

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 979**

51 Int. Cl.:

B29C 70/86 (2006.01)

G01N 1/00 (2006.01)

B32B 37/00 (2006.01)

B29C 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2013 E 13382058 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2769834**

54 Título: **Un laminado curado artificialmente defectuoso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.09.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

ARANA HIDALGO, ALBERTO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 583 979 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 laminado curado artificialmente defectuoso

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a estructuras de materiales compuestos y más en particular a probetas para analizar la influencia de la presencia de defectos de delaminación en laminados de materiales compuestos.

Antecedentes de la invención

Los laminados de materiales compuestos están hechos con capas individuales que se unen entre sí a una cierta temperatura formando un laminado consolidado. Cada capa está compuesta de una mezcla de fibras y resina. La resina fluye dentro y entre las capas antes de llegar a su temperatura de curado.

10 Los laminados de materiales compuestos se utilizan ampliamente en la industria aeronáutica así como en otras industrias.

15 El documento US 2010/0170746 A1, referido a un "material compuesto estructural con propiedades mejoradas de amortiguación acústica y de vibración", describe un material compuesto que comprende una capa no tejida que tiene una hoja intercalada viscoelástica, que puede estar situada en ella en mitad de la capa. Se describe el uso de muestras de ensayo con una doble capa de película de liberación de politetrafluoroetileno (PTFE) situada en el plano medio del laminado entre la hoja intercalada viscoelástica y la capa de cinta inmediatamente adyacente a ella.

20 El documento EP 2363271 A1, referido a "un componente en capas que comprende material de liberación entre las capas", describe un material compuesto que comprende capas, que pueden ser preimpregnadas. Los elementos de película se proporcionan entre al menos dos capas que sean adyacentes. Los elementos de película están hechos de un material de liberación que inhibe la adhesión entre las regiones de la resina en los lados opuestos de los elementos de película respectivos y se distribuyen al azar. Los elementos de película proporcionan unas zonas de delaminación dentro del componente. El componente puede ser una pieza de ensayo para evaluar el comportamiento del material frente a la delaminación. El comportamiento frente a la delaminación causada por los elementos de película puede tener un propósito útil, por ejemplo para el control de las regiones de un componente en las que se produce la delaminación a 25 continuación de eventos tales como el impacto de aves en un aspa de ventilador de un motor de turbina de gas.

30 El documento US 5142141 A, referido a "red de medición del crecimiento de grietas con fibras ópticas primarias de derivación", describe materiales compuestos laminados para la fabricación de componentes de aeronaves en los que las unidades de medición de grietas pueden incrustarse entre las capas del material compuesto durante la fabricación. Cuando están incrustadas, la salida óptica puede ser usada para medir tensiones en los componentes que incluyen el detector. La unidad de medición puede ser distribuida en una capa interna de un componente durante la fabricación, y se pueden construir capas adicionales en la parte superior de la unidad de medición. Una fibra óptica incrustada puede ser llevada a la superficie para las conexiones de tal manera que no debilite el componente de material compuesto y 35 evite la micro-flexión de la fibra.

Durante la fabricación de laminados de materiales compuestos aparecen defectos debidos a la contaminación del material, a la variabilidad de los parámetros de fabricación o a otras causas.

La separación de las capas (también llamada delaminación o despegado) es uno de dichos defectos.

40 Para evaluar la validez de una pieza de material compuesto con defectos de delaminación es necesario llevar a cabo ensayos estructurales en probetas que incluyen defectos de delaminación generados artificialmente (es decir en laminados artificialmente defectuosos).

La técnica anterior enseña el uso de probetas con una capa de politetrafluoroetileno (PTFE) (ya sea una capa plana o una capa doblada) dentro del laminado con la forma y el tamaño de los típicos defectos de delaminación encontrados durante la fabricación para permitir la evaluación del efecto de tales defectos en la pieza real. Se usa una capa doblada cuando se busca una cierta desunión entre las capas.

- 5 Un inconveniente de esta técnica es que una capa plana o una capa doblada puede sufrir desviaciones durante la fabricación de la probeta debido a la reducida pegajosidad del material compuesto no curado en relación con el material no adherente y también al efecto producido por el rodillo en procesos de fabricación automatizados que tiende a mover la capa plana o a desdoblar la capa doblada.

La presente invención está dirigida a la solución de dicho inconveniente.

10 **Sumario de la invención**

Es un objeto de la presente invención proporcionar un laminado curado artificialmente defectuoso apropiado para ser usado de acuerdo con la reivindicación 7 como una probeta para simular los defectos reales de delaminación que se producen de forma natural en la fabricación de una pieza de material compuesto para realizar pruebas y evaluar la influencia de esos defectos en la integridad estructural de la pieza.

- 15 Es otro objeto de la presente invención proporcionar métodos de fabricación de dicho laminado curado artificialmente defectuoso.

En un aspecto, estos y otros objetos se consiguen con un laminado curado artificialmente defectuoso de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende una pluralidad de capas de un material compuesto y un inserto de un material anti-adherente entre dos de dichas capas para simular un defecto de delaminación que comprende al menos dos capas de un material anti-adherente (preferiblemente PTFE) de diferente tamaño, estando situada la más pequeña debajo de la más grande, dispuesto para evitar que la resina de las capas del material compuesto pueda fluir entre las capas del material anti-adherente durante la etapa de curado del laminado. Una doble capa (o una multi-capas) de un material anti-adherente material garantiza una total separación entre las capas del material compuesto, incluyendo una cierta porción de aire atrapado, para simular una delaminación producida de forma natural durante la fabricación de una pieza de material compuesto.

Ventajosamente, el espesor de las capas de material anti-adherente es menor que el espesor de las capas de material compuesto.

En otro aspecto, los objetos mencionados anteriormente se consiguen con un método de fabricación de acuerdo con la reivindicación 4 de un laminado curado artificialmente defectuoso de un material compuesto que incluye un inserto interior de un material anti-adherente para la simulación de un defecto de delaminación que comprende etapas de: a) apilar un primer grupo de capas de un material compuesto; b) aplicar calor local en el área de la última capa sobre la que se colocará dicho inserto para aumentar su pegajosidad; c) colocar sobre la última capa del primer grupo, una sobre otra, una primera y una segunda capas de un material anti-adherente que forman el inserto, siendo la primera capa más pequeña que la segunda capa; d) apilar un segundo grupo de capas de un material compuesto; e) curar el laminado resultante de la etapa d).

Aunque no hay una garantía completa de la ubicación del inserto en el lugar deseado en el laminado, el diferente tamaño de las capas anti-adherentes y el pre-calentamiento del laminado subyacente reducen el riesgo.

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

40 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un laminado curado artificialmente defectuoso de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista esquemática en sección transversal de los componentes utilizados para la preparación del inserto incluido en un laminado curado artificialmente defectuoso de acuerdo con una realización, que no es parte de la invención reivindicada.

5 Las Figuras 3a, 3b, 3c, 3d y 3e son vistas esquemáticas en planta de los componentes utilizados para la preparación del inserto incluido en un laminado curado artificialmente defectuoso de acuerdo con una realización, que no es parte de la invención reivindicada.

Las Figuras 4a y 4b son vistas en planta del inserto incluido en un laminado curado artificialmente defectuoso de acuerdo con una realización, que no es parte de la invención reivindicada, en dos etapas de su preparación.

10 Las Figuras 5a y 5b son vistas esquemáticas del inserto incluido en un laminado curado artificialmente defectuoso de acuerdo con una realización, que no es parte de la invención reivindicada, ilustrando la formación del sello adhesivo entre las capas de un material anti-adherente.

Descripción detallada de la invención

15 La Figura 1 muestra un laminado artificialmente defectuoso 11 que comprende varias capas 12a, 12b, ..., 12f de un material compuesto y un inserto 15 para la simulación de un defecto de delaminación colocado entre las capas 12c y 12d. La ubicación del inserto 15 en el laminado 11 se define de manera que se adapte al defecto a ser simulado (que puede ser un defecto interno o superficial).

El inserto 15 puede adoptar cualquier forma, aunque las formas más comunes para simular defectos reales son formas cuadradas y circulares, con tamaños variables para hacer frente a la gravedad del defecto a ser simulado.

20 Las Figuras 2, 3a a 3c, 4a, 4b muestran el apilado 13 utilizado para la preparación de un inserto 15 de acuerdo con una realización, que no es parte de la invención reivindicada, que comprende:

- Una base protectora y una cubierta protectora comprendiendo una capa de papel 31 capaz de resistir el calor (el papel de soporte de las cintas de preimpregnado ha demostrado ser eficaz) y una capa de material anti-adherente 29 que evite que pueda adherirse a la capa de papel 31 algún flujo de adhesivo.

25 - Dos capas rectangulares de un material antiadherente 21a, 21b, tal como PFTE, con cuatro agujeros rectangulares 17 en sus bordes que tienen un espesor menor que el espesor de las capas de material compuesto 12a, 12b, ... 12f.

- Cuatro piezas rectangulares de película adhesiva 27 para cubrir los agujeros 17. La dimensión de esas piezas debe ser justo la suficiente para cubrir los agujeros.

30 Una vez que el apilado 13 está preparado sobre una superficie de trabajo como se ilustra en las Figuras 2 y 4a (un medio apilado), se aplica calor sobre el mismo de modo que el adhesivo fluya a través de los agujeros 17 entre las dos capas 21a, 21b (ver Figura 5a) para formar un sello adhesivo como un remache (ver Figura 5b) de modo que las dos capas de un material antiadherente 21a, 21b se puedan soldar durante la etapa de curado del laminado 11.

El inserto 15 evita que la resina de las capas de material compuesto 12a, 12b, ..., 12f pueda fluir entre las capas de material antiadherente 21a, 21b durante la fase de curado del laminado 11.

35 El número y dimensiones de los agujeros 17 se seleccionan para permitir la soldadura de las capas anti-adherentes 21a y 21b. El tamaño debe ser tal que no perturben el laminado 11 en un área comparable con el espesor de cada capa de material compuesto y con una distancia suficiente entre los puntos de soldadura para no se influyan mutuamente. El tamaño de los agujeros 17 puede ser del orden de 1 mm² y el tamaño de las piezas de película adhesiva 27 un poco más grande, del orden de 2 mm².

5 Las piezas de película adhesiva 27 deberán ser de un material compatible con el material compuesto de las capas 12a, 12b, ..., 12f del laminado 11. Por ejemplo, para un material termoplástico reforzado con carbono, el material de las piezas de película adhesiva 27 puede ser un adhesivo epoxi. El adhesivo deberá ser capaz de reducir su viscosidad con la aplicación de calor antes mencionada sin curar. Esto permite el flujo del adhesivo y un espesor reducido de la capa de adhesivo en el laminado curado que no afecta el perfil de capas del laminado.

Después de la aplicación de calor se retiran la base protectora y la cubierta protectora y el inserto 15, ilustrado en la Figura 4b, está listo para ser utilizado en el proceso de fabricación del laminado artificialmente defectuoso 11. El inserto 15 se coloca sobre la capa 12c del laminado 11 después de haberle aplicado calor para aumentar su pegajosidad, facilitando, por lo tanto, que la colocación de la siguiente capa no mueva el inserto 15.

10 En otra realización, que no es parte de la invención reivindicada, las dos capas de un material anti-adherente 21a, 21b con cuatro agujeros rectangulares 17 en sus bordes y las cuatro piezas rectangulares de película adhesiva 27 con una dimensión adecuada para cubrir los agujeros 17 se colocan directamente sobre la capa 12c del laminado 11 de modo que el desbordamiento inferior del adhesivo de las piezas de película adhesiva 27 alcance la capa 12c, asegurando la fijación de las dos capas de material antiadherente 21a, 21b entre sí y a la capa 12c.

15 Como en la realización anterior, el inserto 15 evita que la resina de las capas de material compuesto 12a, 12b, ..., 12f pueda fluir entre las capas de un material anti-adherente 21a, 21b durante la fase de curado del laminado 11.

En otra realización de acuerdo con la invención, dos capas de un material antiadherente 21a, 21b (sin piezas de película adhesiva entre ellos) de un tamaño distinto, se colocan directamente sobre la capa 12c después de haber aplicado calor en ella para aumentar su pegajosidad.

20 Entre otras, la invención tiene las siguientes ventajas:

- El inserto 15 no se mueve cuando se coloca la siguiente capa de material compuesto 12d.

- Las dos capas de material antiadherente 21a, 21b pueden ser selladas gracias a la adición de adhesivos que evitan su separación cuando se coloca la capa de preimpregnado.

25 El laminado curado artificialmente defectuoso 11 según la invención puede ser utilizado como una probeta para la realización de pruebas estructurales destinadas a analizar la influencia del defecto causado por el inserto 15 en la integridad estructural del laminado 11 como en la técnica anterior. A este respecto, son bien conocidas técnicas no destructivas de ensayo (por ejemplo la inspección ultrasónica) para confirmar el tamaño y la ubicación del inserto 15 antes de ensayar la probeta.

30 Aunque se ha descrito la presente invención en conexión con varias realizaciones, puede apreciarse a partir de la descripción que pueden hacerse varias combinaciones de elementos, variaciones o mejoras en ellas y que están dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un laminado curado artificialmente defectuoso (11) que comprende una pluralidad de capas de un material compuesto (12a, 12b, ..., 12f) y un inserto (15) de un material anti-adherente entre dos de dichas capas para simular un defecto de delaminación, caracterizado porque el inserto (15) comprende dos capas de un material anti-adherente (21a, 21b) de diferente tamaño, estando situada la más pequeña debajo de la más grande, dispuestas para evitar que la resina de las capas de material compuesto (12a, 12b, ..., 12f) pueda fluir entre ellas durante la etapa de curado del laminado.
2. Un laminado curado artificialmente defectuoso (11) según la reivindicación 1, en el que el espesor de las capas de un material anti-adherente (21a, 21b) es menor que el espesor de las capas de material compuesto (12a, 12b, ..., 12f).
- 10 3. Un laminado curado artificialmente defectuoso (11) según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que dicho material anti-adherente es politetrafluoroetileno (PTFE).
4. Un método de fabricación de un laminado curado artificialmente defectuoso (11) de un material compuesto que incluye un inserto interior de un material anti-adherente para la simulación de un defecto de delaminación, que comprende pasos de:
- 15 a) apilar un primer grupo de capas de material compuesto (12a, 12b, 12c);
- b) aplicar calor local en el área de la última capa (12c), sobre la que se colocará dicho inserto (15) para aumentar su pegajosidad;
- 20 c) colocar sobre la última capa (12c) del primer grupo, una sobre otra, una primera y una segunda capas de un material anti-adherente (21a, 21b) que forman el inserto (15), siendo la primera capa (21a) más pequeña que la segunda capa (21b).
- d) apilar un segundo grupo de capas de un material compuesto (12d, 12e, 12f);
- e) curar el laminado resultante de la etapa d).
5. Un método de fabricación según la reivindicación 4, en el que el espesor de las capas de un material anti-adherente (21a, 21b) es menor que el espesor de las capas de material compuesto (12a, 12b, ..., 12f).
- 25 6. Un método de fabricación según la reivindicación 5, en el que dicho material anti-adherente es politetrafluoroetileno (PTFE).
7. Uso de un laminado curado artificialmente defectuoso (11) según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, como una probeta para la realización de ensayos estructurales destinados a analizar la influencia del defecto causado por dicho inserto (15) en la integridad estructural del laminado.

30

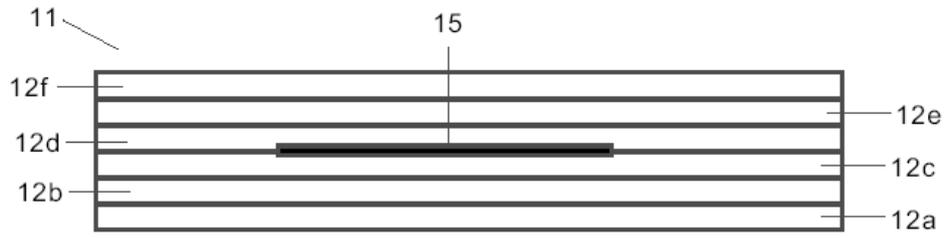


FIG. 1

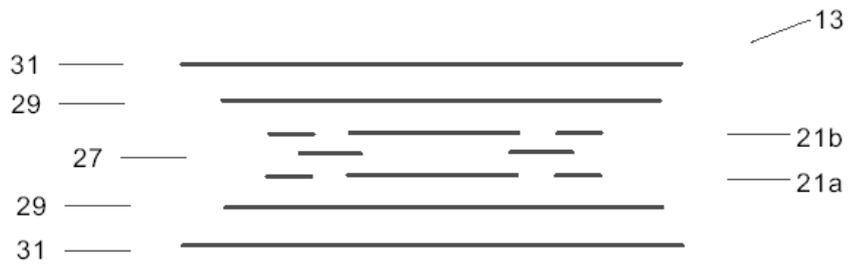


FIG. 2

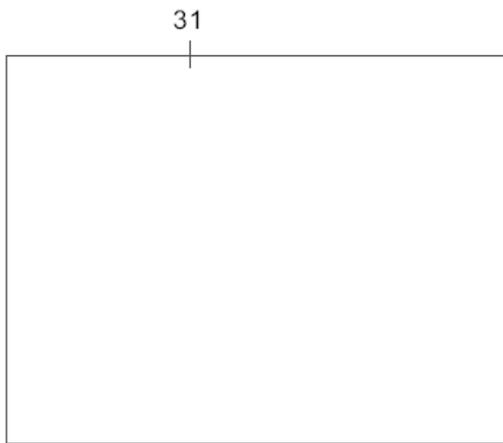


FIG. 3a

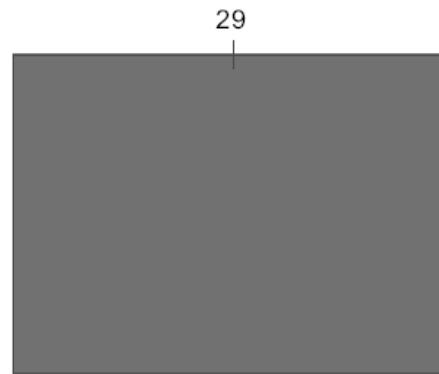


FIG. 3b

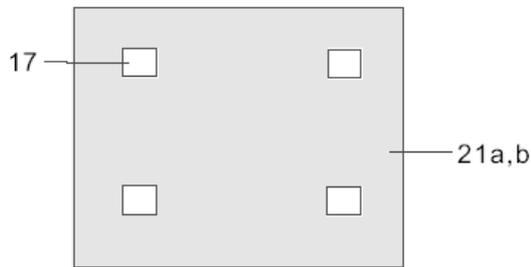


FIG. 3c



FIG. 3d

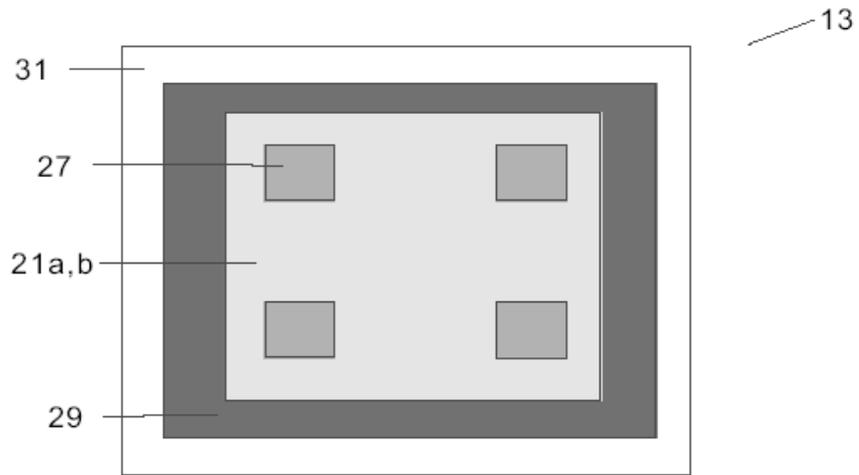


FIG. 4a

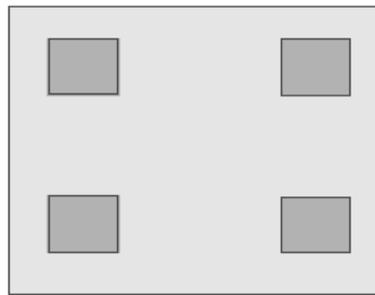


FIG. 4b

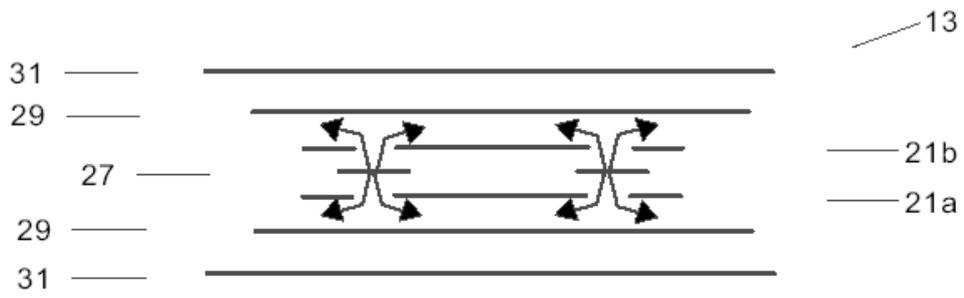


FIG. 5a

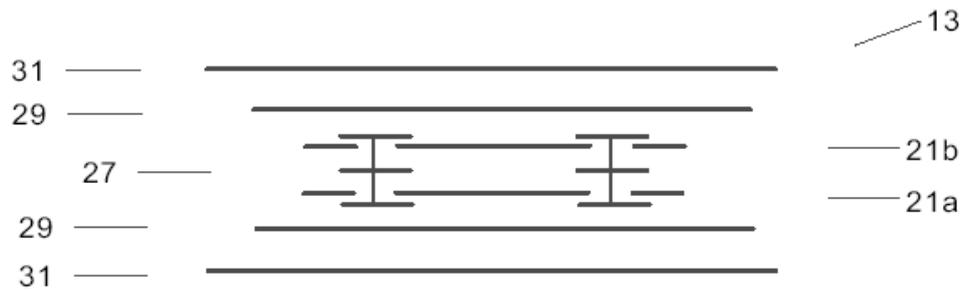


FIG. 5b