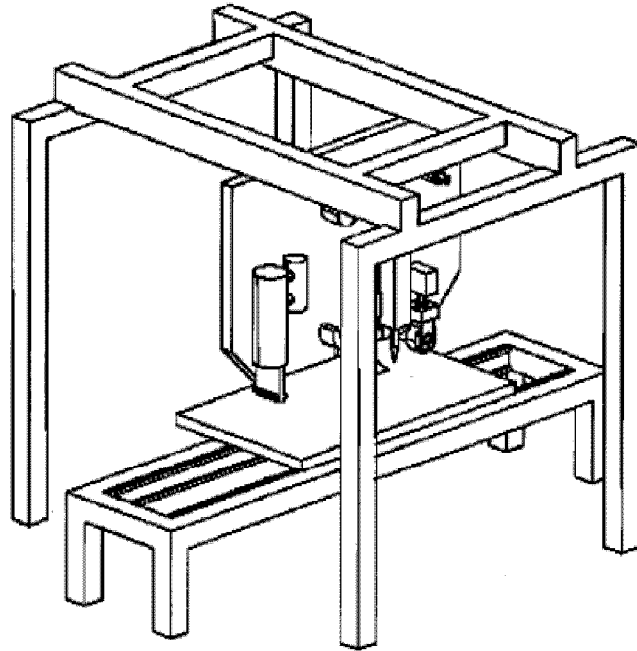


FIG. 2

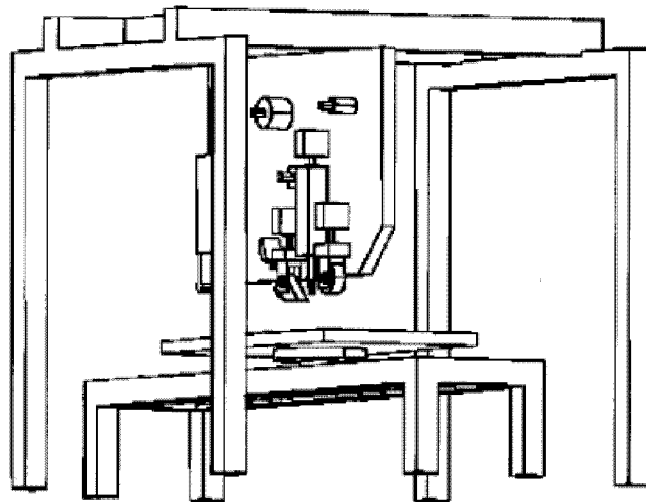


FIG. 3