

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 929**

51 Int. Cl.:

B32B 5/02 (2006.01)
B32B 5/08 (2006.01)
B32B 5/10 (2006.01)
B32B 5/12 (2006.01)
B32B 5/26 (2006.01)
B32B 7/02 (2009.01)
B32B 17/04 (2006.01)
B64C 1/40 (2006.01)
E04B 1/84 (2006.01)
G10K 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2019** **E 19382719 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2022** **EP 3782811**

54 Título: **Estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

OLMO MORA, RAÚL y
BLANCO VARELA, TAMARA

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 928 929 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

Estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras

Descripción

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención pertenece al campo de las estructuras de aeronaves y de los materiales de estas estructuras de aeronaves, más particularmente, al campo de los materiales absorbentes de ruido para estructuras de aeronaves.

Antecedentes de la invención

- En las piezas estructurales ordinarias de una aeronave, las estructuras de polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP) actuales no tienen la capacidad de absorber el ruido procedente, por ejemplo, del motor de una aeronave.
10 En la mayoría de los casos donde se necesita reducir el impacto del ruido de estas estructuras, se colocan capas adicionales de material absorbente en puntos clave de tal estructura de CFRP para lograr una reducción de ruido.

- La propuesta actual para integrar los materiales absorbentes a las estructuras de CFRP se basa en una capa continua de material elastomérico unido a una capa de carbono por medio de unión adhesiva. Esta solución reduce la resistencia estructural de tales estructuras debido a la falta de transferencia de carga de cizallamiento y también
15 debido a la incompatibilidad de tensar en los materiales.

Se necesita para reducir el impacto del ruido en estructuras de aeronaves particulares, es decir, la cabina de pasajeros, sin un impacto en la eficiencia de la estructura (peso/resistencia), y para integrar materiales fácilmente en estructuras de aeronaves particulares.

- Por lo tanto, la presente invención proporciona una estructura de material compuesto laminado para una estructura de aeronave que absorbe las ondas sonoras y resuelve los inconvenientes mencionados anteriormente.
20

El documento WO2018/002229 describe un compuesto híbrido multicapa que comprende fibras poliméricas de alto rendimiento y fibras seleccionadas de un grupo que consiste en fibras de vidrio y fibras de carbono.

Compendio de la invención

- La presente invención proporciona una solución alternativa para los problemas mencionados anteriormente, mediante una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según la reivindicación 1, un método para fabricar una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según la reivindicación 9 y una aeronave según la reivindicación 13.
25

En las reivindicaciones dependientes, se definen realizaciones preferidas de la invención.

- En un primer aspecto inventivo, la invención proporciona una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras para una estructura de aeronave, la estructura de material compuesto laminado que comprende al menos tres capas apiladas de un material compuesto híbrido, cada capa de material compuesto híbrido que comprende una combinación de:
30

- una pluralidad de primeras estopas dispuestas paralelas a una dirección de urdimbre, en donde cada primera estopa tiene una primera anchura W_1 ,

- 35 - una pluralidad de segundas estopas dispuestas paralelas a la dirección de trama, en donde cada segunda estopa tiene una tercera anchura W_3 , y

- una pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras dispuestas paralelas a la dirección de urdimbre, en donde cada estopa de material absorbente de ondas sonoras tiene una segunda anchura W_2 , en donde las primeras y segundas estopas son estopas de polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP) o polímero de refuerzo de fibra de vidrio (GFRP); y
40

la primera y la segunda pluralidad de estopas y la pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras están dispuestas entrelazadas entre ellas formando un patrón para cada capa de material híbrido, haciendo que la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras logre un nivel de absorción mejorado de ondas sonoras para la longitud de onda λ cumpliendo la fórmula

- 45
$$\lambda < (2 \times W_2 + W_1)$$

en donde el material absorbente de ondas sonoras es:

un material aislante puro que comprende estopas de un material elastomérico, o un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico.

- El material compuesto híbrido se entenderá como la combinación de materiales de diferente naturaleza, en particular una combinación de material plástico y materiales absorbentes. El entrelazamiento de las primeras y segundas estopas y estopas absorbentes de ondas sonoras proporciona una capa de material compuesto híbrido que aumenta ventajosamente la eficiencia de absorción de sonido con un bajo impacto en la transferencia de carga de cizallamiento.
- La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras transfiere ventajosamente los esfuerzos a las capas adyacentes de material compuesto híbrido y es capaz de reducir el ruido introducido en las estructuras de aeronave, es decir, el ruido del motor y el ruido de turbulencia introducido en la cabina de aeronave.
- La presente estructura de material compuesto laminado comprende al menos tres capas de material compuesto híbrido apiladas que son el número mínimo de capas que la estructura de material compuesto laminado necesita para absorber longitudes de onda casi completas sin reducción de las propiedades mecánicas de la estructura.
- Los materiales poliméricos de las primeras y segundas estopas son material plástico reforzado mediante fibra de carbono (CF) o fibra de vidrio (GF). Estas estopas de material polimérico proporcionan las propiedades mecánicas al material compuesto híbrido, y sirven como base principal del material híbrido.
- La estructura de material compuesto laminado de la presente invención absorberá el ruido y transmitirá los esfuerzos de cizallamiento en un comportamiento estructural común gracias a la combinación de al menos tres capas de material compuesto híbrido.
- La distribución particular de las primeras y segundas estopas tanto en la dirección de urdimbre como en la de trama, así como el entrelazamiento de las estopas de material absorbente de ondas sonoras en la dirección de urdimbre con las primeras y segundas estopas, proporciona un patrón de capas de material compuesto híbrido dotado con una alta eficiencia de absorción sonora. La dirección de urdimbre es perpendicular a la dirección de trama.
- Por lo tanto, la presente estructura de material compuesto laminado reduce ventajosamente el impacto del ruido dentro de la aeronave sin afectar la eficiencia de estructura (peso/resistencia) y es un material integrado para fabricar estructuras de aeronaves. Además, las tecnologías de fabricación actualmente usadas se mantienen y, de este modo, el impacto en las tasas y procedimientos de producción es muy bajo.
- En una realización particular, la estructura de material compuesto laminado comprende una pluralidad de capas de material compuesto de polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP) o polímero de refuerzo de fibra de vidrio (GFRP), estando intercalada una capa de material compuesto entre cada dos capas de material compuesto híbrido consecutivas.
- La combinación de capas de CFRP o GFRP con capas de material compuesto híbrido proporciona ventajosamente una estructura de material compuesto laminado con un alto requisito estructural con respecto a la rigidez.
- En una realización particular, la primera anchura W_1 es igual a la tercera anchura W_3 .
- Ventajosamente, la anchura igual para la primera estopa en la dirección de urdimbre y la segunda estopa en la dirección de trama mantiene un balance y equilibrio entre ambos ejes de tela, así como para simplificar el suministro de materia prima para el compuesto de tela.
- En una realización particular, el patrón es un patrón de fibra de carbono de tejido de sarga 2x2.
- En otra realización particular, el patrón es un patrón de fibra de carbono de 5 arneses.
- En una realización particular, las al menos tres capas de material híbrido apiladas están apiladas en planos apilados paralelos entre ellos de tal forma que
- una primera capa de material compuesto híbrido está dispuesta en una primera dirección,
- una segunda capa de material compuesto híbrido está dispuesta en una segunda dirección, y
- una tercera capa de material compuesto híbrido está dispuesta en una tercera dirección respectivamente,
- en donde la segunda dirección forma $+45^\circ$ con respecto a la primera dirección y la tercera dirección forma -45° con respecto a la primera dirección.
- El apilamiento de capas de material compuesto híbrido con diferente disposición para cada capa proporciona una especie de red acústica para aumentar la superficie específica de material acústico que reduce ventajosamente la longitud de onda de las ondas sonoras transmitidas.
- Según la estructura del material compuesto laminado, cada capa de material compuesto híbrido está comprendida en un plano apilado de modo que los planos apilados de todas las capas de material compuesto híbrido sean paralelos entre ellos. Se entenderá en este documento que para una primera capa de material híbrido, la dirección

- de urdimbre de las primeras estopas y las estopas absorbentes de ondas sonoras es una primera dirección; para una segunda capa de material compuesto híbrido, la dirección de las primeras estopas y las estopas de material absorbente de ondas sonoras es una segunda dirección; y para una tercera capa de material compuesto híbrido, la dirección de las primeras estopas y las estopas de material absorbente de ondas sonoras es una tercera dirección;
- 5 de modo que en un ejemplo particular la segunda dirección forma $+45^\circ$ con respecto a la primera dirección, y la tercera dirección forma -45° con respecto a la primera dirección. Es decir, si las tres capas de material compuesto híbrido se laminan todas en la misma dirección de laminación, en el momento de apilar las capas de material compuesto híbrido, cada capa de material compuesto híbrido se gira con respecto a las demás.
- 10 En otra realización particular, la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras comprende, en orden de apilamiento, treinta capas de material compuesto, una primera capa de material compuesto híbrido, una capa de material compuesto, una segunda capa de material compuesto híbrido, una capa de material compuesto, una tercera capa de material compuesto híbrido y tres capas de material compuesto, en donde
- la primera capa de material compuesto híbrido está dispuesta en una primera dirección,
- la segunda capa de material compuesto híbrido está dispuesta en una segunda dirección, y
- 15 la tercera capa de material compuesto híbrido está dispuesta en una tercera dirección respectivamente,
- en donde la primera dirección forma $+45^\circ$ con respecto a la segunda dirección y la tercera dirección forma $+135^\circ$ con respecto a la segunda dirección; y
- en donde las capas de material compuesto son preferiblemente polímero de refuerzo de fibra de carbono.
- 20 La estructura de material compuesto laminado anterior está dispuesta para proteger la unidad de potencia auxiliar (APU) y proporciona un cierre aerodinámico de todo el fuselaje de una aeronave. Para los requisitos estructurales, es decir, los requisitos contra incendios, las capas de material compuesto híbrido están lo más lejos posible de la APU y las treinta capas de material compuesto están más cerca de la APU. Además, las tres capas de material compuesto mejoran las tareas de fabricación y ensamblaje de este laminado en particular. Ventajosamente, esta configuración de estructura de material compuesto laminado proporciona una especie de red acústica para aumentar
- 25 la superficie específica de material acústico para reducir la longitud de onda de las ondas sonoras transmitidas.
- Según la invención, el material absorbente de ondas sonoras es: un material aislante puro que comprende estopas de un material elastomérico, o un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico.
- 30 El uso de material elastomérico como materiales absorbentes proporciona ventajosamente una alta absorción de ruido en la estructura de material compuesto laminado. Es decir, debido a las propiedades intrínsecas (elasticidad) del material elastomérico este es capaz de absorber las ondas sónicas.
- Cuando el material absorbente de ondas sonoras es un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico, el portador puede ser una malla de fibra de carbono (CF) o fibra de vidrio (GF).
- 35 Estos portadores de refuerzo son una malla de fibra de carbono o fibra de vidrio incrustada en el material elastomérico durante el proceso de polimerización y tiene como objetivo aumentar la rigidez general del material en sus dos direcciones principales (longitudinal y transversal) para mejorar el proceso de producción y la compatibilidad de formaciones entre las estopas de material polimérico.
- 40 El material elastomérico reforzado con fibra de carbono se proporciona para ser combinado con materiales de fibra de carbono, así como el material elastomérico reforzado con fibra de vidrio se proporciona para ser combinado con materiales de fibra de vidrio.
- Además, el portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico mejora ventajosamente la compatibilidad de deformaciones en el material absorbente debido a la aproximación de las rigideces de los diferentes materiales. Es decir, la rigidez del material elastomérico reforzado se aproxima a la rigidez de las estopas de polímero, mejorando
- 45 el comportamiento elástico general del material híbrido. Además, aumentando el límite elástico del material absorbente (que proporciona el material elastomérico reforzado), se logra que el nivel de carga necesario para entrar en régimen de deformación plástica sea mucho más alto, permitiendo de este modo niveles generales más altos de esfuerzo del material híbrido.
- 50 En un segundo aspecto inventivo, la invención proporciona un método para fabricar una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según la invención y sus realizaciones específicas, el método que comprende los siguientes pasos:
- a) proporcionar al menos tres capas de material compuesto híbrido,
- b) laminar/apilar las al menos tres capas de material compuesto híbrido,

c) unir las al menos tres capas de material compuesto híbrido, y

d) obtener el material compuesto laminado;

en donde cada capa de material compuesto híbrido se fabrica mediante los siguientes pasos:

i) proporcionar una pluralidad de primeras estopas en una dirección de urdimbre,

5 ii) proporcionar una pluralidad de segundas estopas en una dirección de trama, cada segunda estopa que está entrelazada con la pluralidad de primeras estopas,

iii) proporcionar una pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras en la dirección de urdimbre, cada estopa de material absorbente de ondas sonoras que está entrelazada con las primeras y segundas estopas,

10 en donde en la fabricación de la capa de material compuesto híbrido, las primeras estopas y las estopas de material absorbente de ondas sonoras se pretensan respectivamente con un primer y segundo esfuerzo, y las segundas estopas se encargan de entrelazarse con las primeras estopas y las estopas de material absorbente de ondas sonoras, en donde el material absorbente de ondas sonoras es:

un material aislante puro que comprende estopas de un material elastomérico, o un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico.

15 Incrustar portadores de fibra de carbono o fibra de vidrio con el material elastomérico permite pretensiones más altas para el material absorbente y facilita el proceso de tejido del material híbrido.

20 En una realización particular, para material preimpregnado, el paso c) de unión comprende compactar y curar (preferiblemente por medio de un autoclave) el apilamiento. En otra realización particular, para material de fibra seca, el paso c) de unir comprende consolidar el apilamiento por medio de moldeo por transferencia de resina (RTM).

En una realización particular, el paso b) comprende los siguientes pasos:

- apilar una primera capa de material híbrido en una primera dirección,

- apilar una segunda capa de material híbrido en una segunda dirección formando +45° con respecto a la primera dirección,

25 - apilar una segunda capa de material híbrido en una tercera dirección formando -45° con respecto a la primera dirección.

El apilamiento de capas de material compuesto híbrido con diferente disposición para cada capa proporciona una especie de red acústica para aumentar la superficie específica de material acústico que reduce ventajosamente la longitud de onda de las ondas sonoras transmitidas.

30 En otra realización particular, el paso b) comprende los siguientes pasos:

- apilar una primera capa de material híbrido en una primera dirección,

- apilar una segunda capa de material híbrido en una segunda dirección, formando +45° con respecto a la primera dirección,

- apilar una segunda capa de material híbrido en una tercera dirección,

35 en donde la primera dirección forma +45° con respecto a la segunda dirección y la tercera dirección forma +135° con respecto a la segunda dirección.

En una realización particular, el método comprende además proporcionar una pluralidad de capas de material compuesto de CFRP o GFRP y laminar tales capas de CFRP o GFRP de tal forma que dichas capas de CFRP y GFRP se intercalen entre las capas de material compuesto híbrido.

40 En una realización particular, el método comprende además apilar treinta capas de material compuesto y tres capas de material compuesto según una realización de la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras del primer aspecto inventivo.

45 En un tercer aspecto inventivo, la invención proporciona una aeronave que comprende una estructura de aeronave hecha de una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según cualquiera del primer aspecto inventivo.

Todas las características descritas en esta especificación (incluyendo las reivindicaciones, descripción y dibujos) y/o todos los pasos del método descrito se pueden combinar en cualquier combinación, con la excepción de combinaciones de tales características y/o pasos mutuamente exclusivos.

Descripción de los dibujos

- 5 Estas y otras características y ventajas de la invención llegarán a ser comprendidas claramente a la vista de la descripción detallada de la invención que llega a ser evidente a partir de una realización preferida de la invención, dada solo a modo de ejemplo y sin que se limite a ello, con referencia a los dibujos.

Figura 1. Esta figura muestra una vista esquemática en sección transversal de la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según una primera realización de la presente invención.

- 10 Figura 2. Esta figura muestra una vista esquemática en sección transversal de la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según una segunda realización de la presente invención.

Figura 3. Esta figura muestra una vista esquemática en sección transversal de la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según una tercera realización de la presente invención.

- 15 Figura 4. Esta figura muestra una vista superior de una capa de material compuesto híbrido de la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según una realización de la presente invención.

Figura 5. Esta figura muestra una vista superior de una capa de material compuesto híbrido del material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según una realización de la presente invención.

Figura 6. Esta figura muestra una vista de despiece de capas de material compuesto híbrido de un material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras según una realización de la presente invención.

- 20 Figura 7. Esta figura muestra una aeronave según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) para una estructura de aeronave. La estructura de material compuesto laminado (1) comprende tres capas de un material compuesto híbrido (2) según una primera realización de la presente invención.

- 25 La figura 2 muestra una vista en sección transversal de una segunda realización de una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) para una estructura de aeronave. La estructura de material compuesto laminado (1) comprende tres capas de material compuesto híbrido (2: 2.1, 2.2, 2.3) y cuatro capas (6) de un material compuesto de polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP). Las capas de material compuesto híbrido (2) se intercalan entre las capas de CFRP (6).

- 30 En un ejemplo particular, la primera capa de material compuesto híbrido (2.1) está dispuesta en una primera dirección (d_1), la segunda capa de material compuesto híbrido (2.2) está dispuesta en una segunda dirección (d_2), y la tercera capa de material compuesto híbrido (2.3) está dispuesta en una tercera dirección (d_3) respectivamente. La segunda dirección (d_2) forma +45° con respecto a la primera dirección (d_1) y la tercera dirección (d_3) forma -45° con respecto a la primera dirección (d_1).

- 35 La figura 3 muestra una vista en sección transversal de una tercera realización de una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) para una estructura trasera de aeronave que protege la unidad de potencia auxiliar (APU). La estructura de material compuesto laminado (1) comprende desde el exterior de la aeronave hacia el interior, treinta capas de material compuesto (6), una primera capa de material compuesto híbrido (2.1), una capa de material compuesto (6), una segunda capa de material compuesto híbrido (2.2), una capa de material compuesto (6), una tercera capa de material compuesto híbrido (2.3) y tres capas de material compuesto (6). En un ejemplo particular, la primera capa de material compuesto híbrido (2.1) está dispuesta en una primera dirección (d_1), la segunda capa de material compuesto híbrido (2.2) está dispuesta en una segunda dirección (d_2), y la tercera capa de material compuesto híbrido (2.3) está dispuesta en una tercera dirección (d_3) respectivamente. La primera dirección (d_1) forma +45° con respecto a la segunda dirección (d_2) y la tercera dirección (d_3) forma +135° con respecto a la segunda dirección (d_2). Las capas de material compuesto (6) son preferiblemente polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP).

- 40 Las figuras 4 y 5 muestran una capa de material compuesto híbrido (2) que comprende una pluralidad de primeras estopas (3) (identificadas por puntos), una pluralidad de segundas estopas (4) (identificadas por líneas cruzadas), y una pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras (5). Estas primeras y segundas estopas (3, 4) son de material plástico reforzado mediante fibra de carbono o fibra de vidrio. En estas figuras 4 y 5 el material absorbente de ondas sonoras (5) es un material elastomérico. Las primeras estopas (3) están dispuestas en una dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$) y cada primera estopa (3) comprende una primera anchura W_1 . Las segundas estopas (4) están dispuestas en dirección de trama (d_{trama}) y cada segunda estopa (4) comprende una tercera anchura W_3 . Las estopas de material elastomérico (5) están dispuestas en la dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$)
- 50

paralelas a las primeras estopas y cada estopa de material elastomérico (5) comprende una segunda anchura W_2 . En una realización particular, la primera anchura W_1 es igual a la tercera anchura W_3 .

En la figura 4, las primeras (3) y segundas (4) estopas y las estopas de material elastomérico (5) se entrelazan entre ellas formando un patrón de fibra de carbono de tejido de sarga 2x2 (8) como se puede observar.

- 5 En la figura 5, las primeras (3) y segundas (4) estopas y las estopas de material elastomérico (5) se entrelazan entre ellas formando un patrón de fibra de carbono de 5 arneses (8).

Las propiedades acústicas de la presente estructura de material compuesto laminado (1) dependen de la anchura de las estopas que forman cada capa de material compuesto híbrido (2) debido a que la longitud de onda atenuada depende de dicha anchura. De este modo, la presente estructura de material compuesto laminado (1) es adecuada para absorber la longitud de onda (λ) en diferentes niveles de absorción. Para una absorción de longitud de onda baja, la expresión $(2 \times W_2 + W_1)$ tiene que ser mayor que la longitud de onda (λ). Para una absorción de longitud de onda media, la primera anchura W_1 tiene que ser menor que la longitud de onda (λ). Para una absorción de longitud de onda alta, la expresión $(2 \times W_2 + W_1)$ tiene que ser mayor que la longitud de onda (λ) y la longitud de onda tiene que ser también mayor que la primera anchura W_1 .

- 10 La presente estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) además es capaz de transmitir los esfuerzos de cizallamiento de la estructura de aeronave por las estopas comprendidas en cada capa de material compuesto híbrido (2).

La presente invención proporciona adicionalmente un método para fabricar una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1), el método que comprende los siguientes pasos:

- 20 a) proporcionar al menos tres capas (2) de material compuesto híbrido,
b) apilar las al menos tres capas de material compuesto híbrido (2),
c) unir las al menos tres capas de material compuesto híbrido (2), y
d) obtener el material compuesto laminado (1);

en donde cada capa de material compuesto híbrido (2) se fabrica mediante los siguientes pasos:

- 25 i) proporcionar una pluralidad de primeras estopas (3) en una dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$),
ii) proporcionar una pluralidad de segundas estopas (4) en una dirección de trama (d_{trama}), cada segunda estopa (4) que está entrelazada con la pluralidad de primeras estopas (3),
iii) proporcionar una pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) en la dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$), cada estopa de material absorbente de ondas sonoras (5) que está entrelazada con las primeras (3) y segundas (4) estopas,

30 en donde en la fabricación de la capa de material compuesto híbrido, las primeras estopas (3) y las estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) se pretensan respectivamente con un primer y segundo esfuerzo, y las segundas estopas (4) se encargan de entrelazarse con las primeras estopas (3) y las estopas de material absorbente de ondas sonoras (5), en donde el material absorbente de ondas sonoras es:

- 35 un material aislante puro que comprende estopas de un material elastomérico, o un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico.

En los pasos de fabricación de la capa de material compuesto híbrido (2), en primer lugar, las primeras estopas (3) y las estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) se disponen respectivamente pretensadas en una dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$) con una primera y una segunda tensión; en segundo lugar las segundas estopas (4) se entrelazan con las primeras estopas (3) y las estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) en una dirección de trama (d_{trama}). De esta forma, todas las estopas (3, 4, 5) quedan entrelazadas entre ellas.

En una realización particular en donde la estructura de material compuesto laminado (1) comprende tres capas de material compuesto híbrido (2) (como se muestra en la figura 1 y/o 2), el apilamiento de las capas de material compuesto híbrido (2) se realiza mediante los siguientes pasos:

- 45 - apilar una primera capa de material híbrido (2.1) en una primera dirección (d_1),
- apilar una segunda capa de material híbrido (2.2) en una segunda dirección (d_2) formando +45° con respecto a la primera dirección (d_1),
- apilar una segunda capa de material híbrido (2.3) en una tercera dirección (d_3) formando -45° con respecto a la primera dirección (d_1).

La figura 6 muestra una vista de despiece de una realización de apilamiento de tres capas de material compuesto híbrido (2: 2.1, 2.2, 2.3) para una estructura de material compuesto laminado (1). En esta figura se puede identificar la orientación de cada capa (2.1, 2.2, 2.3) según esta realización particular. La primera capa de material compuesto híbrido (2.1) está orientada en el material compuesto laminado en una primera dirección (d_1). La segunda capa de material compuesto híbrido (2.2) está orientada en el material compuesto laminado en una segunda dirección (d_2) que forma $+45^\circ$ con respecto a la primera dirección (d_1). La tercera capa de material compuesto híbrido (2.3) está orientada en el material compuesto laminado en una tercera dirección (d_3) que forma -45° con respecto a la primera dirección (d_1).

Las tres capas de material compuesto híbrido (2.1, 2.2, 2.3) que se muestran en la figura 6 comprenden un patrón según el ejemplo mostrado en la figura 4.

La figura 7 muestra una aeronave (7) que comprende una estructura de aeronave (no mostrada) fabricada con una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1). En una realización particular, la estructura de aeronave es un carenado de ventilador. En otra realización particular, la estructura de aeronave es la cabina de pasajeros. En otra realización particular, la estructura de aeronave es un cono de cola o sección trasera de la aeronave.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) para una estructura de aeronave, la estructura de material compuesto laminado (1) que comprende al menos tres capas apiladas de un material compuesto híbrido (2), cada capa de material compuesto híbrido (2) que comprende una combinación de:

5 - una pluralidad de primeras estopas (3) dispuestas paralelas a una dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$), en donde cada primera estopa (3) tiene una primera anchura W_1 ,

- una pluralidad de segundas estopas (4) dispuestas paralelas a una dirección de trama (d_{trama}), en donde cada segunda estopa (4) tiene una tercera anchura W_3 , y

10 - una pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) dispuestas paralelas a la dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$), en donde cada estopa de material absorbente de ondas sonoras (5) tiene una segunda anchura W_2 ,

en donde las primeras (3) y las segundas (4) estopas son estopas de polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP) o polímero de refuerzo de fibra de vidrio (GFRP); y

15 la primera (3) y la segunda (4) pluralidad de estopas y la pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) están dispuestas entrelazadas entre ellas formando un patrón (8) para cada capa de material híbrido (2), haciendo que la estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) logre un nivel de absorción mejorado de ondas sonoras para la longitud de onda λ cumpliendo con la fórmula

$$\lambda < (2 \times W_2 + W_1)$$

en donde el material absorbente de ondas sonoras es:

20 un material aislante puro que comprende estopas de un material elastomérico, o

un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico.

25 2. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de capas de material compuesto (6) de polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP) o polímero de refuerzo de fibra de vidrio (GFRP), siendo intercaladas una capa de material compuesto (6) entre cada dos capas de material compuesto híbrido (2) consecutivas.

3. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera anchura W_1 es igual a la tercera anchura W_3 .

30 4. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el patrón es un patrón de fibra de carbono de tejido de sarga 2x2 (8).

5. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1), según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el patrón es un patrón de fibra de carbono de 5 arneses.

35 6. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las al menos tres capas de material híbrido (2) apiladas se apilan en planos apilados paralelos entre ellos de manera que

una primera capa de material compuesto híbrido (2.1) está dispuesta en una primera dirección (d_1),

una segunda capa de material compuesto híbrido (2.2) está dispuesta en una segunda dirección (d_2), y

una tercera capa de material compuesto híbrido (2.3) está dispuesta en una tercera dirección (d_3) respectivamente,

40 en donde la segunda dirección (d_2) forma +45° con respecto a la primera dirección (d_1) y la tercera dirección (d_3) forma -45° con respecto a la primera dirección (d_1).

45 7. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, en orden de apilamiento, treinta capas de material compuesto (6), una primera capa de material compuesto híbrido (2.1), una capa de material compuesto (6), una segunda capa de material compuesto híbrido (2.2), una capa de material compuesto (6), una tercera capa de material compuesto híbrido (2.3), y tres capas de material compuesto (6), en donde

la primera capa de material compuesto híbrido (2.1) está dispuesta en una primera dirección (d_1),

la segunda capa de material compuesto híbrido (2.2) está dispuesta en una segunda dirección (d_2), y

la tercera capa de material compuesto híbrido (2.3) está dispuesta en una tercera dirección (d_3) respectivamente,

en donde la primera dirección (d_1) forma $+45^\circ$ con respecto a la segunda dirección (d_2) y la tercera dirección (d_3) forma $+135^\circ$ con respecto a la segunda dirección (d_2); y

en donde las capas de material compuesto (6) son preferiblemente polímero de refuerzo de fibra de carbono (CFRP).

8. La estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el portador es una malla de fibra de carbono (CF) o fibra de vidrio (GF).

9. Un método para la fabricación de una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el método que comprende los siguientes pasos:

- a) proporcionar al menos tres capas (2) de material compuesto híbrido,
- b) apilar las al menos tres capas de material compuesto híbrido (2),
- c) unir las al menos tres capas de material compuesto híbrido (2), y
- d) obtener el material compuesto laminado (1);

en donde cada capa de material compuesto híbrido (2) se fabrica mediante los siguientes pasos:

- i) proporcionar una pluralidad de primeras estopas (3) en una dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$),
- ii) proporcionar una pluralidad de segundas estopas (4) en una dirección de trama (d_{trama}), cada segunda estopa (4) que está entrelazada con la pluralidad de primeras estopas (3),

- iii) proporcionar una pluralidad de estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) en la dirección de urdimbre ($d_{urdimbre}$), cada estopa de material absorbente de ondas sonoras (5) que está entrelazada con las primeras (3) y segundas (4) estopas,

en donde en la fabricación de la capa de material compuesto híbrido, las primeras estopas (3) y las estopas de material absorbente de ondas sonoras (5) están respectivamente pretensadas con un primer y segundo esfuerzo, y las segundas estopas (4) se encargan de entrelazarse con las primeras estopas (3) y las estopas de material absorbente de ondas sonoras (5);

en donde el material absorbente de ondas sonoras es:

un material aislante puro que comprende estopas de un material elastomérico, o

un material aislante reforzado que comprende estopas de un material elastomérico y un portador de refuerzo incrustado en el material elastomérico.

10. El método según la reivindicación 9, en donde el paso b) comprende los siguientes pasos:

- apilar una primera capa de material híbrido (2.1) en una primera dirección (d_1),
- apilar una segunda capa de material híbrido (2.2) en una segunda dirección (d_2) formando $+45^\circ$ con respecto a la primera dirección (d_1),
- apilar una segunda capa de material híbrido (2.3) en una tercera dirección (d_3) formando -45° con respecto a la primera dirección (d_1).

11. El método según la reivindicación 9, en donde el paso b) comprende los siguientes pasos:

- apilar una primera capa de material híbrido (2.1) en una primera dirección (d_1),
- apilar una segunda capa de material híbrido (2.2) en una segunda dirección (d_2), formando $+45^\circ$ con respecto a la primera dirección (d_1),
- apilar una segunda capa de material híbrido (2.3) en una tercera dirección (d_3),

en donde la primera dirección (d_1) forma $+45^\circ$ con respecto a la segunda dirección (d_2), y la tercera dirección (d_3) forma $+135^\circ$ con respecto a la segunda dirección (d_2).

12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 9-11, que comprende además proporcionar una pluralidad de capas de material compuesto (6) de CFRP o GFRP y laminar tales capas (6) de CFRP o GFRP de tal forma que tales capas (6) de CFRP y GFRP que se intercalen entre las capas de material compuesto híbrido (5).

13. Una aeronave (7) que comprende una estructura de aeronave hecha con una estructura de material compuesto laminado absorbente de ondas sonoras (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1-8.

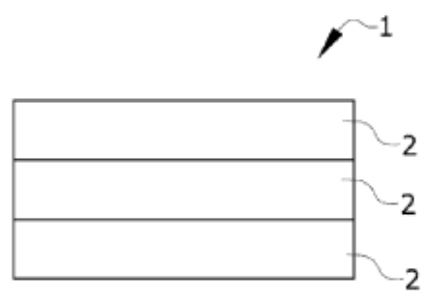


FIG.1

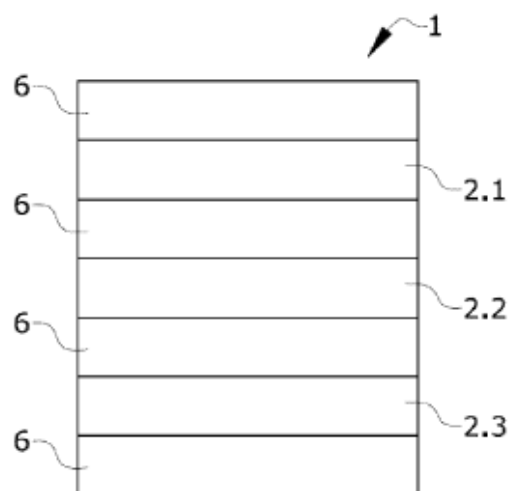


FIG.2

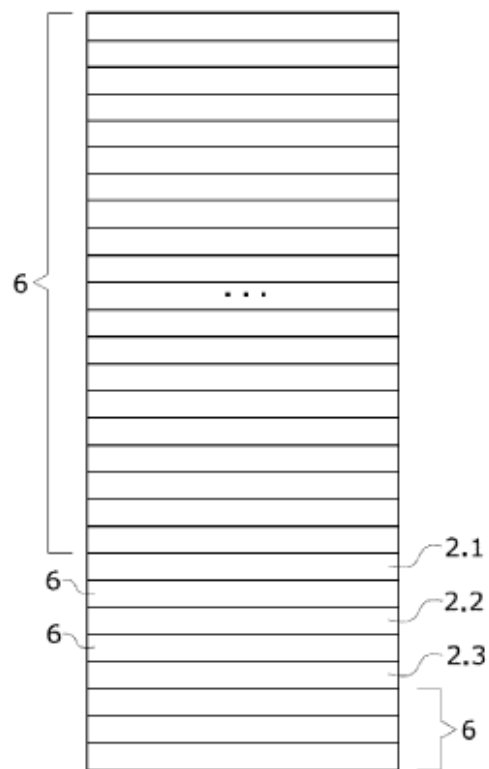


FIG.3

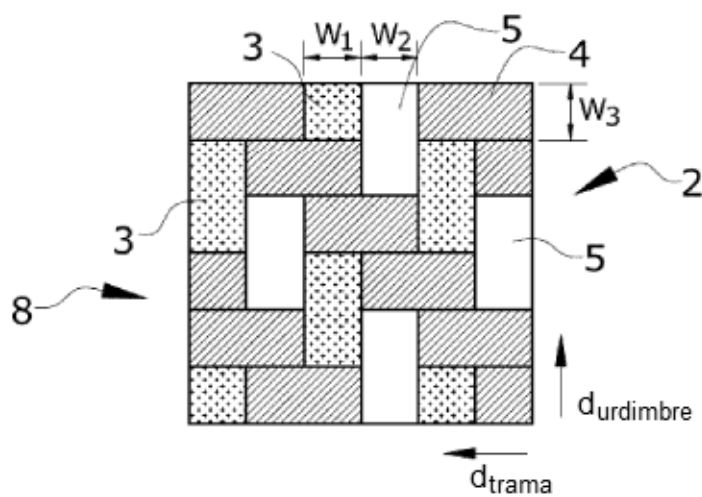


FIG. 4

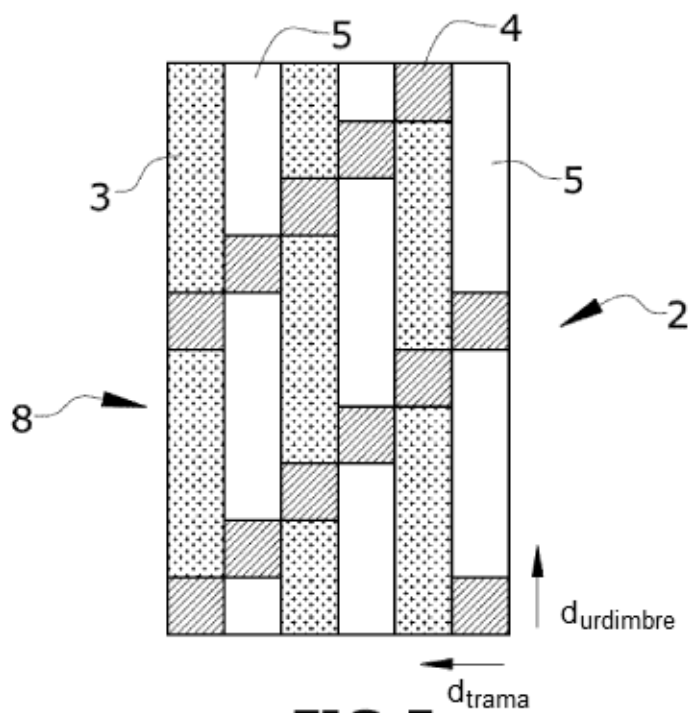


FIG. 5

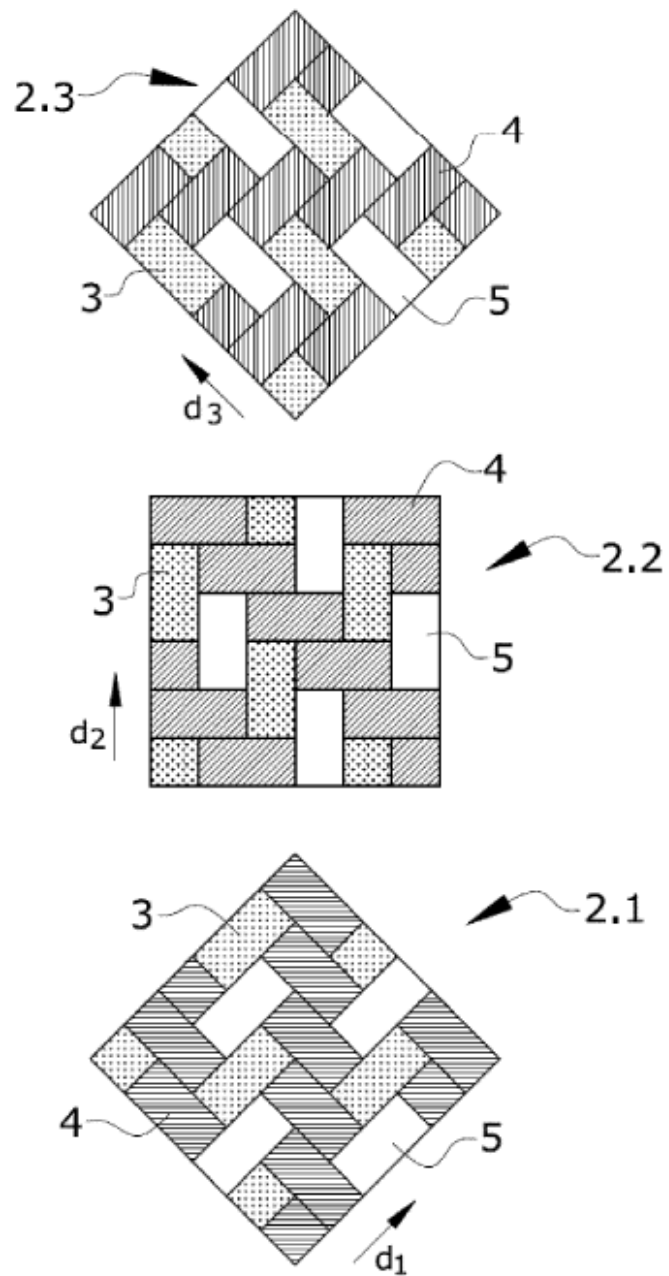


FIG.6

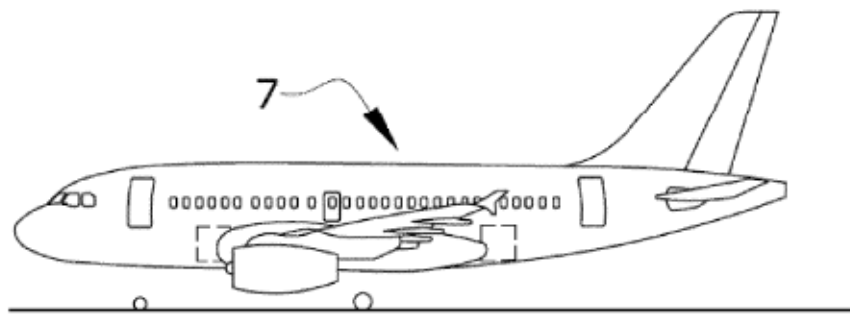


FIG. 7