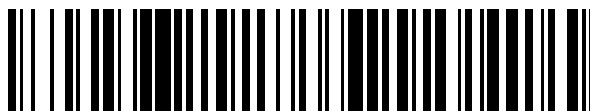


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 406**

51 Int. Cl.:

B32B 3/24 (2006.01)

B64D 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2009** **E 09796680 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013** **EP 2373484**

54 Título: **Pieza de material compuesto que incluye unos medios de protección contra el rayo**

30 Prioridad:

15.12.2008 FR 0858577

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.02.2014

73 Titular/es:

**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND
SPACE COMPANY EADS FRANCE (100.0%)
37 Bld de Montmorency
75016 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CAVALIERE, FRÉDÉRIC y
ALIAGA, DANIEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 441 406 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).

DESCRIPCION

Pieza de material compuesto que incluye unos medios de protección contra el rayo

El presente invento entra en el campo de las piezas de material compuesto, y más particularmente de tales piezas que incluyen unos medios de protección contra los efectos del rayo.

- 5 El invento de refiere más particularmente a las piezas realizadas en material compuesto formado a base de resina del tipo termoendurecible.

La utilización de materiales compuestos está ampliamente expandida en nuestros días en numerosos campos industriales, como por ejemplo el de la construcción de automóviles, el de la construcción aeronáutica o incluso en el de la construcción de edificios, por el hecho especialmente del ahorro de masa que estos materiales permiten obtener con respecto a los materiales convencionales, con propiedades mecánicas equivalentes.

10 Los materiales compuestos a los que se dirige el presente invento están constituidos por fibras bañadas en una resina polímera. Estas fibras son en general largas, y pueden estar tejidas o no, minerales u orgánicas, tales como por ejemplo las fibras de vidrio o de carbono. Están mantenidas por una matriz de resina polímera orgánica, que puede ser de tipo termoplástico o termoendurecible. Para este último tipo de resina, al que se aplica de una manera más específica el invento, el reticulado es iniciado por el calor, y es irreversible.

La fabricación de piezas de material compuesto formado a base de resina termoendurecible se efectúa de manera clásica mediante la utilización de un molde. Capas de fibras impregnadas de resina no endurecida son depositadas y apiladas plegadas un un molde abierto cuya superficie de moldeo presenta la forma de la pieza a realizar, de tal manera que forman un estratificado compuesto. Estas capas son recubiertas de eventuales productos envolventes, constituidos generalmente por un tejido de bombeo del excedente de resina y un tejido de drenaje que pueden estar separados por películas plásticas, y a continuación por una vejiga flexible que configura entre ella y el molde un volumen que permite la puesta bajo presión del plegado, bajo el efecto de la presión atmosférica, como consecuencia de un vacío parcial del citado volumen, de tal manera que se asegura el compactado de los diferentes pliegues entre sí. Durante la puesta bajo presión, el tejido de drenaje dispuesto entre la pieza y la vejiga asegura el drenaje del aire y de los vapores de disolventes que emanan de la resina fuera del estratificado compuesto. El conjunto es sometido inmediatamente a cocción, por ejemplo en una autoclave, manteniendo el vacío parcial de tal manera que se realiza la polimerización de la resina y la cohesión del plegado, confiriendo a la pieza su rigidez y sus ventajosas características mecánicas. Los vapores de los disolventes que se desgasifican durante esta cocción continúan siendo drenados a través del tejido de drenaje. La pieza es finalmente desmoldeada. Según las técnicas utilizadas, para la obtención de piezas delgadas que llevan al menos una curvatura, el molde puede ser macho, es decir con la superficie de moldeo de la pieza principalmente convexa, o hembra, con la superficie de moldeo de la pieza principalmente cóncava.

El campo preferido de aplicación del invento, si bien no es limitativo, es la fabricación de piezas de estructura de aeronaves, especialmente de paneles o de trozos del fuselaje. Tales piezas son en general delgadas y presentan una curvatura. Están particularmente expuestas, durante su uso, en particular durante el vuelo, a impactos de rayos. Se comprende fácilmente que es esencial que estén protegidas contra los nefastos efectos de estos impactos. Un problema ligado a la utilización de materiales compuestos es que estos últimos presentan intrínsecamente un mal comportamiento como respuesta a los impactos de rayos. En general son eléctricamente aislantes o poco conductores, si bien son incapaces de evacuar la corriente asociada a los rayos. Esto engendra un fuerte riesgo de daños en la estructura en el punto del impacto.

Para remediar este gran inconveniente, es habitual incluir en las piezas de materiales compuestos que forman paneles de fuselaje, en general en su superficie exterior, una capa eléctricamente conductora de protección contra los rayos, especialmente bajo la forma de un enrejado metálico. Tal característica tiene como efecto mejorar la conductividad de la pieza. La corriente del rayo se dispersa entonces por la superficie de la pieza, a lo largo de los hilos del enrejado, y se mejora la repuesta de la pieza a los rayos. Tal solución nos es sin embargo completamente satisfactoria, pues la conductividad de la pieza así constituida no es homogénea por razón de la anisotropía del enrejado. Además, las piezas así formadas están penalizadas por la masa necesaria de los enrejados realizados en bronce o en una aleación de cobre que alcanza generalmente entre 80 y 300 g/m², y cuyas mallas están llenas de resina, lo que hace más pesado el conjunto y va en contra de las constantes exigencias de optimización de la masa de las piezas constitutivas de las aeronaves.

El presente invento trata de remediar los inconvenientes de las piezas de materiales compuestos existentes que incluyen una protección contra los efectos de los rayos, especialmente los expuestos anteriormente, proponiendo una pieza de este tipo que ofrezca un elevado grado de protección contra los efectos de los rayos y que además pueda ser fabricada, de una forma que incluya directamente los medios de protección contra los rayos, mediante las técnicas de moldeo empleadas de forma clásica para la fabricación de piezas compuestas a base de resinas termoendurecibles, incluyendo la utilización de un molde denominado macho. El invento trata igualmente de que esta pieza presente una masa lo más pequeña posible, para responder especialmente a las exigencias de optimización de la masa de los elementos utilizados para constituir aeronaves.

Por razones de comodidad, se utilizarán en toda la presente descripción los términos protección contra los rayos para designar la protección contra los efectos de los rayos, quedando bien entendido que no se trata aquí de evitar que los rayos toquen la pieza, sino más bien de conseguir que los efectos de los rayos sobre esta última sean gestionados de la manera más ventajosa para asegurar que no sean mortales para la pieza, y de una manera más general para el aparato en el cual está incluida.

Según el invento, una pieza de material compuesto formado a base de resina termoendurecible, que incluye unos medios de protección contra los rayos, se caracteriza por que los medios de protección contra los rayos están compuestos, en una superficie superior de la pieza susceptible de estar expuesta a los impactos de los rayos, por una capa continua de una hoja metálica que presenta unas perforaciones según una tasa de perforación superficial, que expresa la superficie ocupada por las perforaciones en la hoja con respecto a la superficie total de la hoja, que está comprendida entre 0,005 % y 20 %.

De manera absolutamente ventajosa, la superficie de cada una de las perforaciones es además igual o inferior a 20 mm².

Por capa continua de una hoja metálica se engloba también aquí tanto el caso en el que la capa está constituida por una sola hoja, que ocupa toda la superficie de la pieza susceptible de estar expuesta a los impactos de los rayos, como el caso en el que esta capa está constituida de una pluralidad de hojas metálicas yuxtapuestas, de preferencia sensiblemente idénticas las unas a las otras, que constituyen en conjunto la totalidad de la capa. Estas hojas entonces se recubren las unas a las otras al nivel de sus respectivos bordes, de tal manera que aseguran la continuidad de la capa de metalización en toda la superficie deseada de la pieza. Este último caso, utilizando una pluralidad de hojas, se consagra como el más frecuente en la práctica, en particular en el campo de las piezas de la estructura de las aeronaves, debido a las importantes dimensiones de estas piezas.

La superficie exterior de la pieza susceptible de estar expuesta a los impactos de los rayos corresponde en general de manera sensible a la superficie exterior total de la pieza. Por razones de comodidad práctica en el uso industrial, es particularmente ventajoso en todos los casos prever que la totalidad de la superficie superior de la pieza sea recubierta de la capa de metalización.

En el marco del campo de aplicación preferido del invento en el que la pieza es un panel o un trozo de fuselaje de una aeronave, en el aparato terminado, la superficie superior de la pieza es la que se encuentra expuesta hacia el exterior del aparato, y es sobre ella sobre la que es susceptible de golpear el rayo. La capa de metalización, formada por hojas metálicas eléctricamente conductoras, está dispuesta de una manera ventajosa al nivel de esta superficie superior, si bien la corriente del rayo es dispersada sobre la superficie de esta capa desde su entrada en contacto con la pieza.

La utilización de hojas metálicas según el invento se declara particularmente ventajosa, por una parte porque asegura una evacuación eficaz de las corrientes salidas del rayo, y esto en todas las direcciones del plano de la capa continua de hojas, sin anisotropía, y por otra parte porque las hojas presentan una masa reducida, especialmente muy inferior a la de un enrejado, cuyas mallas se llenan en general además de resina durante la fabricación de la pieza por moldeo. Esta masa reducida satisface las exigencias de material para las piezas de las aeronaves.

La pieza según el invento puede además de manera ventajosa ser fabricada mediante un proceso de moldeo clásico en sí mismo, indiferentemente por medio de un molde macho o un molde hembra.

En numerosos casos, para la fabricación de piezas de material compuesto formado a base de resina termoendurecible, en especial pero no exclusivamente en el campo aeronáutico, se prefiere utilizar moldes denominados machos, es decir que presentan una superficie de moldeo principalmente convexa. Es el caso en particular para la fabricación de paneles de fuselaje de avión. En el contexto de la fabricación de tales paneles, la cara superior de la pieza, que es convexa, y que estará expuesta posteriormente al riesgo de impacto de los rayos, es formada entonces en la parte opuesta de la superficie de moldeo igualmente convexa del molde. La cara inferior cóncava de la pieza es formada en lo que a ella se refiere contra la superficie de moldeo, lo que garantiza una mejor tolerancia dimensional. Esto es particularmente ventajoso en el cuadro de los paneles de fuselaje, que están unidos por su cara inferior sobre un cuadro soporte de la aeronave, y para los que es importante disponer de una buena precisión dimensional al nivel de la cara inferior.

Según un procedimiento de fabricación de una pieza de material compuesto según el invento, que utiliza un molde con la superficie de moldeo principalmente convexa, unas capas de fibras impregnadas de resina termoendurecible, clásicas en sí mismas, son depositadas en un molde de tal manera que forman un estratificado compuesto.

Una hoja metálica, o una pluralidad de hojas metálicas yuxtapuestas, perforadas según el invento, son aplicadas sobre el estratificado de tal manera que forman una capa continua sobre una cara de este último. Esta capa continua puede estar constituida por una sola y única hoja. En el caso sobre todo de piezas de grandes dimensiones, puede igualmente estar formada por una pluralidad de hojas sensiblemente idénticas que se superponen las unas a las

- otras al nivel de sus bordes respectivos, de tal manera que aseguran la continuidad de la protección contra los rayos en toda la superficie superior de la pieza. Cada una de las hojas metálicas es recubierta preferentemente de una capa de resina termoendurecible no polimerizada sobre una cara, y eventualmente sobre sus dos caras opuestas, de tal manera que, por su cara interna al disponerse contra el estratificado compuesto, presenta una mejor adherencia al estratificado, y/o, por su cara externa opuesta, al disponerse hacia el exterior de la pieza, está protegida por la capa de resina así formada durante las operaciones de tratamiento de superficie subsecuentes, que son efectuadas generalmente antes del tratamiento de la pieza por pintura. La impregnación de resina sobre una de las dos caras de la hoja metálica, incluso sobre las dos caras, puede constituir igualmente una protección para un eventual tratamiento de superficie realizado sobre la hoja en el momento de su fabricación.
- 10 Sobre la capa de hojas metálicas son depositados sucesivamente, de forma clásica, tejidos de bombeo del excedente de resina y de drenaje del aire y de los vapores del disolvente, además de una vejiga flexible estanqueizada en sus bordes con el molde.
- Se realiza inmediatamente un vacío parcial entre la vejiga y el molde. Este último es sometido a ciclos de temperatura y de presión de tal manera que se realiza la polimerización y el endurecimiento de la resina. Durante estas últimas operaciones, la capa de hoja metálica presente en el estratificado asegura el drenaje del aire y la evacuación de los vapores del disolvente que puedan emanar de la resina fuera del estratificado, a pesar del hecho de que el metal constitutivo de la hoja sea intrínsecamente estanco al aire y a los vapores del disolvente. Este resultado se obtiene por las perforaciones de la hoja metálica, realizadas según parámetros elegidos ventajosamente según el invento de tal manera que se obtenga el mejor compromiso entre por una parte la eficacia de este drenaje del aire y del disolvente durante la fabricación de la pieza, y por otra parte la eficacia de la protección contra el rayo de la pieza realizada. Esta eficacia está asegurada por una dispersión rápida de la corriente del rayo sobre toda la superficie de la capa de metalización de la pieza. La presencia de perforaciones, según la tasa superficial y en la zona de valores de superficie preconizados por el invento, no altera en particular las ventajosas propiedades de las hojas metálicas en términos de buena continuidad de la materia en el plano, buena conductividad en todas las direcciones del plano y buena evacuación de las cargas eléctricas, teniendo la hoja metálica la ventaja de presentar características homogéneas en todas las direcciones del plano de la hoja. Conviene precisar aquí que la capa continua de hojas metálicas según el invento está destinada a recubrir grandes superficies de piezas de estructura de la aeronave, obteniéndose la eficacia de la protección contra el rayo mediante la dispersión de la corriente producida por el rayo en todas las direcciones, sobre una gran superficie de esta capa de metalización.
- Además, en una cierta medida, las perforaciones permiten en el transcurso de la etapa de cocción la eliminación del excedente de resina comprendido en el estratificado compuesto y entre las caras del estratificado y la capa metálica hacia el tejido de bombeo.
- La hoja metálica según el invento puede de cualquier manera ser utilizada también en el marco de un proceso de fabricación utilizando un molde con la superficie de moldeado hembra, es decir en la cual la cara superior convexa de la pieza se forme contra la superficie de moldeado principalmente cóncava del molde, mientras que la cara inferior se forma en la superficie opuesta. En este caso, la capa de hoja metálica es depositada en el molde antes que las capas de estratificado compuesto. Las etapas siguientes son realizadas a continuación de la misma manera que se ha expuesto anteriormente, para obtener una pieza según el invento.
- La tasa de perforación de la hoja metálica, o de las hojas metálicas que forman la capa continua de metalización, está comprendida ventajosamente entre 0,005 % y 20 %, preferentemente comprendida entre 0,005 % y 5 %, y preferentemente comprendida entre 0,005 % y 5 %, de tal manera que se aproxime más o menos al comportamiento de una hoja continua en términos de dispersión de las corrientes producidas por el rayo.
- En los modos de realización preferidos del invento, el posicionamiento de las perforaciones se realiza según un motivo regular, especialmente un cuadrulado, de tal manera que se asegure una conductividad de la corriente sensiblemente equivalente en todas las direcciones del plano de la capa de metalización, desde el punto del impacto del rayo.
- Siempre con este mismo objetivo de mantener un nivel equivalente de conductividad en todas las direcciones del plano, las perforaciones presentan preferentemente cada una de ellas una forma circular, lo que permite evitar ventajosamente acumulaciones de cargas eléctricas por efectos de puntas y limitar el efecto de las perforaciones sobre la resistencia mecánica de la hoja metálica durante sus manipulaciones, antes de que sea depositada sobre el estratificado.
- En los modos preferidos de realización del invento, las perforaciones son realizadas según un paso comprendido entre 0,5 y 5 cm.
- Según una característica ventajosa del invento, especialmente en términos de masa y de costes, la hoja metálica es preferentemente una fina lámina de aluminio, que ha sido sometida a perforación durante su fabricación por métodos industriales, por ejemplo y de manera no limitativa por picos situados sobre un rodillo que arrastran la hoja y la perforan al mismo tiempo.

En otros modos preferidos de realización del invento, la hoja metálica está constituida a base de cobre.

La hoja metálica según el invento presenta preferentemente un espesor comprendido entre 5 y 50 μm , preferentemente comprendido entre 5 y 30 μm .

- 5 Espesores tan pequeños están permitidos ventajosamente gracias a la pequeña tasa superficial de perforación, así como a la reducida tasa de cada una de las perforaciones, que permiten que la hoja así perforada presente una buena solidez, facilitando su manipulación para las operaciones de fabricación de la pieza según el invento.

De este hecho se obtiene ventajosamente, según el invento, un buen compromiso entre la masa reducida de la capa de metalización, una buena solidez de las hojas que forman parte de su constitución, y una buena eficacia de dispersión de una corriente de rayo en la superficie de la pieza.

- 10 En unos modos de realización del invento, la hoja metálica puede presentar además, sobre una cara o sobre sus dos caras opuestas, en al menos una parte de su superficie, una capa soporte, constituidas de fibras minerales tejidas o dispuestas como un fieltro, por ejemplo una esterilla de vidrio formada de un entrelazado de fibras de vidrio. Sobre una y/o sobre otra de sus caras, esta capa soporte le confiere en particular una mejor solidez mecánica, y disminuye los riesgos de desgarro de la hoja durante su manipulación, especialmente durante su deposición sobre el estratificado compuesto (o sobre el molde). En su cara externa, mejora además el aspecto cosmético de la pieza. La o las capas soporte constituidas de fibras no se extienden sobre la hoja metálica en sus zonas de recubrimiento con las hojas contiguas, lo que permite asegurar de manera ventajosa una buena continuidad de la conductividad eléctrica de una hoja a la otra, por un contacto directo de las hojas metálicas las unas con las otras.

- 20 El invento se refiere igualmente a una hoja metálica para la formación de una capa de metalización de protección contra el rayo para la fabricación de una pieza de material compuesto formado a base de resina termoendurecible, que responde a las características enunciadas aquí antes.

En una primera etapa de su utilización para la fabricación de la pieza por moldeado, esta hoja es recubierta de una fina capa de resina termoendurecible no polimerizada sobre una cara, eventualmente sobre dos caras opuestas.

- 25 El invento será descrito ahora de una manera más precisa en el marco de los modos de realización preferidos, que no son de ninguna manera limitativos, representados en las figuras 1 a 3, en las cuales:

- la figura 1 representa una vista desde arriba de una hoja metálica conforme con el invento;
- la figura 2 ilustra de forma esquemática, una vista en corte según un plano transversal, una etapa del proceso de fabricación de una pieza según el invento por moldeado sobre un molde macho;
- 30 - la figura 3 muestra una vista en perspectiva de un panel de fuselaje de un avión formado de material compuesto conforme con el invento.

El invento se refiere a una pieza de material compuesto formado a base de resina termoendurecible, tal como por ejemplo un panel de fuselaje de un avión, incluyendo medios de protección contra los efectos del rayo.

- 35 Estos medios de protección contra el rayo utilizan una o varias hojas metálicas 1 que presentan perforaciones 2, tal y como ilustra la figura 1. En esta figura, como en las siguientes, las perforaciones están representadas a una escala diferente de la realidad, con un tamaño más grande, de tal manera que puedan ser mejor visualizadas.

- 40 En el modo de realización preferido del invento en el que se utilizan varias hojas, el invento prevé ventajosamente que el conjunto de las hojas esté constituido de manera sensiblemente idéntica, e igualmente perforadas de manera sensiblemente similar, en número, tamaño y motivo de las perforaciones 2, con el fin de asegurar una homogeneidad tanto en material como en conductividad eléctrica para el conjunto de las hojas 1. El invento no excluye por otra parte las configuraciones en las cuales las hojas metálicas difieran unas de otras en una o varias características.

- 45 La hoja 1 se caracteriza por el material metálico que la constituye, que asegura sus propiedades de conductividad eléctrica, así como por su fino espesor, del orden de algunas decenas de micras. Está constituida preferentemente por un material de pequeña densidad, de tal manera que no aumente de forma significativa la masa de la pieza en la que está incluida.

- 50 La hoja metálica 1 es preferentemente desplegable. Se trata sobre todo, pero no de manera limitativa, de una fina lámina de aluminio, que ofrece la ventaja de una buena solidez mecánica al mismo tiempo que una gran ligereza y una buena conductividad eléctrica por unidad de masa, o de una hoja a base de cobre. Su espesor está comprendido por ejemplo entre 10 y 50 μm , y su masa superficial entre 27 g/m² y 135 g/m² para una aleación de aluminio. Este margen de valores no es sin embargo de ninguna manera restrictivo en el invento, y puede ser sensiblemente diferente en función de las corrientes eléctricas que la pieza debe ser capaz de evacuar, e igualmente

en función de una resistencia mecánica mínima requerida para asegurar una utilización de la hoja durante la fabricación de la pieza.

La hoja 1 presenta, en el ejemplo de realización preferido representado en la figura 1, una forma en plano sensiblemente rectangular. Puede ser preparada a partir por ejemplo de una hoja de gran longitud acondicionada como un rollo.

Cada hoja 1 puede estar reforzada en al menos una parte de su superficie por una capa soporte, que no está representada en las figuras, que está constituida de fibras minerales u orgánicas tales como fibras de vidrio o de una aramida, tejidas o dispuestas como un fieltro, por ejemplo bajo la forma de un entrelazado de fibras, dispuestas de forma sensiblemente paralela a la hoja metálica 1. Tal característica es ventajosa pues conlleva un aumento de la resistencia mecánica de la hoja 1, lo que permite reforzar esta hoja de cara a los riesgos de desgarro durante su manipulación, por operarios o por dispositivos automáticos, por ejemplo para su deposición durante el proceso de fabricación de la pieza en la que está destinada a estar incluida. La capa soporte es solidaria de la hoja metálica 1, gracias por ejemplo a propiedades adhesivas intrínsecas de una resina depositada sobre la hoja o impregnando el material de la capa soporte.

Cada hoja está preferentemente perforada según una tasa superficial de perforación, es decir la relación entre la superficie total de las perforaciones y la superficie de la hoja, que está comprendida entre 0,005 % y 20 %, preferentemente comprendida entre 0,005 % y 5 %. Una tasa tal de perforación asegura de manera ventajosa una buena permeabilidad al aire y a los vapores de los disolventes, así como al excedente de resina, sin alterar de manera sensible la conductividad eléctrica y una buena eficacia de dispersión de la corriente sobre la superficie de la hoja.

Las perforaciones 2 pueden realizarse mediante cualquier proceso industrial. Pueden presentar cualquier forma, por ejemplo oblonga, elíptica, etc. Sin embargo, en los modos de realización preferidos del invento, son ventajosamente circulares, asegurando así un mismo nivel de conductividad eléctrica en todas las direcciones del plano de la hoja, que se corresponde con el plano de las figura en la representación de la figura 1. El conjunto de las perforaciones 2 de una misma hoja 1 presentan de preferencia, pero no limitativamente, una forma similar.

El posicionamiento de las perforaciones 2 se realiza preferentemente según un motivo regular, por ejemplo un cuadrículado tal y como está representada en la figura. Con el fin de obtener a la vez la permeabilidad regular y homogénea al aire y al disolvente y la conductividad eléctrica buscadas, el paso de este cuadrículado está comprendido preferentemente entre 0,5 y 5 cm, para una superficie de cada perforación comprendida entre 0,1 y 20 mm².

A título de ejemplo, las perforaciones 2 de forma circular responden a los valores dados en la tabla 1 que viene a continuación.

Paso entre las perforaciones (cm)	Número de perforaciones por m ² de hoja	Diámetro de una perforación (mm)	Superficie de una perforación (mm ²)	Tasa de perforación de la hoja (%)
1	10000	0,5	0,196	0,1963
		1	0,785	0,7854
		2	3,142	3,1416
		5	19,625	19,625
5	400	0,5	0,196	0,0079
		1	0,785	0,0314
		2	3,142	0,1257
		5	19,625	0,785

Tabla 1 - Características de perforación de la hoja 1

El material compuesto utilizado para la fabricación de la pieza responde en sí mismo a características clásicas conocidas por el experto.

Está constituido de fibras de vidrio preferentemente largas y continuas como por ejemplo fibras de carbono, de vidrio, de aramida, etc.

Las fibras están impregnadas de una resina termoendurecible, polimerizable con el calor, tal como por ejemplo una resina epoxi.

Según un procedimiento de fabricación por moldeo de una pieza de material compuesto según el invento, se utiliza un molde abierto 3 clásico en sí mismo.

5 El invento se ilustrará más adelante a título de ejemplo en el contexto preferido de la fabricación de un panel de fuselaje de un avión, presentando una curvatura, y en el marco de utilización de un molde 3 denominado macho, es decir cuya superficie de moldeo 4 es complementaria de una superficie cóncava, denominada inferior, 5, de la pieza, por oposición a una superficie convexa superior 6 que es la que estará expuesta al medio ambiente exterior del avión una vez esté montada la pieza sobre éste.

10 Un modo tal de utilización no es sin embargo restrictivo del invento, que se aplica igualmente, mediante modificaciones al alcance del experto, al caso en el que el molde utilizado sea un molde hembra, es decir que presenta una superficie de moldeo cóncava complementaria de la superficie convexa superior de la pieza.

De manera general, para la fabricación de un panel de fuselaje de un avión, que debe responder a exigencias dimensionales muy precisas para permitir su montaje en un cuadro soporte del avión, por su cara inferior, se prefiere utilizar un proceso de moldeo que utiliza un molde denominada macho, que permite formar la cara inferior cóncava de la pieza con la mayor precisión.

Sobre esta superficie de moldeo 4 del molde se depositan, de forma clásica, capas sucesivas de fibra impregnadas previamente de resina, de tal manera que formen un estratificado compuesto representado de forma esquemática en la figura 2, y designado globalmente con la referencia 7.

20 El estratificado compuesto 7 se recubre en su cara superior 6 de una capa de metalización continua, formada de una o de una pluralidad de hojas 1, preferentemente constituidas de manera similar. Las hojas 1 así preparadas serán situadas, una vez realizada la pieza, sobre una superficie superior de ésta, susceptible, durante la utilización del avión, de estar expuesta a los impactos del rayo.

25 Las hojas 1 se disponen las unas con respecto a las otras de tal manera que se asegure la continuidad del material y la conductividad eléctrica en toda la superficie de la capa de metalización. Se superponen sobre todo las unas a las otras al nivel de sus bordes 8, sobre una longitud de alrededor de 15 a 30 mm por ejemplo. En el caso en el que las hojas 1 se refuercen con una capa soporte constituida de fibras, sobre una o dos de sus caras, esta capa no se extiende por la zona de recubrimiento de las hojas, de tal manera que se asegura la continuidad eléctrica mediante el contacto directo de una hoja y la otra.

30 En esta figura, por razones de claridad, los diferentes elementos aplicados los unos encima de los otros en el molde se representan ligeramente apartados los unos de los otros. Bien entendido que, en la práctica, el conjunto de estos elementos están colocados los unos encima de los otros.

Preferentemente, las dimensiones de las hojas 1 son elegidas para ser inferiores a las dimensiones de la pieza a metalizar, lo que facilita la metalización de piezas de grandes dimensiones y/o no desplegables, y lo que es compatible con una deposición automática de las hojas. La anchura de las hojas está adaptada por ejemplo a las curvaturas de la pieza a fabricar en el sentido de la citada anchura.

35 Previamente a su deposición sobre el estratificado 7, cada hoja 1 es recubierta preferentemente de una capa de resina termoendurecible, preferentemente de la misma naturaleza que una resina que forma parte de la constitución del estratificado. Esto se realiza eventualmente en sus dos caras opuestas. Una característica tal confiere especialmente de manera ventajosa a la hoja 1 una mejor capacidad de adherencia sobre el estratificado 7 al nivel de la cara situada frente a este último.

A continuación la capa de metalización así formada se recubre de diferentes tejidos conjuntivos clásicos en sí mismos. Entre estos tejidos conjuntivos, se ha representado en la figura 2 en particular un tejido de bombeo y un tejido de drenaje representados aplicados el uno contra el otro por un solo elemento designado en su conjunto con la referencia 9. Estos tejidos permiten respectivamente el bombeo del excedente de resina en el molde y la evacuación del aire y de los vapores del disolvente que puedan emanar de la resina, fuera del estratificado 7.

40 El conjunto se recubre con una vejiga flexible 10, clásica en sí misma para tales procesos de moldeo, fijada de manera estanca al molde 3 por su borde periférico 13. Las siguientes etapas del proceso de fabricación de la pieza son las clásicas. Se crea una depresión en el interior del molde, debajo de la vejiga 10, por aspiración del aire mediante un tubo 14 que desemboca en el molde, según la dirección indicada por la referencia 15. Esto tiene como efecto aplicar las capas de fibras impregnadas contra la superficie del molde 4 bajo el efecto de la presión atmosférica y hacerlas más densas. Se realiza entonces el reticulado de la resina por el calor, aplicando diferentes ciclos de temperatura y de presión, por ejemplo en una autoclave, en las condiciones adecuadas para obtener una pieza con las propiedades deseadas, elegidas según cálculos al alcance del experto.

- 5 Durante estas etapas, el aire y los vapores del disolvente que emanan de la resina se escapan del estratificado 7 a través de las perforaciones 2 de las hojas 1 que están realizadas ventajosamente según una tasa de perforación suficientemente elevada a estos efectos, y después son drenados hacia el exterior a través del tejido de drenaje 9 por aspiración 15, evitando la formación en el material de burbujas origen de una porosidad que alteraría la calidad estructural de la pieza realizada. El excedente de resina entre el estratificado compuesto 7 y las hojas 1 es absorbido por el tejido de bombeo 9 fluyendo a través de las perforaciones 2, lo que permite de una manera ventajosa minimizar el espesor de la pieza final compactada, así como su masa, mejorando así la tasa de fibras en la parte estructural.
- 10 Después del endurecimiento de la resina y del desmoldeo, se obtiene la pieza 11 representada en la figura 3. Esta pieza presenta una curvatura. Su superficie superior 12 convexa está destinada a estar expuesta al exterior del avión en la estructura del cual será montada la pieza 11, y en consecuencia potencialmente a los impactos de los rayos. En esta superficie superior 12 se encuentra la capa continua de metalización según el invento, formada de hojas metálicas 1. En esta figura igualmente, se han representado las perforaciones 2, para hacerlas aparecer mejor, más grandes de lo que son realmente.
- 15 Las hojas 1 pueden disponerse en la pieza según cualquiera otra disposición, en función especialmente del tamaño y de la forma de esta última. En el modo de realización representado en la figura 3, están dispuestas de manera que forman un cuadrículado regular sobre la pieza. Pueden también por ejemplo disponerse en bandas longitudinales sobre la pieza, en bandas transversales o incluso al bias.
- 20 En el modo de realización ventajoso del invento en el que las hojas 1 han sido recubiertas de resina antes de su utilización, al menos sobre su cara externa opuesta al estratificado 7, estas hojas están protegidas en superficie por la capa de resina resultante durante las operaciones de tratamiento de superficie que serán realizadas a continuación sobre la pieza.
- 25 En el curso de la utilización de la pieza 11, cuando ésta es golpeada por el rayo, la corriente del rayo es dispersada eficaz y rápidamente por toda la superficie 12 de la pieza 11, gracias a las buenas propiedades de conductividad eléctrica de la capa de metalización. La presencia de las perforaciones 2, en la tasa superficial y en la zona de superficie elegidas conforme al invento, ventajosamente no penaliza las prestaciones de esta dispersión. La corriente es conducida en todas las direcciones desde el punto de impacto del rayo. Se evitan de esta manera los riesgos de daños en la pieza debido a los efectos del impacto del rayo.
- 30 Debido al pequeño espesor de la hoja de metal utilizada y a la elección preferente de un metal reputado por su baja densidad como el aluminio o una aleación a base de aluminio, la pieza 11 no se hace significativamente más pesada por la presencia de la capa de metalización, sino que más bien responde ventajosamente y de manera favorable a las exigencias de optimización de la masa de las piezas que constituyen las aeronaves.
- 35 La descripción anterior ilustra claramente que debido a sus diferentes características y ventajas, el presente invento alcanza los objetivos que se había fijado. En particular, proporciona una pieza de material compuesto formada a base de una resina termoendurecible que presenta una protección eficaz contra los efectos del rayo, y al mismo tiempo con una masa limitada, y que es apta para ser fabricada mediante los procedimientos de moldeo clásicos, especialmente por medio de un molde con una superficie de moldeo principalmente convexa.

REIVINDICACIONES

1. Pieza (11) de material compuesto formado a base de resina termoendurecible, que incluye unos medios de protección contra el rayo, caracterizada por que los citados medios de protección contra el rayo comprenden, sobre una superficie superior (12) de la citada pieza (11) susceptible de estar expuesta a los impactos de un rayo, una
5 capa continua de una hoja metálica (1) que presenta unas perforaciones (2) que presentan cada una de ellas una superficie inferior o igual a 20 mm², y según una tasa de perforación comprendida entre 0,005 % y 20 %.
2. Pieza según la reivindicación 1, caracterizada por que la tasa de perforación está comprendida entre 0,005 % y 5 %.
3. Pieza según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que el posicionamiento de las perforaciones (2) se realiza
10 según un motivo regular, especialmente un cuadrículado.
4. Pieza según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que la citada hoja metálica (1) es una fina lámina de aluminio.
5. Pieza según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que las perforaciones (2) están realizadas según un paso comprendido entre 0,5 y 5 cm.
6. Pieza según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que las perforaciones (2) presentan
15 cada una de ellas una forma circular.
7. Pieza según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la hoja metálica (1) presente un espesor comprendido entre 5 y 50 µm.
8. Pieza según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que la hoja metálica (1) presenta en
20 una cara, o en las dos caras opuestas, al menos en una parte de su superficie, una capa soporte, especialmente constituida de fibras minerales tejidas o dispuestas como un fieltro.
9. Hoja metálica (1) para la fabricación de una pieza (11) de material compuesto formado a base de resina termoendurecible según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
10. Hoja según la reivindicación 9, caracterizada por que está recubierta de una fina capa de la citada resina
25 termoendurecible no polimerizada en una cara, o en las dos caras opuestas.
11. Procedimiento de fabricación de una pieza (11) de material compuesto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que:
 - unas capas de fibras impregnadas de resina termoendurecible son depositadas sobre un molde (3), de tal manera que formen un estratificado compuesto (7),
 - 30 - una hoja metálica (1) o varias hojas metálicas yuxtapuestas, preferentemente recubiertas de una capa de la citada resina termoendurecible en una cara, preferentemente en las dos caras, son aplicadas sobre un estratificado (7) de tal manera que forman una capa continua en una cara del citado estratificado,
 - son depositados sucesivamente sobre la citada capa continua unos tejidos de bombeo y de drenaje (9) y una vejiga flexible (10),
 - 35 - se realiza un vacío parcial entre la vejiga (10) y el molde (3),
 - y el molde (3) es sometido a ciclos de temperatura y de presión de tal manera que se realicen la polimerización de la resina y la compactación de las capas de fibras.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que el molde (3) presenta una superficie de moldeo
40 (4) principalmente convexa.

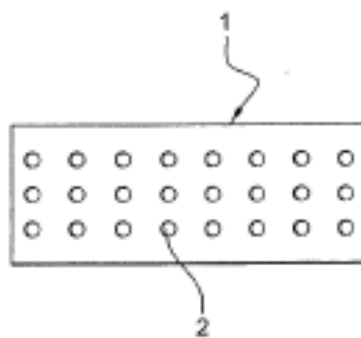


Fig. 1

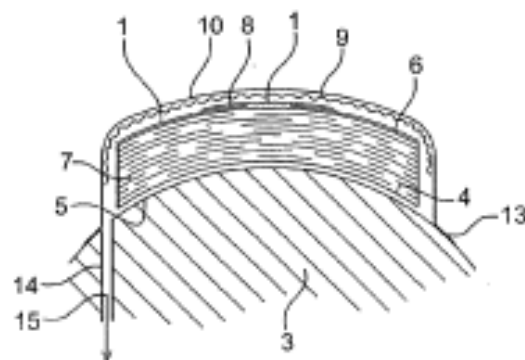


Fig. 2

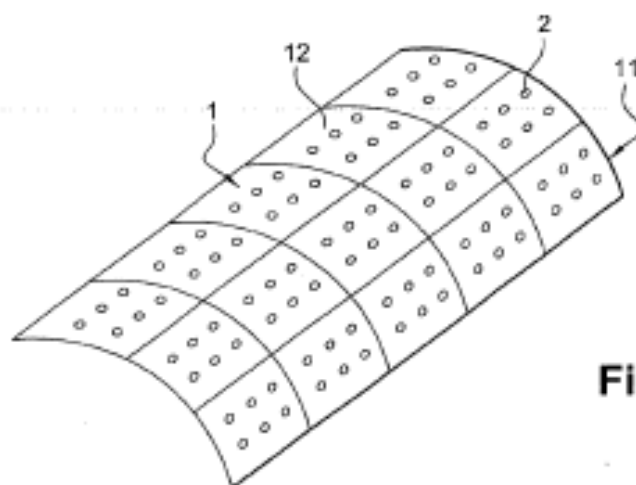


Fig. 3