



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 279 930**

51 Int. Cl.:  
**B32B 27/00** (2006.01)  
**C08J 5/24** (2006.01)  
**B29C 70/44** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03078237 .9**  
86 Fecha de presentación : **14.10.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1524106**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **20.04.2005**

54

Título: **Procedimiento de formación de una estructura compuesta.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.09.2007**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.09.2007**

73

Titular/es: **SAAB AB.**  
**581 88 Linköping, SE**

72

Inventor/es: **Krogager, Max y**  
**Vaara, Jan**

74

Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 279 930 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

Procedimiento de formación de una estructura compuesta.

La presente invención se refiere al campo de las estructuras compuestas y, más concretamente a un procedimiento para formar estructuras compuestas.

### Antecedentes de la invención

Los fabricantes de aviones soportan una presión creciente que les induce a fabricar aeronaves ligeras de peso, resistentes y duraderas al más bajo coste de fabricación y de mantenimiento de su vida útil. Un avión debe tener la suficiente resistencia estructural para soportar los esfuerzos durante el vuelo, siendo al tiempo lo más ligero posible para potenciar al máximo el rendimiento del avión. Por estas y otras razones, los fabricantes de aeronaves cada vez más han utilizado compuestos de matriz de resina reforzada con fibras.

Los compuestos de matriz de resina reforzada con fibras proporcionan una rigidez, resistencia a la fatiga, solidez y relación solidez - peso satisfactorias mediante la incorporación de fibras de carbono fuertes, rígidas dentro de una matriz de resina más blanda, más dúctil. El material de la matriz de resina transmite fuerza a las fibras y proporciona ductilidad y dureza, mientras las fibras soportan la mayoría de la fuerza aplicada.

En procedimientos de fabricación de componentes de matriz de resina reforzada con fibras de la técnica anterior para aeronaves, un cierto número de las llamadas hojas de preimpregnación son apiladas sobre un molde. La preimpregnación consiste en fibras unidireccionales o fibras multidimensionales situadas dentro de una resina no endurecida. Una bolsa bajo vacío es colocada encima y cerrada herméticamente alrededor de la entera estructura. El vacío es aplicado a la estructura cerrada herméticamente para compactar las hojas preimpregnadas sobre la superficie del molde.

El documento US-A-6 017 484 divulga un procedimiento para la fabricación de compuestos procedentes de una pluralidad de pilas de preimpregnados de resina que comprende disponer una pila de hojas preimpregnada sobre un molde, encerrar dicha pila con una bolsa bajo vacío y liberar el vacío de dicha bolsa. Este procedimiento de fabricación tiene sin embargo el inconveniente de que ese aire no es completamente evacuado, dejando poros de tamaño considerable dentro del compuesto.

Con el fin de conseguir la calidad que las aeronaves requieren en piezas grandes de estructuras compuestas, la estructura debe situarse en un autoclave el cual es presurizado para compactar las hojas preimpregnadas sobre el molde. Sin embargo, en las grandes estructuras los poros aparecen fácilmente en porciones de la parte como resultado de que el aire no es completamente evacuado de la pila de hojas preimpregnadas antes del proceso de endurecimiento. Los poros provocan un descenso en la resistencia de la pieza compuesta. Con el fin de poner remedio a este problema los procedimientos anteriores incluyen la evacuación de aire de la pila de hojas preimpregnadas en una serie de movimientos durante la acumulación de las hojas. Así mismo, determinados procedimientos anteriores requieren el uso de un autoclave con el fin de alcanzar la suficiente presión durante el proceso del endurecimiento. En el proceso del autoclave,

el aire que permanece entre las hojas es distribuido a poros con un tamaño que su impacto en la calidad de la estructura compuesta se considera como aceptable. Sin embargo, con el fin de garantizar que no hay poros de tamaño inaceptable en la estructura, la estructura compuesta es examinada mediante, por ejemplo, pruebas de ultrasonido u otro tipo de pruebas no destructivas antes de la aprobación como pieza de una estructura de la aeronave. Si la prueba revela la existencia de grandes poros, la estructura compuesta debe ser rechazada.

Por tanto, se necesita un procedimiento mejorado para fabricar una pieza de tamaño considerable de compuesto de matriz de resina reforzada con fibras, libre de poros.

### Sumario de la invención

La presente invención es un procedimiento para formar una estructura compuesta. El procedimiento incluye disponer una pila de hojas preimpregnadas sobre un molde. El material compuesto es sustancialmente cerrado herméticamente dentro de una bolsa bajo vacío. Uno o más orificios de vacío se extienden a través de la bolsa bajo vacío. El vacío es aplicado a través de los orificios de vacío para aspirar el aire de la pila de hojas preimpregnadas. El aire existente en el espacio situado entre cada dos hojas preimpregnadas de la pila es evacuado a través de unos canales situados dentro de al menos una de las dos hojas preimpregnadas adyacentes. Los canales comunican con los orificios de vacío. El proceso se repite hasta que la pila contenga un número predeterminado de hojas preimpregnadas. La pila es liberada de la bolsa bajo vacío antes de añadir hojas. El material compuesto es endurecido y la estructura es liberada del molde y de la bolsa bajo vacío.

En una forma de realización preferente de la invención los canales libres de aire situados dentro de una hoja preimpregnada son llenados con resina durante el endurecimiento.

En otra forma de realización de la invención cada hoja preimpregnada de una pila es ligeramente rotada con relación a la hoja precedente para que la dirección de las fibras de dos hojas adyacentes no coincidan.

El procedimiento de acuerdo con la invención proporciona un procedimiento en el que una estructura compuesta se constituye con una necesidad sustancialmente reducida de la aplicación de vacío intermedio al aplicar las hojas en una pila. Así, es considerable la reducción de tiempo y coste para fabricar cada estructura compuesta.

### Descripción de los dibujos

Estos aspectos y muchas ventajas adicionales de la presente invención podrán ser más fácilmente apreciadas y mejor entendidas mediante referencia a la descripción detallada subsecuente, tomada en combinación con los dibujos adjuntos.

La Fig. 1 es una vista en sección transversal de una pila de hojas preimpregnadas dispuestas de acuerdo con una primera forma de realización de la invención.

La Fig. 2 es una vista en sección transversal de unas hojas preimpregnadas dispuestas de acuerdo con una segunda forma de realización de la invención.

### Descripción detallada de la forma de realización preferente

La presente invención se describirá con referencia a la formación de una estructura compuesta reforzada con fibras. La presente invención es particularmen-

te beneficiosa en la formación de grandes estructuras compuestas con independencia de la configuración de las estructuras o de su uso final.

Las figuras 1 y 2 muestran una pila 1 de hojas preimpregnadas 2 dispuestas en un molde de acumulación 3 que tiene una superficie de conformación. La cara superior del molde de acumulación tiene generalmente un contorno que sustancialmente coincide con la superficie exterior de la pieza que está siendo conformada.

El procedimiento de disponer hojas preimpregnadas sobre un molde de acumulación es bien conocido. La pila de hojas preimpregnadas 2 son situadas sobre el molde 3. las hojas preimpregnadas 2 preferentemente incluyen cinta de fibra carbono impregnada con resina epoxi. La hoja preimpregnada 2 se compone de unas capas de resina y fibras incrustadas en la resina. En la forma de realización mostrada en la Figura 1, cada hoja preimpregnada incluye una hoja menos impregnada 4 en una sección media de la hoja preimpregnada 2. La capa menos impregnada está rodeada por cuatro capas 5 de resina totalmente preimpregnada, preferentemente con fibras unidireccionales. La capa 4 de fibras menos impregnadas de la hoja preimpregnada 2 funcionará para proporcionar una multitud de canales o vías de aire para evacuar aire durante la descarga y el endurecimiento. Es preferente que las fibras continuas unidireccionales estén incrustadas en la resina de cada una de las hojas preimpregnadas. Si una hoja preimpregnada está tendida con una multitud de ángulos de fibras, puede ser difícil que el aire pase a través de todas las capas porque los ángulos diferentes de las fibras pueden bloquear los movimientos de la capa siguiente. Si la hoja preimpregnada únicamente tiene un ángulo de fibras, el aire no puede fácilmente esparcir las fibras y el aire puede encontrar una salida a través de la hoja. Con el fin de incrementar la resistencia en la estructura final del compuesto, las hojas pueden ser ligeramente rotadas unas con relación a otras para incrementar la resistencia de la estructura compuesta. Aunque es preferente un compuesto de fibra de carbono/epoxi, la invención puede utilizarse con otros materiales de compuesto. Las fibras pueden ser, por ejemplo, fibra de vidrio, carburo de silicona, grafito o carbono. La presente invención tiene particular relevancia para fabricar compuestos libres de porosidades porque el procedimiento permite que el aire existente en el interior de las hojas escape en mayor grado más alto de lo que era posible con los procedimientos anteriores.

La Figura 2 muestra una segunda forma de realización de la invención; en ella una pila de hojas preimpregnadas está dispuesta de forma que cada hoja alterna preimpregnada 2b incluye una capa menos impregnada 4, una capa llamada "seca". La capa seca 4 está rodeada por capas completamente impregnadas 5. Una resina pura 6 es aplicada en una capa muy fina sobre cada lado de la hoja preimpregnada con el fin de mejorar la adhesión entre dos hojas preimpregnadas separadas 2a, 2b. La hoja preimpregnada 2a adyacente a la hoja 2b, incluyendo una capa seca 4, puede estar constituida por una capa completamente impregnada 5, rodeada a cada lado por capas muy finas 6 de resina pura.

Las capas de hojas preimpregnadas 2 son situadas sobre la cara superior del molde de acumulación 3 utilizando procedimientos de acumulación a mano, pro-

cedimientos de tendido con cinta automáticos u otros procedimientos apropiados. En una forma de realización preferente de la invención, una placa metálica está dispuesta sobre un lado de una pila de hojas preimpregnadas. La superficie del molde de acumulación y la placa metálica crearán dos superficies satisfactorias que no resultan afectadas por las vías de aire externas. Las hojas preimpregnadas 2 están dispuestas de tal forma que al menos cada dos hojas se incluya una menos impregnada 4, una capa de las llamadas "fibras secas". Cada capa menos impregnada 4 constituye una vía de aire o canal que se extiende desde el perímetro de la hoja hasta la parte interna de la hoja o a todo lo largo de la hoja. Una pila de hojas preimpregnadas incluye así una serie de vías de aire o canales que se extiende por el interior de la pila a través de la disposición con capas de "fibras secas".

La pila 1 de hojas preimpregnadas 2 es situada dentro de una bolsa bajo vacío que incluye al menos un orificio de vacío. El orificio de vacío está conectado a un tubo de vacío y el aire es evacuado de la pila encerrada de hojas preimpregnadas. Tras la culminación del proceso de evacuación, la bolsa bajo vacío completamente distendida está en contacto directo con la superficie de la zona de descanso situada sobre la entera superficie. Utilizando las capas menos impregnadas 4, se forman unas vías de aire dentro de un número predeterminado de hojas preimpregnadas de la pila 1. Debido a estas vías de aire, no hay necesidad de aplicar una presión externa fuera de la bolsa bajo vacío. Así mismo, es posible aplicar un número mucho mayor de hojas preimpregnadas de la pila 1 sin un proceso de evacuación intermedio. El aire atrapado entre las hojas es obligado a pasar hacia el interior de la capa menos impregnada 4 y puede ser evacuado de la pila por medio de una presión de vacío durante un proceso de evacuación para que la pila componga una estructura compuesta. La presencia de bolsas de aire atrapadas o arrugas entre las hojas se evita mediante el procedimiento inventivo. El aire 7 atrapado entre dos hojas preimpregnadas adyacentes 2 puede ser evacuado a través de la capa menos impregnada 4 durante el proceso de evacuación. A continuación el montaje total es situado en un horno. El endurecimiento se produce calentando las hojas preimpregnadas 2 a una temperatura predeterminada dentro del horno. El endurecimiento puede llevarse a cabo en un autoclave o en otro tipo de horno bajo presión atmosférica o superatmosférica, según se desee. Las vías de aire o las capas menos impregnadas 4 son llenadas con resina en el curso del endurecimiento. Es, por consiguiente, posible obtener una calidad laminada para cumplir las demandas de las estructuras de los aviones solamente con vacío.

Dado que el procedimiento inventivo es más rápido que los procedimientos actualmente conocidos, transcurre menos tiempo entre el apilamiento de la primera y la última capas preimpregnadas de la acumulación. Los artículos compuestos endurecidos fabricados de acuerdo con el procedimiento, despliegan una más completa y uniforme unión entre capas preimpregnadas de la tanda que los artículos fabricados de acuerdo con procedimientos conocidos. Así mismo, puesto que se elimina la necesidad de desplazamiento de bolsas de aire, hay mucha menos disrupción en la alineación de fibras dentro de las capas preimpregnadas de la acumulación.

La invención se extiende más allá de las formas de realización específicas descritas para incluir aquellos procedimientos equivalentes como podrán

apreciar los expertos en la materia a partir de las reivindicaciones.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

### REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de formación de una estructura compuesta 1 que comprende las etapas de:

- a) disponer una pila (1) de hojas preimpregnadas (2) sobre un molde (3)
- b) cerrar dicha pila (1) dentro de una bolsa bajo vacío,
- c) evacuar la bolsa bajo vacío a través de un orificio de vacío, de forma que, tras la consumación de la evacuación dicha pila (1) de hojas (2) preimpregnadas esté esencialmente exenta de aire
- d) repetir las etapas de a) a c) hasta que la pila (1) comprenda un número predeterminado de hojas preimpregnadas (2), en el que la pila (1) es liberada de la bolsa bajo vacío antes de repetir las etapas a) - c),
- e) endurecer la pila (1) de hojas preimpregna-

das (2) para formar dicha estructura compuesta,

- f) liberar la estructura del molde (3) y la bolsa bajo vacío,

**caracterizado** porque la etapa de evacuar la bolsa bajo vacío incluye evacuar el aire existente en el espacio entre cada dos hojas impregnadas (2) de la pila por medio de al menos una hoja impregnada menos (4) dentro de al menos una entre las dos hojas preimpregnadas (2).

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las hojas menos impregnadas (4) son llenadas con resina durante el endurecimiento.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada hoja preimpregnada (2) de una pila (1) es ligeramente rotada en relación con la hoja precedente de forma que las direcciones de las fibras de dos hojas adyacentes no coincidan.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

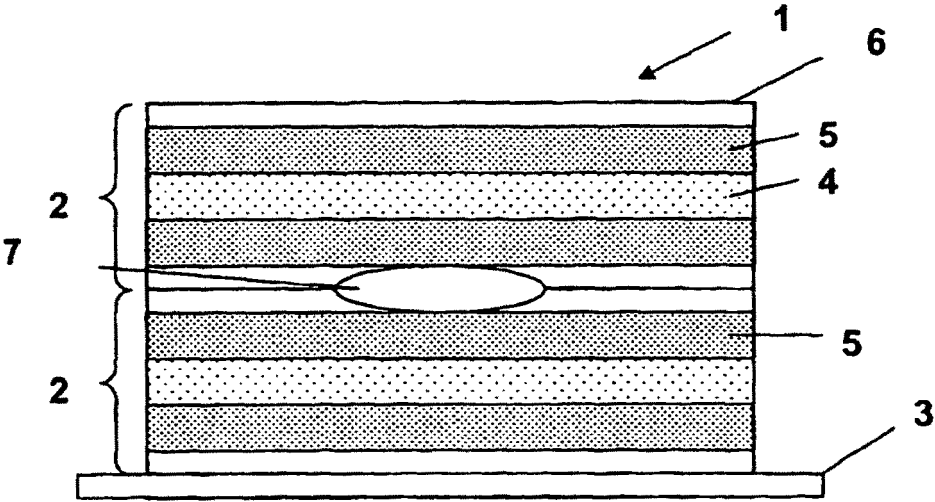


Fig 1

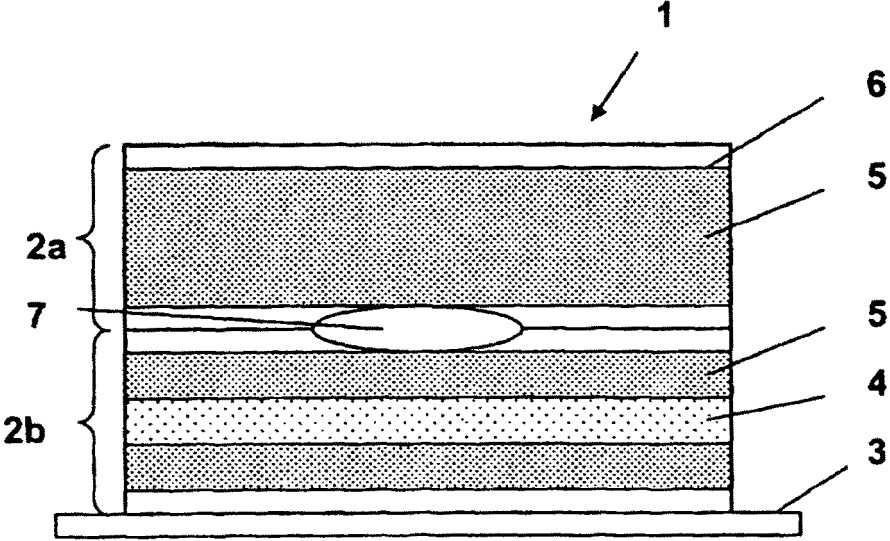


Fig 2