

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 509**

51 Int. Cl.:

**B29C 73/12** (2006.01)

**B29C 73/10** (2006.01)

**B29C 73/32** (2006.01)

**B29L 31/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2011 E 11160028 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2371523**

54 Título: **Un método para reparar partes de material compuesto de una aeronave**

30 Prioridad:

**29.03.2010 IT TO20100238**

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

**28.10.2015**

73 Titular/es:

**ALENIA AERMACCHI S.P.A. (100.0%)  
Piazza Monte Grappa 4  
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**CACACE, PIERLUIGI y  
GALLO, NICOLA**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 549 509 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**

Un método para reparar partes de material compuesto de una aeronave

5 La presente invención se refiere a la reparación de partes de aeronave de material compuesto. La expresión "material compuesto" se entiende que significa una resina termoendurecible curada reforzada con fibra que se usa ampliamente para producir la llamada "piel externa" de la aeronave, en particular el fuselaje, las alas y las unidades de cola. Más generalmente, la invención es aplicable a la reparación de paneles, vigas, conos delanteros (o radomos) y conos traseros.

10 Hasta ahora, en la mayoría de los casos, los defectos de fabricación tales como las líneas de encolado discontinuas o zonas con porosidad excesivamente alta se reparaban aplicando exclusivamente un vacío dentro de una bolsa de vacío. Durante estas operaciones de reparación, un parche impregnado en resina hecho de fibra de carbono (o fibra de vidrio o alguna otra fibra, dependiendo del tipo de material compuesto que va a repararse) se aplica en primer lugar sobre la parte defectuosa del panel, disponiendo entremedias una hoja adhesiva. Se colocan una capa de cobertura térmica y una bolsa de vacío encima de manera que compriman el parche contra el panel y evacúen el aire que prevendría la correcta compresión. Las reparaciones llevadas a cabo usando solo un vacío (a baja presión) son la causa de alta porosidad (que produce propiedades mecánicas peores) y una línea de encolado de calidad insatisfactoria.

15 Se ha propuesto reparar cuerpos de material compuesto usando un autoclave portátil de manera que se obtengan, debido a la presión ejercida por el autoclave, reparaciones de mejor calidad; el uso de estos autoclaves está limitado debido a que no pueden aplicarse directamente sobre una aeronave o sobre otras estructuras de material compuesto grandes. Estos autoclaves requieren de hecho la introducción dentro de ellos de la parte que va a repararse y, por tanto, no pueden usarse para reparar paneles de gran tamaño. Los autoclaves son además muy caros.

20 Anteriormente se han diseñado cajas presurizadas, pero estas requirieron un sistema de fijación externo con el fin de seguir unidas al panel; las cajas se sellan sobre una bolsa de vacío, pero la fijación al panel, además de no ser fácil de adaptar a diferentes situaciones, produce una carga inaceptable sobre las partes. Por tanto, estas cajas nunca han encontrado una aplicación práctica.

25 El documento US 6435242 B1 desvela un método de reparación como se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

30 El objetivo de la presente invención es vencer las limitaciones del estado de la técnica tratadas anteriormente y, específicamente, realizar reparaciones estructurales de alta calidad tanto sobre paneles planos, cóncavos o convexos como sobre otras partes de forma variable, por ejemplo, vigas, conos delanteros o radomos, conos traseros, etc.

35 Este objetivo, junto con otros objetivos y ventajas que se entenderán más claramente más adelante, se logran según la invención por un método como se define en las reivindicaciones adjuntas.

40 Varias realizaciones preferidas, pero no limitantes, del método según la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos que se acompañan en los que:

45 la figura 1 es una vista esquemática en corte transversal de un dispositivo de reparación portátil aplicado a un panel plano;

la figura 2 es una vista, similar a la figura 1, de un dispositivo de reparación portátil aplicado a un panel curvo; y

50 la figura 3 es una vista en corte transversal que muestra esquemáticamente un dispositivo de reparación portátil aplicado a una parte angular.

Con referencia a las figuras 1 y 2, 10 designa un panel hecho de material compuesto que está compuesto por una resina termoendurecible curada reforzada con fibras, normalmente pero no exclusivamente fibras de carbono o de vidrio. El panel 10 forma parte de la superficie externa de una aeronave.

55 El panel 10 tiene dos lados opuestos 11, 12, uno de los cuales tiene una zona dañada o defectuosa 13. Un parche 14 hecho de fibra preimpregnada con una resina termoendurecible curable (material preimpregnado) se coloca sobre esta zona. El tipo de fibra y resina del parche se elige en cada caso de manera que sea compatible con las fibras y la resina de la que está hecha el panel que va a repararse. Una película de separación 15 del tipo comúnmente usado en la tecnología para la producción de partes de fibra de carbono de material compuesto, por ejemplo, un película de FEP, una capa de calentamiento no rígida 16 (por ejemplo, una capa de cubierta térmica) y una capa de ventilación o de respiración 17, preferentemente hecha de poliéster o fibra de vidrio, se depositan una tras otra sobre la parte superior del parche 14.

60 Una tira de masilla de sellado adhesiva (es decir, cinta de sellado para bolsas de vacío) 18 o algún otro elemento de sellado en bucle cerrado se coloca sobre la superficie del panel alrededor de la zona dañada de manera que rodee la capa de respiración 17. Entonces, una primera unidad de un dispositivo portátil según la invención se coloca sobre la

capa de respiración. Esta unidad está compuesta de una membrana flexible estanca al aire 19, que cubre continuamente el área entera rodeada por el elemento de sellado 18, y una cámara inflable 20 que, cuando se presuriza, ejercerá una presión contra la membrana 19 de manera que presione el parche 14 contra la zona dañada/defectuosa del panel. En la realización preferida mostrada, la cámara inflable 20 consiste en el ensamblaje compuesto de la membrana 19 y un cuerpo cóncavo 21 que está superpuesto sobre la membrana 19 y herméticamente unido a la misma, por ejemplo, por medio de encolado, o por medio de vulcanización, o usando otros métodos diferentes, de manera que se forme un cámara inflable herméticamente sellada 20.

En el ejemplo mostrado en las figuras 1 y 2, el cuerpo cóncavo 21 es un domo hecho de material de tipo caucho u otro material flexible y provisto de una válvula 22 para introducir aire a presión en la cámara 20, en este ejemplo mediante el cuerpo cóncavo 21. El cuerpo cóncavo 21 está preferentemente hecho de caucho sintético o natural que tiene, incrustado o incorporado en su interior, en otro modo fibras o hebras o hilos de tela de refuerzo 25 que mantienen el cuerpo cóncavo 21 sustancialmente inextensible. El refuerzo interno 25 comprende preferentemente fibras de carbono o de Kevlar, fibras de vidrio, fibras vegetales o alambres metálicos.

Con el fin de transportar la presión de la cámara presurizable 20 sobre la membrana 19, el cuerpo cóncavo 21 según los ejemplos ilustrados aquí incluye una capa doble de material de tipo caucho, cuya capa interna 23 tiene una pestaña base periférica 24 que está plegada en una dirección central o hacia adentro hacia la zona que va a repararse. La tela de refuerzo 25 está dispuesta entre las dos capas de material de tipo caucho de manera que se limite la deformación de las mismas en la condición presurizada y se transfiera eficazmente el empuje de la presión del aire contra la membrana 19. El refuerzo 25 puede consistir en una o más capas, dependiendo del nivel de presurización que va a aplicarse.

Una válvula de succión o válvula de vacío 26 localizada en una posición fuera de la cámara 20 pasa a través de la membrana 19 con el fin de crear el vacío en el espacio 27 definido entre la propia membrana 19, el lado 11 del panel y el sellado 18. El vacío que así se crea en este volumen comprime el parche 14 contra la zona dañada 13 del panel. Se ejerce una presión adicional por el aire presurizado dentro de la cámara 20.

Al mismo tiempo que la aplicación de la presión dentro de la cámara 20 y el vacío dentro del espacio 27, el parche de material preimpregnado 14 se calienta por medio de la tapa de cobertura térmica 16, provocando el curado de la resina contenida en el parche que así se integra dentro del panel, combinándose con el mismo en la zona dañada y reparándolo. Los modos usados para la aplicación del calor y la presión requerida para el curado de la resina no son por sí mismos relevantes para los fines de entendimiento de la invención y, por tanto, no se describirán aquí.

El dibujo adjunto muestra una realización particular de la invención en la que se realiza la reparación de un panel bastante fino (por ejemplo, con un espesor de 4,0 mm). Con el fin de prevenir que las presiones y el vacío aplicado durante la etapa de reparación bombeen o deformen excesivamente de otro modo un panel fino, se ha elegido ejercer una contrapresión sobre el lado sin dañar 12, siendo esta contrapresión adecuada para compensar las tensiones que actúan sobre el lado dañado o defectuoso 11. Una capa de respiración 17a, rodeada por un elemento de sellado 18a (preferentemente una tira de una masilla de sellado adhesiva) y cubierta por una segunda membrana estanca al aire flexible 19a que forma parte de una segunda unidad del dispositivo, se aplica contra el lado 12 en una configuración sustancialmente simétrica con respecto al panel. Esta segunda unidad incluye otra membrana 21a, que está asociada a una tela de refuerzo 25a, se une a la segunda membrana flexible 19a y se sella perimetralmente sobre la última de manera que forme una segunda cámara presurizable 20a en la que el aire presurizado se introduce mediante una válvula de entrada 22a. Ambas membranas 19a, 21a son atravesadas por una válvula de succión o válvula de vacío 26a por medio de las que se crea un vacío dentro del espacio 27a definido entre el lado 12 del panel, la membrana y el sellado 18a. Este vacío mantiene la cámara 20a en posición contra el lado 12 del panel. La presión presente dentro de la cámara 20a se opone a la presión que actúa contra el lado opuesto 11 y previene el abombamiento del panel 10.

Pruebas experimentales llevadas a cabo por el solicitante han mostrado que la acción de compresión adicional obtenida por la cámara presurizada 20 se triplica en comparación con la que puede obtenerse con los métodos convencionales que prevén solo la aplicación de una bolsa de vacío. Con el fin de verificar la eficacia del presente método, se aplicó una celda de carga (no mostrada) entre la membrana 19 y la zona del panel que iba a repararse. El vacío se aplicó en primer lugar mediante la válvula 26, pero sin presurizar la cámara 20. La carga medida bajo un vacío por la celda de carga fue 0,022 kN debido al efecto de la presión atmosférica sobre la membrana 19. Cuando se aplicó una presión de 3,2 atmósferas a la cámara 20, la celda de carga midió una carga de 0,75 kN, que actuaba sobre el parche 14, valor que es más del triple del primer valor detectado sin presurización.

Según una realización preferida de la invención, el espacio despresurizado 27, que se define por el elemento de sellado en bucle cerrado 18, se extiende sobre una superficie con un área al menos tres veces la de la cámara inflable 20. La gran área de esa superficie, que es proporcional a la fuerza con la que la presión atmosférica mantiene el dispositivo presionado contra la superficie que va a repararse, permite obtener niveles de alta presurización dentro de la cámara inflable 20. La máxima presión dentro de la cámara 20 está limitada, en la práctica, solo por la resistencia a la tracción del cuerpo cóncavo 21 con el refuerzo interno 25.

Puede entenderse que la presente invención logra un cierto número de ventajas. La compresión lograda por la cámara presurizable produce reparaciones de una calidad comparable a aquellas obtenidas en un autoclave, con la diferencia de

- que la invención permite realizar las reparaciones directamente sobre la aeronave (*in situ* en el aeródromo), sin tener que desmontar la parte que va a repararse. Los costes se reducen drásticamente en comparación con el uso de un autoclave. Debido a la flexibilidad de la membrana 19 y el cuerpo cóncavo de tipo caucho 21 y la pestaña perimetral 24, el dispositivo portátil puede aplicarse a la base del cuerpo 21, adaptándolo no solo a superficies planas, sino también a superficies curvas (que pueden ser igualmente de bien cóncavas o convexas) o superficies con otras formas que son moderadamente complejas, como se muestra, por ejemplo, en la figura 3. Con el fin de adaptar de la mejor manera posible el cuerpo cóncavo 21 a la superficie de la parte que va a repararse, al menos la parte de base del cuerpo 21, es decir, la parte más próxima a la membrana 19, debe ser flexible.
- 5
- 10 En vista de la alta calidad de la reparación, el número de hilos adicionales que forman el parche puede reducirse. Debido al efecto adhesivo producido por el vacío aplicado, no se requieren medios de protección externos con el fin de mantener el dispositivo portátil contra el panel que va a repararse. Esto reduce los costes y el riesgo de daño adicional al panel durante el transcurso de la propia reparación. Finalmente, la invención es aplicable a paneles de cualquier tamaño que van a repararse.
- 15
- 20 Se entiende que la invención no se limita a la realización descrita e ilustrada aquí, pero debe considerarse como un ejemplo; la invención puede, en su lugar, someterse a modificaciones en términos de forma y dimensiones, disposición de partes y materiales usados. Por ejemplo, la invención es aplicable usando, como alternativa a un cuerpo en forma de domo de caucho, un recipiente presurizable hecho de material rígido, a condición de que pueda transferir la presión de compresión a la membrana que actúa sobre el parche de reparación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de reparación de un área (13) sobre una superficie (11) de una parte de material compuesto (10) de una aeronave, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 a) aplicar un parche de fibra (14) preimpregnado con resina curable sobre el área (13) que va a repararse;
- b) aplicar sobre el parche (14) una cobertura calefactora (16) y una membrana estanca al aire (19) y aplicar un elemento de sellado en bucle cerrado (18) sobre la superficie (11) que rodea el área (13) que va a repararse;
- 10 c) calentar el parche por medio de la cobertura calefactora y aplicar un vacío entre la membrana y la superficie (11) de manera que se produzca la compresión del parche contra la superficie (11) mientras que se presuriza una cámara inflable (20) que actúa contra la membrana (19) de manera que se presiona el parche (14) contra el área (13) que va a repararse, en el que la etapa de presurizar la cámara inflable se lleva a cabo presurizando un cuerpo cóncavo (21) de caucho herméticamente unido a la membrana (19), incorporando el cuerpo cóncavo un refuerzo inextensible interno (25), y en el que la etapa de aplicación de vacío incluye la succión del aire a través de una válvula (26) que pasa a través de la membrana (19) en una posición externa a la cámara inflable (20), de manera que se crea un vacío en un espacio (27) definido entre la membrana (19), la superficie (11) y el elemento de sellado (18);
- 15 c) caracterizado porque el espacio despresurizado (27), que está delimitado por el elemento de sellado en bucle cerrado (18), se extiende sobre una superficie con una área al menos tres veces la de la cámara inflable (20).
2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa b) de aplicar un elemento de sellado en bucle cerrado (18) incluye aplicar una tira de masilla de sellado adhesiva o cinta de sellado para bolsas de vacío (18).
- 25 3. Un método según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la etapa (b) incluye disponer una tras otra, encima del parche (14):
- 30 una película de separación (15),  
dicha cobertura calefactora (16), y  
una capa de respiración (17);
- 35 y porque dicho elemento de sellado en bucle cerrado (18) se coloca sobre la superficie del panel alrededor de la zona dañada de manera que rodea la capa de respiración (17).
4. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque, simultáneamente a la presurización de la cámara (20) contra la superficie (11), se aplica una contrapresión sobre la superficie opuesta (12) de la misma parte (10), inyectando aire presurizado en una segunda cámara inflable (20a) aplicada contra la superficie opuesta (12) en una posición sustancialmente simétrica con respecto a la cámara (20).
- 40 5. Un método según la reivindicación 4, caracterizado porque la etapa de aplicar la contrapresión va precedida de las etapas de:
- 45 aplicar un segundo elemento de sellado en bucle cerrado (18a) sobre la superficie (12) opuesta a la superficie (11) que va a repararse, rodeando un área de la superficie opuesta (12) situada al nivel del área (13) que va a repararse;
- 50 aplicar una segunda membrana estanca al aire (19a) sobre el segundo elemento de sellado (18a), en la que la segunda membrana (19a) forma parte de la segunda cámara inflable (20a);
- 55 aplicar un vacío en un segundo espacio (27a) definido entre la superficie opuesta (12) de la parte (10), la segunda membrana (19a) y el segundo elemento de sellado (18a), de manera que el vacío en el segundo espacio (27a) mantiene la segunda cámara (20a) presionada contra la superficie opuesta (12).
6. Un método según la reivindicación 5, caracterizado porque los dos elementos de sellado (18, 18a) se aplican simétricamente sobre superficies opuestas (11, 12) con respecto a la parte (10).
- 60 7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el método se aplica a la parte (10) sin desensamblar esta última de la aeronave.

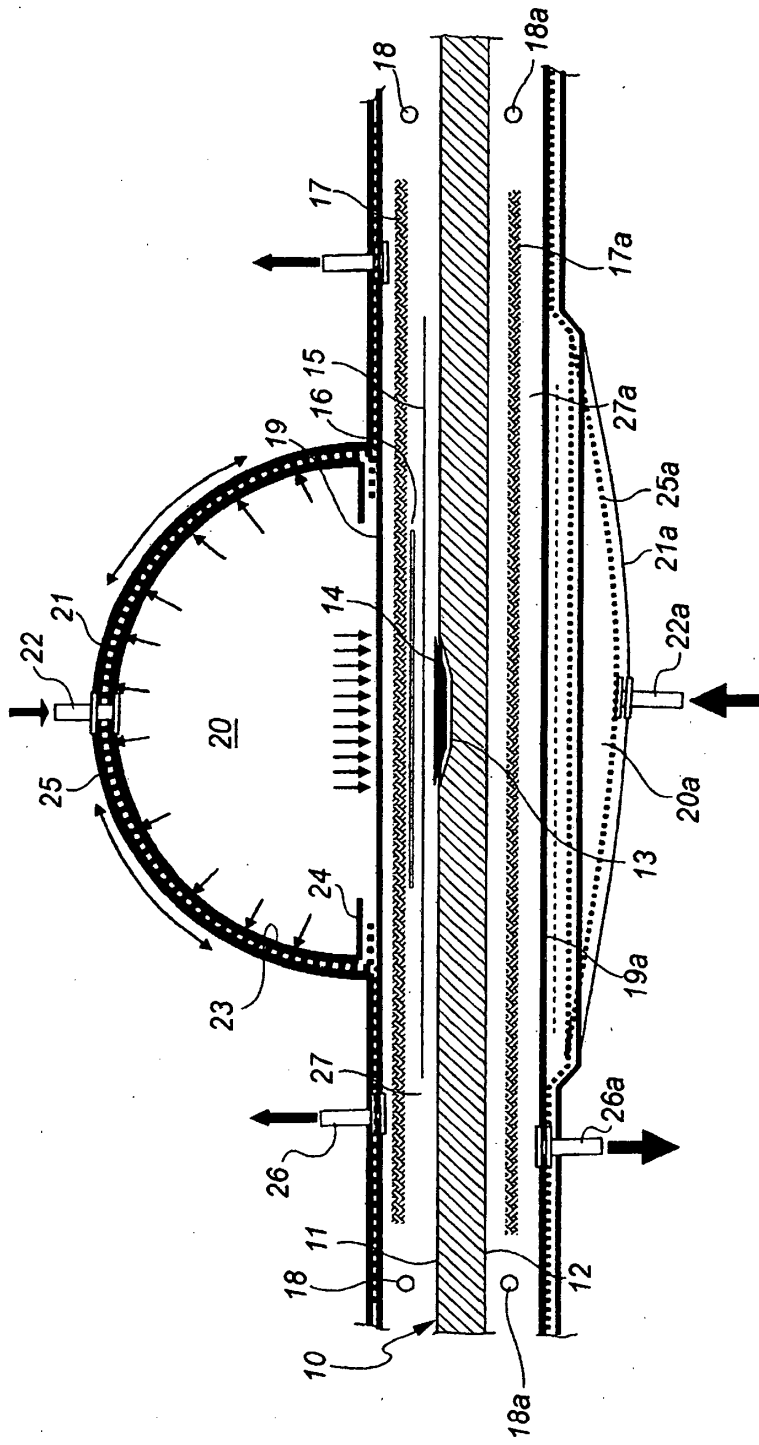


Fig.1

