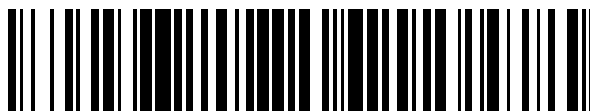


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 596**

51 Int. Cl.:

B32B 5/02 (2006.01)

B32B 5/12 (2006.01)

B32B 5/26 (2006.01)

B32B 3/12 (2006.01)

B32B 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2014 PCT/IB2014/061948**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14195884**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014 E 14731817 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 3003705**

54 Título: **Panel de material compuesto para suelos o elementos de revestimiento de paredes, y procedimiento de fabricación de dicho panel**

30 Prioridad:

06.06.2013 FR 1355243

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

04.01.2018

73 Titular/es:

LES STRATIFIES (100.0%)

**2 rue Balzac
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LE LAY, LOÏC;
BACLET, LAURENT y
SCAGNETTI, JULIEN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 648 596 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

Panel de material compuesto para suelos o elementos de revestimiento de paredes, y procedimiento de fabricación de dicho panel

5 La invención se refiere a un panel de material compuesto para suelos o elementos de revestimiento de paredes tipo tabique, panel lateral o mueble, así como a un procedimiento de fabricación de un panel como tal.

En muchos sectores y, en particular, en el aeronáutico, el aumento de peso es una preocupación principal para mejorar la eficacia energética de los aparatos.

El aumento de peso, generalmente, está en contradicción con la otra preocupación principal de estos sectores: la resistencia mecánica.

10 En el ejemplo de una aeronave, numerosos elementos están constituidos por materiales compuestos que combinan un bajo peso y una alta resistencia mecánica.

Actualmente, los suelos o los elementos de revestimiento de paredes están compuestos mayoritariamente de paneles compuestos que comprenden un alma central en forma de nido de abeja (o "nida"), es decir, dos "pieles" fijadas a una y otra parte del nido. Estas pieles comprenden una o varias capas de materiales idénticos o diferentes.

15 En particular, los paneles compuestos utilizados actualmente están constituidos por un apilamiento de capas constituidas por un material de alma en Nida de aluminio 1/8 (malla de 3,2 mm) de densidad 98 kg/m³, de la marca Hexcel© o de la marca Alcore Brigantine© y de una piel externa de tipo poli (parafenileno tereftalamida) 20914 (más conocido bajo su nombre comercial del Kevlar®), tejido según una armadura de tipo 4H satén, y previamente impregnado con una resina epoxi 1454 de la marca Hexcel©.

20 El revestimiento se hace manualmente, con la posibilidad de recubrir el conjunto con capas de tejidos decorativos, sin impacto sobre la resistencia mecánica de los paneles.

Están previstas unas piezas de inserción de fijación para fijar estos paneles sobre unos soportes en la posición de utilización. Las piezas de inserción actualmente utilizadas son de acero inoxidable pegados con la ayuda de un pegamento estructural o de tipo resina de densificación, de 30 mm de diámetro.

25 Los bordes de cada panel están recubiertos con una resina de ribeteado específica de densidad 0,68.

Los paneles actuales presentan la ventaja de ser muy resistentes al pelado, es decir, a la separación de las diferentes capas. Éstos constituyen, por lo tanto, suelos resistentes al desgaste y a la fricción, generados por el paso de los usuarios.

30 Sin embargo, los paneles actuales presentan numerosos inconvenientes. Su masa resulta siempre demasiado elevada con respecto a las exigencias de construcción cada vez más restrictivas en relación con las aeronaves.

Además, éstos presentan una flexión más importante bajo una carga local que un panel según la invención que comprende pieles en carbono. Este fenómeno se produce por el hecho de que la fibra de Kevlar® utilizada para las pieles es una fibra más elástica que la fibra de carbono.

35 Finalmente, éstos tienen una escasa resistencia al impacto y necesitan estar recubiertos por una capa protectora, por ejemplo, de alfombra. El documento US2010055384 divulga un panel que comprende: un alma de fibra de meta – aramida en forma de nido de abeja, a ambos lados de la cual están dispuestas dos pieles que comprenden cada una: una capa interna en contacto con el alma en forma de nido de abeja y que comprende un manto de fibras de carbono unidireccionales orientadas, de módulo de elasticidad medio y de 125 g/m² de masa; una capa externa, en contacto con la capa interna, que comprende: un segundo manto de fibras de carbono unidireccionales orientadas
40 según un ángulo de 45°, de módulo de elasticidad medio y de 123 g/m² de masa, y una capa de fibra de vidrio en el exterior.

La presente invención tiene como objetivo, por lo tanto, permitir la realización de un suelo o de elementos de revestimiento de pared ligeros, rígidos bajo una carga local, y resistentes a los impactos y al pelado.

45 La invención propone reemplazar el alma en forma de nido de abeja de aluminio por un alma en forma de nido de abeja de Kevlar®.

Este material es conocido por su gran sensibilidad al pelado y no es, en la práctica, utilizado para realizar las almas en forma de nido de abeja para este tipo de paneles.

La presente invención permite, en particular, la utilización de un material como tal para el alma en forma de nido de abeja a la vez que se conservan excelentes propiedades contra el pelado pero también, propiedades mecánicas.

50 Con este fin, la invención tiene como objeto un panel de material compuesto, caracterizado por que éste comprende:

ES 2 648 596 T3

- un alma en forma de nido de abeja de poli (parafenileno tereftalamida), a uno y otro lado de la cual están dispuestas:
- una capa interna en contacto con el alma en forma de nido de abeja, que comprende:
 - 5 – un tejido de fibra de vidrio E impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi, y de masa menor o igual a 30 g/m^2 , estando el tejido en contacto con el alma en forma de nido de abeja; y
 - un manto de fibras de carbono unidireccionales orientadas según una primera dirección, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m^2 y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi;
- 10 • una capa externa, en contacto con la capa interna correspondiente, que comprende:
 - 15 – un manto de fibras de carbono unidireccionales orientadas según una segunda dirección diferente a la primera dirección del manto de fibras de carbono de la capa interna, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m^2 y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi; estando el manto de fibras de carbono unidireccionales de cada capa externa al lado del manto de fibras de carbono unidireccionales de la capa interna correspondiente; y
 - un tejido de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m^2 y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi.

20 Es en particular la presencia de un velo de un tejido de fibra de vidrio E sobre impregnado con resina epoxi (por lo menos un 70% de impregnación) que se encuentra en contacto con el nido de abeja de Kevlar® lo que permite obtener una resistencia al pelado tan importante como la de los paneles del estado de la técnica. Este velo de vidrio se encuentra igualmente sobre la cara exterior de la piel con el fin de aportar una protección frente a la corrosión inducida por el carbono (por ejemplo, corrosión de la subestructura en aluminio de los aviones) y a los impactos locales.

25 Según otros modos de realización:

- la resina epoxi puede ser auto extingible;
- el alma en forma de nido de abeja puede presentar una dirección L denominada “sentido de la cinta” y una dirección W denominada “sentido de expansión”, perpendicular a la dirección L, y en la cual la primera dirección de la capa de fibras de carbono unidireccionales es perpendicular a la dirección L de sentido de la cinta;
- 30 – la segunda dirección del manto de fibras de carbono de la capa externa puede formar un ángulo con la primera dirección del manto de fibras de carbono de la capa interna, comprendido entre 45° y 135° , con preferencia entre 60° y 120° , y ventajosamente de 90° ;
- el panel puede comprender, además, entre una capa interna y una capa externa, por lo menos un, con preferencia entre uno y cuatro manto(s) de fibras de carbono unidireccionales de masa menor o igual a 100 g/m^2 , previamente impregnado(s) entre un 30% y un 45% en peso de una resina epoxi, y orientado(s) según la misma segunda dirección que la de las fibras de carbono unidireccionales del manto de fibras de carbono unidireccionales de las capas externas;
- 35 – las fibras de vidrio E pueden presentar:
 - 40 • una resistencia a la tracción máxima igual a 3.400 MPa,
 - un módulo de elasticidad de 70.000 MPa aproximadamente y
 - una densidad relativa igual a $2,5 \text{ g/cm}^3$;
- las fibras de carbono pueden presentar:
 - 45 • una resistencia a la tracción máxima comprendida entre 4.000 y 7.000 MPa,
 - un módulo de elasticidad comprendido entre 275.000 y 300.000 MPa y
 - una densidad relativa igual a $1,8 \text{ g/cm}^3$;
- el panel puede comprender, además, un tejido de fibras de paramida asociado a una resina de Polietirimida (PEI); y / o

- el panel puede comprender, además, unas piezas de inserción de fijación de poliamida – imida (Torlon®).

La invención tiene igualmente como objeto un procedimiento de fabricación de un panel de material compuesto como el anterior, caracterizado por que éste comprende las etapas siguientes:

- 5 (a) depositar a uno y otro lado de un alma en forma de nido de abeja de poli (parafenileno tereftalamida), una capa interna que comprende:
- en contacto con el alma en forma de nido de abeja, un tejido de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m^2 , y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi, y
 - en contacto con el tejido de fibra de vidrio E, un manto de fibras de carbono unidireccionales de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m^2 y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi, dispuestas de manera tal que las fibras de carbono estén orientadas según una primera dirección;
- 10 (c) depositar sobre el manto de fibras de carbono unidireccionales de cada capa interna, una capa externa que comprende:
- al lado del manto de fibras de carbono unidireccionales de la capa interna correspondiente, un manto de fibras de carbono unidireccionales dispuestas de manera tal que las fibras estén orientadas según una segunda dirección, diferente a la primera dirección del manto de fibras de carbono de la capa interna, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m^2 y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi; y
 - en contacto con el manto de fibras de carbono unidireccionales orientadas según la segunda dirección, un tejido de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m^2 , y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi,
- 15 20

con el fin de obtener un apilamiento de capas de material compuesto.

Según otros modos de realización:

- 25 - el procedimiento puede comprender, además, una etapa (b), entre la etapa (a) y la etapa (c), de depósito de al menos un manto de fibras de carbono unidireccionales, de masa menor o igual a 100 g/m^2 , y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi, orientadas según la misma segunda dirección que la de las fibras de carbono unidireccionales del manto de fibras de carbono unidireccionales de las capas externas depositado en la etapa (c);
- 30 - previamente a la etapa (a), cada cara del alma en forma de nido de abeja puede estar mecanizada con una fresa que comprende una sierra en la extremidad de la fresa; y / o
- el panel puede estar mecanizado localmente sobre por lo menos una parte de su espesor, para crear unos orificios dentro de los cuales están unas piezas de inserción de fijación de poliamida – imida mantenidas en posición mediante un pegamento.

35 Otras características de la invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada a continuación, hecha con referencia a los dibujos anexos que representan, respectivamente:

- la figura 1, una vista esquemática en perspectiva de una capa en forma de nido de abeja utilizada en un panel según la invención;

- la figura 2, una vista esquemática en corte de un primer modo de realización de un panel según la invención;

40 - las figuras 3 a 7, unas vistas esquemáticas en corte de cinco modos de realización de un panel según la invención que comprende unas capas de refuerzo complementarias;

- la figura 8, una vista esquemática en corte del mecanizado de un alma en forma de nido de abeja de Kevlar® utilizada dentro de un panel según la invención; y

- la figura 9, una vista esquemática en corte de una pieza de inserción en un panel según la invención.

45 En la presente descripción, las palabras y descripciones utilizadas a continuación tienen las definiciones siguientes:

- manto: un manto es una disposición unidireccional de fibras no tejidas y mantenidas juntas por cualquier medio, tal como un pegamento, una resina, un adhesivo. Por oposición, un tejido es un entrelazado bidireccional (cadena y malla) de fibras entrecruzadas según uno o varios entramados (por ejemplo, tafetán, raso, sarga u otros);

- previamente impregnado: un manto o un tejido previamente impregnado comprende una resina mezclada en el manto o en el tejido en el transcurso de su fabricación, antes de la realización del panel.
- El porcentaje de impregnación o porcentaje de resina es la relación entre el peso total del manto o del tejido previamente impregnado y el peso de la resina, el total multiplicado por cien.

5 - Una fibra de vidrio de tipo E presenta las siguientes características químicas:

| | Vidrio de tipo E |
|---------------------------------|------------------|
| SiO ₂ | 53 – 55% |
| Al ₂ O ₃ | 14 – 15% |
| CaO | 17 – 23% |
| MgO | 1% |
| Na ₂ CO ₃ | 0,8% |
| B ₂ O ₃ | 0 - 8% |
| Fe ₂ O ₃ | 0,3% |
| TiO ₂ | 0,5% |
| ZrO ₂ | / |

Sus propiedades mecánicas serán entonces más o menos buenas según el tejido de esta última para la formación de un manto.

- 10 - Una capa que presenta una estructura en forma de nido de abeja (véase la figura 1) comprende tres direcciones perpendiculares entre sí: la dirección W denominada "sentido de expansión" (generalmente tomada como referencia angular: 0°), la dirección L denominada "sentido de la cinta", perpendicular a la dirección W (90° con respecto a la dirección W, que está a 0°), y la dirección h que representa la altura de la capa.
- 15 - Módulo medio: una fibra de carbono se denomina "de módulo medio" cuando ésta presenta un módulo de Young (o módulo de elasticidad) comprendido entre 275 y 300 GPa. Por el contrario, una fibra de carbono se denomina "de módulo alto" cuando ésta presenta un módulo de Young (o módulo de elasticidad) comprendido entre 350 y 450 GPa, y una fibra de carbono se denomina "de baja resistencia" o estándar cuando ésta presenta un módulo de Young (o módulo de elasticidad) inferior a 240 GPa.
- 20 - Las fibras de vidrio pueden ser clasificadas de la siguiente manera: las fibras de vidrio E denominadas "estándar" que presentan un módulo de Young (o módulo de elasticidad) de 70 GPa, las fibras de vidrio S y R denominadas "de alta resistencia" y que presentan un módulo de Young (o módulo de elasticidad) comprendido entre 85 y 90 GPa, y las fibras de vidrio D que ofrecen muy buenas propiedades dieléctricas. Igualmente, existen otras fibras de vidrio para la resistencia en medio básico (vidrio AR), en medio químico (vidrio C) y en medio ácido (vidrio E – CR).

25 Las figuras 2 a 7 representan modos de realización de un panel de material compuesto según la invención.

El panel 10 ilustrado en la figura 2 comprende:

- un alma en forma de nido de abeja de Kevlar® (poli (parafenileno tereftalamida)), a uno y otro lado de la cual están dispuestas:
- 30 • una capa interna 2 – 3 en contacto con el alma en forma de nido de abeja 1, y una capa externa 4 – 5, en contacto con la capa interna correspondiente (es decir, del mismo lado con respecto a la capa en forma de nido de abeja 1).

Cada capa interna 2 – 3 comprende:

- un tejido de fibra de vidrio E 2a – 3a de una masa menor o igual a 30 g/m² previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi. El tejido 2a – 3a está en contacto con el alma en forma de nido de abeja 1; y
- un manto 2b – 3b de fibras de carbono unidireccionales de módulo medio orientadas según una primera dirección, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m² y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi.

5

El tejido de fibra de vidrio de tipo E de escasa masa (menor o igual a 30 g/m²) sobrecargado de resina (más del 70% de resina epoxi) en contacto con la capa en forma de nido de abeja 1 permite obtener una excelente resistencia al pelado a pesar del uso del Kevlar® para el nido de abeja. Esta resistencia es tan importante como la de los paneles del estado de la técnica, e incluso mejor. La medida de resistencia al pelado ha sido efectuada por el método de medición denominado “de tambor ascendente”, conforme a las prescripciones de la certificación aeronáutica ASTM D1781.

10

El tejido de fibras de vidrio según la invención permite igualmente obtener una excelente protección frente a la corrosión inducida por el carbono (por ejemplo, corrosión de la subestructura en aluminio de los aviones) y a los impactos locales.

15

La medida de resistencia a la corrosión ha sido efectuada conforme a las prescripciones de la certificación aeronáutica ABD0031.

La medida de resistencia a los impactos locales ha sido efectuada conforme a las prescripciones de la certificación aeronáutica ASTM D3029 y a las prescripciones aeronáuticas Airbus© AITM1.0057.

20

El manto de fibras de carbono unidireccionales 2b – 3b está orientada según una primera dirección de orientación de las fibras de carbono. Ésta puede ser la dirección L del sentido de la cinta del nido de abeja (90°) o la dirección W perpendicular a este sentido de la cinta (0°), es decir la dirección del sentido de expansión.

Ventajosamente, la primera dirección de orientación de las fibras de carbono de los mantos 2b – 3b es dirección W, perpendicular al sentido de la cinta (0°), es decir, la dirección del sentido de expansión.

25

En la figura 2, esta orientación está esquematizada por una línea de puntos que representa las fibras en corte transversal. Por supuesto, esta representación no está a escala y, en la realidad, las fibras están mucho más próximas unas a las otras.

Esta disposición permite un aumento de resistencia del panel a la deformación superior de aproximadamente un 4%, al nivel de la deformada.

30

Cada capa externa 4 – 5 comprende:

- un manto 4a – 5a de fibras de carbono unidireccionales de módulo medio, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m² y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi.
- un tejido de fibra de vidrio E 4b – 5b de una masa menor o igual a 30 g/m² previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi. El tejido 4b – 5b está en contacto con el medio ambiente.

35

Los mantos 4a – 5a están dispuestos al lado de los mantos 2b – 3b de fibras de carbono unidireccionales de la capa interna correspondiente.

Las fibras de carbono unidireccionales de los mantos 4a – 5a están orientadas según una segunda dirección diferente a la primera dirección del manto 2b – 3b de fibras de carbono de la capa interna.

40

La segunda dirección del manto de fibras de carbono de la capa externa forma un ángulo con la primera dirección W del manto de fibras de carbono de la capa interna, comprendido entre 45° y 135°, con preferencia entre 60° y 120°.

Ventajosamente, el ángulo entre la segunda y la primera dirección es de 90° (+/- 3°). Dicho de otro modo, las fibras de carbono del manto de una capa externa son perpendiculares a las fibras de carbono del manto de la capa interna correspondiente. Esto significa que la segunda dirección de orientación de las fibras de carbono de los mantos 2b – 3b es la dirección L del sentido de la cinta.

45

El respeto de un posicionamiento perpendicular de las fibras de carbono de la capa externa con respecto a las fibras de carbono de la capa interna correspondiente, permite garantizar una mejor resistencia de la capa externa a la deformación, pero también al impacto y a los esfuerzos mecánicos, que si el ángulo entre los dos mantos es diferente de 90° (+/- 3°).

50

La resina epoxi utilizada para impregnar los mantos 2b – 3b – 4a – 5a de fibra de carbono y los tejidos 2a – 3a – 4b – 5b de fibra de vidrio es una resina epoxi evolucionada de tipo EP137 de la marca Gurit© que responde a las

ES 2 648 596 T3

exigencias de resistencia al fuego de la norma aeronáutica FAR 25.853 pero también de emanación de humos, de toxicidad y de emisión de calor de la certificación aeronáutica ABD0031.

Las fibras de carbono presentan:

- 5 • una resistencia a la tracción máxima con preferencia igual a 5.600 MPa. La resistencia a la tracción máxima puede estar comprendida entre 4.000 y 7.000 MPa;
- un módulo de elasticidad de 290.000 MPa. El módulo de elasticidad puede estar comprendido entre 275.000 y 300.000 MPa; y
- una densidad relativa igual a 1,8 g/cm³.

El tejido 4b – 5b de fibra de vidrio utilizado en las capas externas es idéntico al utilizado en las capas internas.

10 Las fibras de vidrio E presentan:

- una resistencia a la tracción máxima con preferencia igual a 3.400 MPa,
- un módulo de elasticidad del orden de 70.000 MPa,
- una densidad relativa igual a 2,5 g/cm³.

La resistencia a la tracción máxima y el módulo de elasticidad están medidos por el método ASTM D3379.

15 La densidad relativa está medida por el método ASTM D3800.

La utilización, en las capas internas y externas, de fibras de carbono unidireccionales con módulo de elasticidad medio permite una mejor resistencia a los esfuerzos con respecto a las fibras de carbono de alta resistencia.

Para fabricar un panel de material compuesto según la invención, se implementa el procedimiento siguiente:

20 En una etapa (a), se deposita a uno y otro lado de un alma en forma de nido de abeja 1 de poli (parafenileno tereftalamida), una capa interna 2 – 3, que comprende:

- en contacto con el alma 1 en forma de nido de abeja, un tejido 2a – 3a de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m², y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi, y
- 25 – en contacto con el tejido 2a – 3a de fibra de vidrio E, un manto 2b – 3b de fibras de carbono unidireccionales de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m² y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi, y dispuestas de manera tal que las fibras de carbono estén orientadas según una primera dirección;

En una etapa (c), depositar sobre el manto 2b – 3b de fibras de carbono unidireccionales de cada capa interna 2 – 3, una capa externa 4 – 5 que comprende:

- 30 – al lado del manto 2b – 3b de fibras de carbono unidireccionales de la capa interna correspondiente, un manto 4a – 5a de fibras de carbono unidireccionales dispuestas de manera tal que las fibras estén orientadas según una segunda dirección, diferente a la primera dirección del manto 2b – 3b de fibras de carbono de la capa interna, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m² y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi; y
- 35 – en contacto con el manto 4a – 5a de fibras de carbono unidireccionales orientadas según la segunda dirección, un tejido 4b – 5b de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m², y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi,

con el fin de obtener un apilamiento de capas de material compuesto.

40 Para ciertas aplicaciones, se puede aumentar el número de mantos de fibra de carbono con el fin de responder a necesidades de rigidez adicional. Para esto, entre la etapa (a) y la etapa (c), unas capas intermedias, constituidas cada una por un solo manto de fibras de carbono unidireccionales, se depositan según la misma segunda dirección que la de las fibras de carbono unidireccionales del manto de fibras de carbono unidireccionales de las capas externas depositadas en la etapa (c).

Después de la implementación de la etapa (c), estas capas intermedias son intercaladas entre las capas internas y las capas externas.

45 Los mantos de fibra de carbono utilizados en las capas intermedias son idénticos a los utilizados en las capas internas y externas.

Estos modos de realización son ilustrados en las figuras 3 a 6, en las cuales el panel comprende, respectivamente, una (6a), dos (6a – 6b), tres (6a – 6b – 6c), cuatro (6a, 6b, 6c, 6d) y cinco (6a, 6b, 6c, 6d, 6e) mantos adicionales de fibra de carbono de masa escasa (menor o igual a 100 g/m²), de módulo de elasticidad medio y previamente impregnados de una resina epoxi auto extingible (de 30% a 40% en peso de impregnación).

- 5 Según la invención, la orientación de los mantos adicionales de fibra de carbono unidireccionales es siempre según el sentido de la cinta (90°).

Esta disposición permite obtener un panel que presenta una resistencia óptima a la deformación de los paneles con respecto al peso global del panel.

- 10 El alma 1 en forma de nido de abeja de Kevlar® (poli (parafenileno tereftalamida)) presenta ventajosamente una densidad comprendida entre 72 kg/m³ y 96 kg/m³.

- 15 El alma 1 en forma de nido de abeja utilizada presenta ventajosamente un tamaño de malla de 0,4 mm y un espesor de papel comprendido entre 70 μm y 72 μm. La altura h del alma 1 se calcula en función del espesor de la piel (constituida por una capa interna, una capa externa y, eventualmente, una o varias capas intermedias) y el espesor del panel de material compuesto demandado por los constructores aeronáuticos con el fin de satisfacer las prescripciones requeridas para el panel.

Por ejemplo, un manto de fibras de carbono unidireccionales y su velo de fibra de vidrio E tiene un espesor de 0,125 mm. Un manto solo de fibras de carbono unidireccionales tiene un espesor de 0,1 mm.

Por ejemplo:

- 20
- para el modo de realización de la figura 2, la altura h del alma 1 es de 9,5 mm con el fin de responder a la necesidad de un panel de 10 mm de espesor (alma y pieles unidas);
 - para el modo de realización de la figura 3, la altura h del alma 1 es de 9,3 mm;
 - para el modo de realización de la figura 4, la altura h del alma 1 es de 15,1 mm con el fin de responder a la necesidad de un panel de 16 mm de espesor (alma y pieles unidas);
 - para el modo de realización de la figura 5, la altura h del alma 1 es de 14,9 mm;
- 25
- para el modo de realización de la figura 6, la altura h del alma 1 es de 14,7 mm;
 - para el modo de realización de la figura 7, la altura h del alma 1 es de 9,5 mm;

La utilización de un alma 1 de densidad 96 kg/m³ está recomendada para poder respetar las restricciones de perforación del orden de 150 daN (por ejemplo por un tacón de aguja) pero también de resistencia a la compresión y al cizallamiento.

- 30 Gracias al apilamiento según la invención, se obtiene un panel de material compuesto que posee un buen comportamiento frente al impacto (resistencia hasta 12 J) en comparación con los 7,2 J obtenidos por los paneles anteriores constituidos por un tejido de Kevlar que recubre un alma en forma de nido de abeja de aluminio.

La resistencia al impacto de los paneles se mide con la ayuda de una torre de caída libre según la norma AITM 1.0057 de Airbus®.

- 35 Para ciertas realizaciones, la densidad del alma 1 puede ser de 72 kg/m³ para un espesor de papel comprendido entre 45 μm y 47 μm. La utilización de este Nida se elegirá cuando se pueda eliminar la necesidad de perforación o si el espesor de piel (presencia de una o varias capas intermedias) es suficiente para respetar la restricción de perforación de 150 daN.

- 40 Si es necesario un aumento de robustez del conjunto, se puede aplicar una capa externa 11 (véase la figura 7) de tipo para – aramida / polieterimida (PEI) que puede ser de hasta 350 g/m² sobre la cara externa (capa 4b en tejidos de fibra de vidrio E) de por lo menos una de las capas externas del panel de material compuesto. Esta capa externa, de un espesor de 0,250 mm, garantiza la protección frente al impacto del conjunto del panel de material compuesto hasta 16J a la vez que se optimiza la cantidad de masa y se la disminuye al máximo.

- 45 La resistencia al impacto de los paneles se mide con la ayuda de una torre de caída libre según la norma AITM 1.0057 de Airbus®.

El panel de material compuesto según la invención permite aplicar esta capa en frío utilizando un pegamento de tipo Montaprene 2796© que aumenta la resistencia y la amortiguación del impacto gracias a su flexibilidad.

El pegado en frío permite unir estos materiales incluso cuando éstos tienen coeficientes de dilatación muy diferentes.

Con los paneles de la técnica anterior, el pegado hubiera tenido que hacerse en caliente, lo cual obliga a equilibrar el panel y, por lo tanto, a recubrir las dos capas externas de esta capa de para – aramida / PEI.

5 Las características del panel según la invención, en particular la presencia hacia el exterior de un tejido de fibra de vidrio E y, en el interior, de mantos de fibra de carbono que presentan orientaciones diferentes, permite evitar tener que equilibrar los paneles (pegado de una capa de para – aramida / PEI sobre una sola cara), y por lo tanto limitar el peso general del panel.

El estado de superficie del alma 1 de Kevlar® es un dato importante para el cumplimiento de las condiciones de pelado. Este pelado debe ser próximo al obtenido con un nido de abeja de la técnica anterior (aluminio) con el fin de conservar un pelado superior a 15 daN.

10 Con este fin, como se ilustra en la figura 8, previamente a la etapa (a), la invención propone mecanizar cada cara del alma 1 de Kevlar® con la ayuda de una fresa 20 que comprende una extremidad en contacto con un árbol de rotación 21 y una extremidad libre que comprende una sierra 22. Este tipo de fresa es fabricado en particular por Neuhauser – Controx GmbH (por ejemplo, una fresa de múltiples dientes con revestimiento de diamantes y placa de corte PVD de referencia 7300 – 017 – 050 – 23 – 10).

15 La utilización de este tipo de fresa permite suprimir cualquier rebaba de fabricación y obtener un estado de superficie tal que, cuando la capa interna está pegada sobre el alma, el pelado es superior a 15 daN, lo cual nunca se había obtenido con un nido de abeja de Kevlar.

Habiendo sido especificada la orientación de los mantos con anterioridad, el montaje (procedimiento de colocación de las capas) debe respetar las restricciones siguientes:

20 • es esencial que todas las pelusas o rebabas en la superficie del alma 1 sean o hayan sido eliminadas bajo pena de disminuir drásticamente la resistencia al pelado de las capas, pero también de disminuir drásticamente la resistencia mecánica del panel. Por lo tanto, es necesario utilizar un alma en forma de nido de abeja de Kevlar® desprovisto de rebabas.

25 • las tiras de mantos de fibra de carbono unidireccionales no deben recubrirse durante la colocación de los mismos, uno al lado del otro, bajo pena de disminuir drásticamente la resistencia al pelado y la resistencia mecánica (flexión) del panel. El intervalo de tolerancia de colocación entre dos tiras es de 0 a 2 mm.

El panel de material compuesto según la invención permite la utilización de componentes que influyen directamente en la disminución de la masa del conjunto.

30 De este modo, es posible utilizar unas piezas de inserción de fijación 30 (véase la figura 9) de materiales ligeros no metálicos, tales como la poliamida – imida comercializada bajo la marca Torlon®, en lugar de las piezas de inserción de acero inoxidable utilizadas en los paneles del estado de la técnica.

Se pueden utilizar las siguientes piezas de inserción:

- pieza de inserción flotante tipo AEP1035 – 3S375 ó
- pieza de inserción fija tipo AEP1036 – 3 – 12,

35 de la empresa Advanced Engineered Products, Inc.

40 Este tipo de pieza de inserción de Torlon® permite un aumento de un 50% de masa sobre cada fijación necesaria para la terminación. La utilización de este tipo de piezas de inserción se hace posible gracias a la presencia del tejido 2a – 3a bajo la capa 2b – 3b de fibras de carbono unidireccionales que aumenta considerablemente la resistencia de la piel sobre el alma 1 en forma de nido de abeja de Kevlar®. Esta resistencia superior al pelado de la piel permite de este modo, gracias al trepanado del Nida, distribuir mejor los esfuerzos producidos en la pieza de inserción y, por lo tanto, hacer trabajar al conjunto del complejo (nida + piel + pieza de inserción + pegamento de la pieza de inserción) y no solamente a la pieza de inserción y a su pegamento.

45 Para fijar estas piezas de inserción 30 dentro del panel, el panel es mecanizado localmente sobre por lo menos una parte de su espesor, para crear unos orificios dentro de los cuales están dispuestas las piezas de inserción de fijación de poliamida – imida. El mecanizado es, por ejemplo, un trepanado de un diámetro superior en 3 mm al de la pieza de inserción. A continuación, se posiciona el inserto y el espacio entre la pieza de inserción y el panel se rellena con un pegamento estructural de tipo ADEKIT® A171/H9971 de la marca AXSON®. Este pegamento asegura la estabilidad del inserto y garantiza su resistencia a los esfuerzos de tracción y de cizallamiento requeridos por los constructores aeronáuticos en sus especificaciones técnicas.

50 La invención permite, por lo tanto, obtener un panel de material compuesto ligero y también eficiente, incluso más eficiente que los paneles del estado de la técnica.

Los paneles según la invención pueden ser utilizados como suelos compuestos, tabiques compuestos, paneles de revestimiento compuestos, muebles o estructuras compuestas.

REIVINDICACIONES

1. Panel de material compuesto (10), caracterizado por que éste comprende:
 - un alma (1) en forma de nido de abeja de poli (parafenileno tereftalamida), a uno y otro lado de la cual están dispuestas dos pieles que comprenden, cada una:

- 5 • una capa interna (2, 3) en contacto con el alma (1) en forma de nido de abeja, y que comprende:
 - un tejido (2a, 3a) de fibra de vidrio E impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi, y de masa menor o igual a 30 g/m², estando el tejido (2a, 3a) en contacto con el alma (1) en forma de nido de abeja; y

- 10 – un manto (2b, 3b) de fibras de carbono unidireccionales orientadas según una primera dirección, de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m² y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi;

- una capa externa (4, 5), en contacto con la capa interna (2, 3) correspondiente, que comprende:
 - un manto (4a, 5a) de fibras de carbono unidireccionales orientadas según una segunda dirección diferente a la primera dirección del manto (2b, 3b) de fibras de carbono de la capa interna (2, 3), de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m² y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi; estando el manto (4a, 5a) de fibras de carbono unidireccionales de cada capa externa (4, 5) al lado del manto (2b, 3b) de fibras de carbono unidireccionales de la capa interna correspondiente (2, 3); y
 - un tejido (4b, 5b) de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m² y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi.

2. Panel de material compuesto según la reivindicación 1, en el cual la resina epoxi es auto extingible.

3. Panel de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el cual el alma (1) en forma de nido de abeja presenta una dirección L denominada "sentido de la cinta" y una dirección W denominada "sentido de expansión", perpendicular a la dirección L, y en el cual la primera dirección de la capa de fibras de carbono unidireccionales es perpendicular a la dirección L de sentido de la cinta.

4. Panel de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la segunda dirección del manto de fibras de carbono de la capa externa forma un ángulo con la primera dirección del manto de fibras de carbono de la capa interna, comprendido entre 45° y 135°, con preferencia entre 60° y 120°, y ventajosamente de 90°.

5. Panel de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, entre una capa interna (2, 3) y una capa externa (4, 5), por lo menos un, con preferencia entre uno y cuatro manto(s) (6, 7, 8, 9) de fibras de carbono unidireccionales de masa menor o igual a 100 g/m², previamente impregnado(s) entre un 30% y un 45% en peso de una resina epoxi, y orientado(s) según la misma segunda dirección que la de las fibras de carbono unidireccionales del manto (4a, 5a) de fibras de carbono unidireccionales de las capas externas.

6. Panel de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual:
 - Las fibras de vidrio E presentan:
 - una resistencia a la tracción máxima igual a 3.400 MPa,
 - un módulo de elasticidad de 70.000 MPa aproximadamente y
 - una densidad relativa igual a 2,5 g/cm³.
 - Las fibras de carbono presentan:
 - una resistencia a la tracción máxima comprendida entre 4.000 y 7.000 MPa,
 - un módulo de elasticidad comprendido entre 275.000 y 300.000 MPa y
 - una densidad relativa igual a 1,8 g/cm³.

7. Panel de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un tejido (11) de fibras de paramida, asociado a una resina de Polieterimida (PEI).

8. Panel de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, unas piezas de inserción de fijación (30) de poliamida – imida (Torlon®).
9. Procedimiento de fabricación de un panel de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que éste comprende las etapas siguientes:
- 5 (a) depositar a uno y otro lado de un alma (1) en forma de nido de abeja de poli (parafenileno tereftalamida), una capa interna (2, 3) que comprende:
- en contacto con el alma (1) en forma de nido de abeja, un tejido (2a, 3a) de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m^2 , y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi, y
 - en contacto con el tejido de fibra de vidrio E, un manto (2b, 3b) de fibras de carbono unidireccionales de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m^2 y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi, dispuestas de manera tal que las fibras de carbono estén orientadas según una primera dirección;
- 10 (c) depositar al lado del manto (2b, 3b) de fibras de carbono unidireccionales de cada capa interna (2, 3), una capa externa (4, 5) que comprende:
- 15 - al lado del manto (2b, 3b) de fibras de carbono unidireccionales de la capa interna (2, 3) correspondiente, un manto (4a, 5a) de fibras de carbono unidireccionales dispuestas de manera tal que las fibras estén orientadas según una segunda dirección, diferente a la primera dirección del manto (2b, 3b) de fibras de carbono de la capa interna (2, 3), de módulo de elasticidad comprendido entre 275 y 300 GPa, de masa menor o igual a 100 g/m^2 y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi; y
 - 20 - en contacto con el manto (4a, 5a) de fibras de carbono unidireccionales orientadas según la segunda dirección, un tejido (4b, 5b) de fibra de vidrio E de masa menor o igual a 30 g/m^2 , y previamente impregnado con por lo menos un 70% en peso de resina epoxi, con el fin de obtener un apilamiento de capas de material compuesto (10).
10. Procedimiento de fabricación según la reivindicación anterior, que comprende, además, una etapa (b), entre la etapa (a) y la etapa (c), de depósito de al menos un manto (6, 7, 8, 9) de fibras de carbono unidireccionales, de masa menor o igual a 100 g/m^2 , y previamente impregnado entre un 30% y un 40% en peso de una resina epoxi, orientado(s) según la misma segunda dirección que la de las fibras de carbono unidireccionales del manto (4a, 5a) de fibras de carbono unidireccionales de las capas externas depositado en la etapa (c).
11. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, en el cual, previamente a la etapa (a), cada cara del alma en forma de nido de abeja está mecanizada con una fresa (20) que comprende una sierra (22) en la extremidad de la fresa.
12. Procedimiento de fabricación según la reivindicación anterior, en el cual el panel (10) está mecanizado localmente sobre por lo menos una parte de su espesor, para crear unos orificios dentro de los cuales están dispuestas unas piezas de inserción de fijación (30) de poliamida – imida mantenidas en posición mediante un pegamento.
- 35

Fig. 1

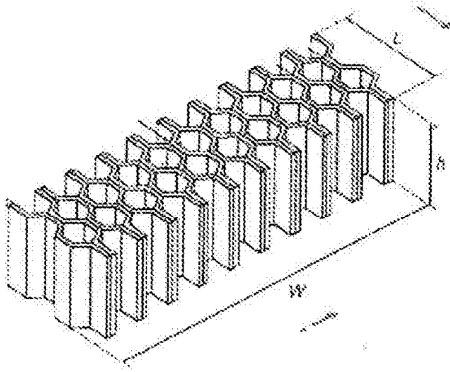


Fig. 2

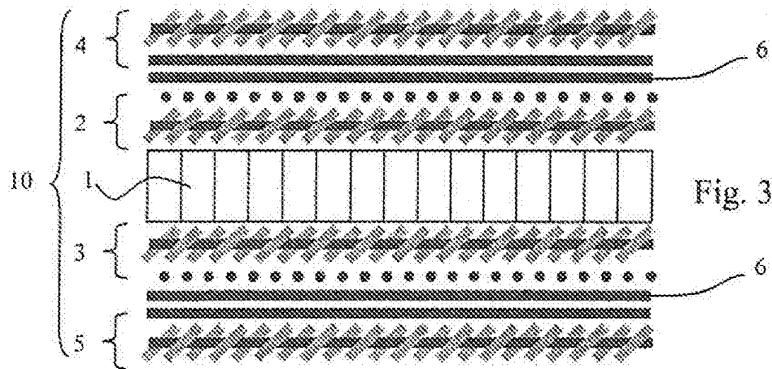
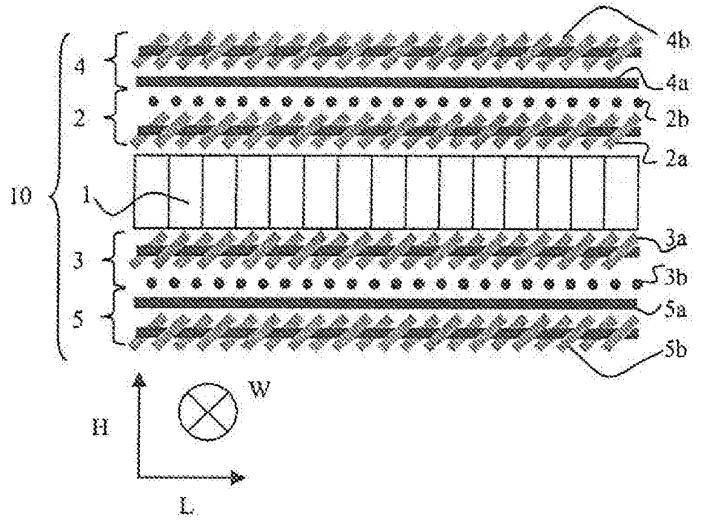
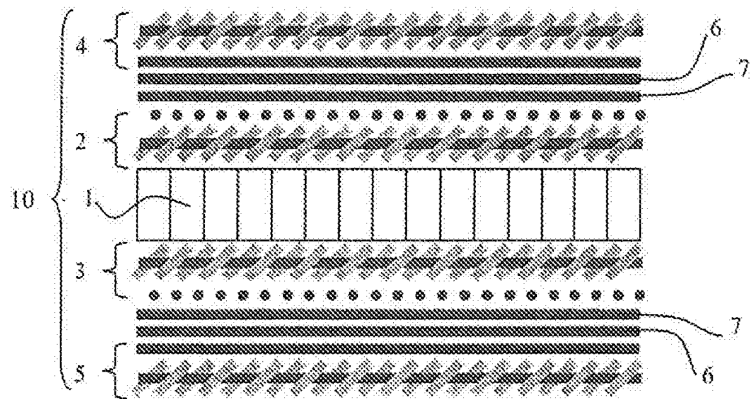


Fig. 3

Fig. 4



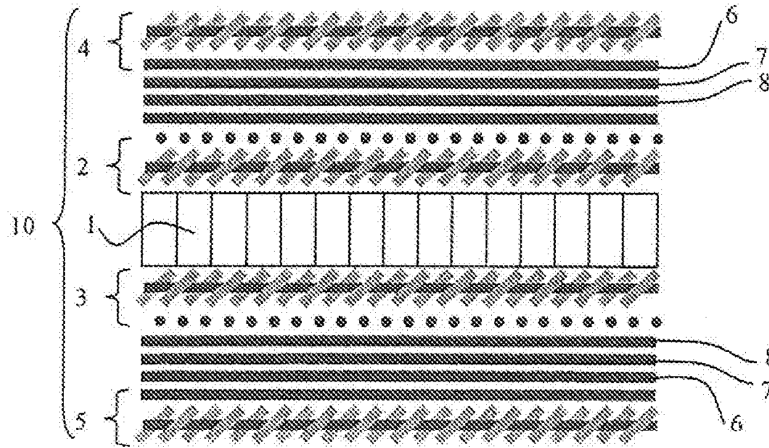


Fig. 5

Fig. 6

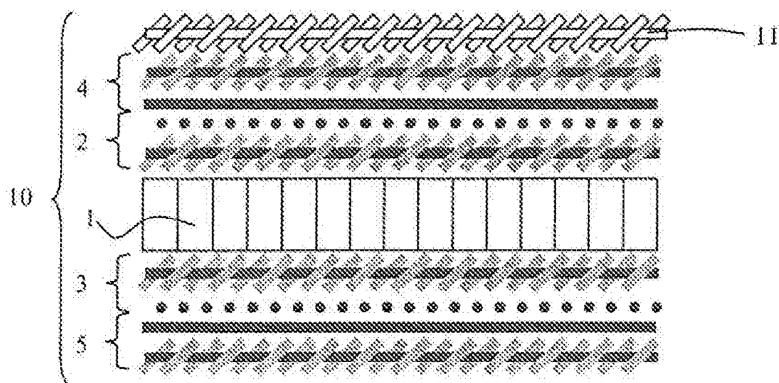
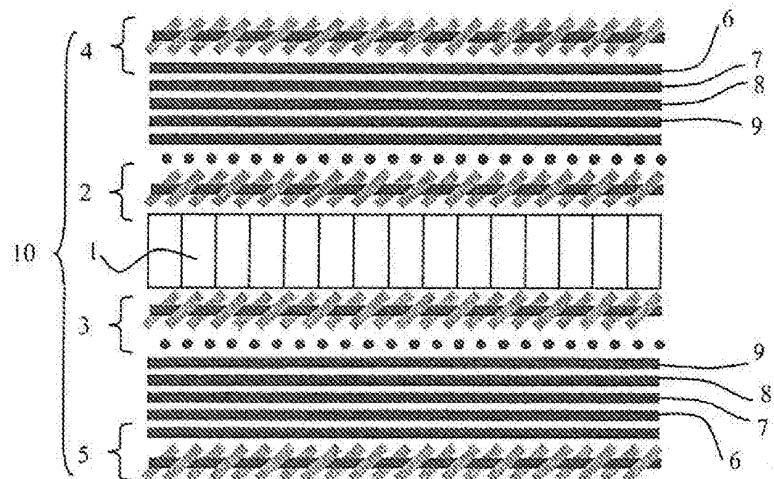


Fig. 7

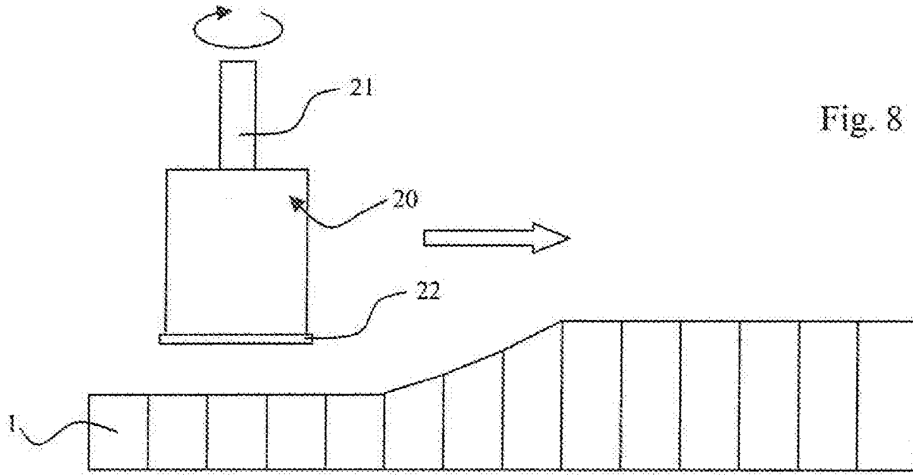


Fig. 8

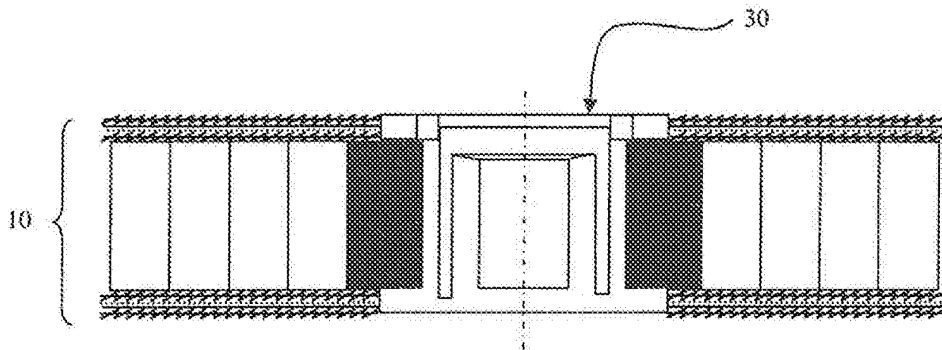


Fig. 9