

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 016**

51 Int. Cl.:

**B64D 45/02** (2006.01)

**B29K 707/04** (2006.01)

**B29K 63/00** (2006.01)

**B29C 70/88** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2009 E 09784136 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2319763**

54 Título: **Protección de elementos de material compuesto**

30 Prioridad:

**31.07.2008 ES 200802282**

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

**14.08.2014**

73 Titular/es:

**AIRBUS OPERATIONS, S.L. (100.0%)**

**Avda. John Lennon s/n**

**28902 Getafe, Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**LÓPEZ-REINA TORRIJOS, JOSÉ IGNACIO y**

**DESCALZO FERNÁNDEZ, LUIS MANUEL**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 486 016 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**

Protección de elementos de material compuesto

**Campo de la invención**

5

La presente invención se refiere a elementos realizados en material compuesto, en particular elementos de aeronave, protegidos frente a descargas eléctricas, así como a un método de fabricación de elementos tales.

**Antecedentes de la invención**

10

En la actualidad, se emplean cada vez más en la industria tecnologías basadas en la utilización de materiales compuestos para la realización de componentes. Así, es de especial relevancia el incremento en la proporción de materiales compuestos que se aplican en el ámbito aeronáutico, constituyéndose las denominadas aero-estructuras. Sin embargo, esta evolución hacia materiales que son poco conductores con respecto a los tradicionales componentes en materiales metálicos, requiere de una exhaustiva protección de los mismos frente a agentes externos como son las descargas eléctricas, principalmente, para el caso de elementos que componen estructuras de aeronaves, para las descargas producidas por el impacto de un rayo. Esta protección resulta de suma importancia cuando el componente o elemento en cuestión contiene vapores de combustible o atmósferas potencialmente inflamables, como es el caso de los depósitos de combustible o de las alas en una aeronave, al cumplir estos últimos componentes además la función de depósitos de combustible. En estos casos, todas las zonas interiores deben estar protegidas para evitar descargas de partículas incandescentes o arcos eléctricos que pudieran suponer focos de ignición.

15

20

25

30

A pesar de los avances actuales en la protección frente a rayos y otros agentes externos que suponen una descarga eléctrica, en especial en el campo de las aeronaves, existen grandes dificultades en la aplicación a nivel de fabricación de los elementos de protección teóricos propuestos. Este problema se pone especialmente de manifiesto en el ámbito de la protección de bordes de geometrías complejas de aeronave, en las cuales se requiere un material dieléctrico (aislante eléctrico) a lo largo de todo el canto del borde, con el fin de evitar arcos y descargas. No obstante, resulta de gran complejidad, desde un punto de vista práctico, la aplicación de productos aislantes en estos bordes que ejerzan la función, tanto de barrera física como de barrera eléctrica, de forma robusta e íntegra y a lo largo de toda la vida útil del componente en cuestión.

35

40

Son conocidos en la técnica medios para la protección de los bordes de componentes realizados en material compuesto, por ejemplo, a partir del documento US 5292475, que se considera como el estado de la técnica más próximo que describe todas las características del preámbulo de la reivindicación 1. Sin embargo, estos medios son costosos, al tener que realizarse mayoritariamente de forma manual, al tiempo que dicha aplicación manual es muy difícil. Así, son conocidos actualmente elementos sellantes que se colocan en los bordes de los componentes de material compuesto, que plantean el problema de durabilidad con el paso del tiempo, pues pierden su integridad. También es conocida la aplicación de películas o capas de materiales aislantes en los bordes de los componentes compuestos (esta aplicación se produce posteriormente a la fabricación del componente realizado en material compuesto), estando comúnmente constituidas estas películas o capas por fibra de vidrio u otra capa de material dieléctrico. Esta solución plantea el inconveniente de que requiere un proceso laborioso y costoso adicional, y no se adapta correctamente a superficies de difícil geometría, por ejemplo a aquellas que tienen curvaturas.

La presente invención está orientada a la solución de los inconvenientes que acaban de plantearse mediante las características de las reivindicaciones 1 y 7.

45

**Sumario de la invención**

50

Así, según un primer aspecto, la presente invención se refiere a elementos, particularmente de aeronave, realizados en material compuesto y protegidos frente a descargas eléctricas a las que están potencialmente expuestos, por ejemplo provenientes del impacto de un rayo. La invención es especialmente relevante en aquellas estructuras, en particular de aeronave, que, debido a su función de contener líquidos, gases o sólidos inflamables, deben estar convenientemente protegidas frente a focos de ignición que pudiesen suponer riesgo de explosión.

55

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención se aplica particularmente al contexto aeronáutico, en el cual la realización de materiales compuestos es muy común en la actualidad cumpliendo además en determinados casos los citados componentes la función de depósitos de combustible, como es por ejemplo el caso de las alas y los estabilizadores horizontales (empenajes).

Así, la invención desarrolla elementos realizados en material compuesto protegidos contra descargas eléctricas, comprendiendo dichos elementos una capa de resina aislante no conductora dispuesta en los bordes que requieran

protección, de tal forma que la citada capa de resina se produce en el propio proceso de fabricación del elemento de material compuesto, de una sola vez y sin necesidad de operaciones posteriores para la protección específica de los bordes. De este modo, la invención no presenta en su aplicación limitaciones técnicas importantes, dado que lo que se persigue es obtener la protección en los bordes de los elementos de material compuesto al mismo tiempo y en el mismo proceso de fabricación del citado elemento.

La invención cobra particular relevancia el lo que se refiere a la capacidad para aplicar la resina en geometrías especialmente complejas, debido a que no se requiere un proceso adicional y específico para la aplicación de la barrera aislante, pues en el propio proceso de fabricación del elemento se encuentra ya integrada la aplicación de la resina no conductora.

Según un segundo aspecto, la invención desarrolla un proceso para la fabricación de elementos como los descritos anteriormente, particularmente elementos de aeronave, realizados en material compuesto y potencialmente expuestos a descargas eléctricas. Este proceso comprende las siguientes etapas:

- a) Diseño del elemento o componente: se define la Geometría de dicho elemento o componente sin considerar el espesor de la protección en los bordes que sean de difícil aplicación.
- b) Identificación de los bordes del elemento o componente en los que se requiere protección basada en el aislamiento de dichos bordes. Normalmente, para la invención, se consideran aquellos bordes en los que la aplicación de protecciones dieléctricas comunes, tales como sellantes, fibras de vidrio, etc. es compleja, de difícil acceso o requiere un trabajo manual costoso.
- c) Definición y diseño del molde en el que se fabrica el elemento o componente de aeronave, considerando las distancias para definir los huecos en los bordes identificados y que requieren de protección dieléctrica. En estos huecos dispuestos en los bordes quedará dispuesta, durante el propio proceso de fabricación del elemento o componente en material compuesto, una capa de resina aislante no conductora.
- d) Refrentado de los bordes para uniformizar las creces de resina al espesor requerido, de tal forma que quede garantizada la capacidad dieléctrica necesaria en dichos bordes.

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

### Descripción de las figuras

La Figura 1 muestra una vista en planta esquemática del elemento realizado en material compuesto protegido frente a descargas eléctricas en sus aristas (acumulación localizada de resina), según la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista en alzado esquemática del elemento realizado en material compuesto protegido frente a descargas eléctricas según la presente invención, en su aplicación concreta de larguerillos de aeronave.

La Figura 3 muestra una vista de un elemento de material compuesto con creces de resina fabricado de tal forma que se ha acumulado resina, antes de la etapa de refrentado de aristas, según el método de fabricación de la presente invención.

La Figura 4 muestra una vista en detalle de la arista de un elemento de material compuesto fabricado mediante el método de fabricación de la presente invención, antes de la etapa de refrentado de aristas.

### Descripción detallada de la invención

Según un primer aspecto, la invención desarrolla un elemento fabricado en material compuesto y protegido frente a descargas eléctricas en sus puntos de geometría compleja, como diversos bordes y esquinas, estando dicho elemento fabricado en material compuesto de fibra de carbono, y siendo un elemento principalmente para aeronave. Frecuentemente, los bordes de elementos de aeronave potencialmente expuestos a descargas eléctricas deben protegerse con un material dieléctrico (aislante eléctrico) con el fin de evitar arcos eléctricos o partículas incandescentes que dañan el material de forma impredecible, perjudicando sus propiedades mecánicas, o que constituyen focos de ignición en el caso de presentarse en atmósferas inflamables (como es el caso de tanques de combustibles realizados en fibra de carbono).

La invención, aunque aplicable en un contexto más amplio, se ha desarrollado en un entorno aeronáutico. La probabilidad de una aeronave comercial de sufrir un impacto de rayo (descarga eléctrica) es elevada: se calcula que una aeronave sufre de media casi dos impactos de rayo al año. Por lo tanto, es necesario tomar medidas adecuadas que aseguren en primer lugar la seguridad de los pasajeros y en segundo lugar, que ese impacto de rayo tenga el menor efecto posible en la operación de la aeronave.

Así, ante la dificultad de cubrir todos los bordes interiores que potencialmente pudiesen provocar descargas eléctricas en una aeronave debido al impacto de un rayo, la solución desarrollada por la invención cumple con el requerimiento de aislar

eléctricamente los bordes, mediante una solución robusta y de gran integridad, desde el punto de vista eléctrico, así como sencilla de aplicar, gracias a su integración en el proceso de fabricación.

5 En el proceso de fabricación de materiales compuestos (fibra más resina co-curadas en un proceso de temperatura y vacío) se obtienen creces de material sobrante producido por el flujo de resina hacia los extremos de la pieza o elemento. La idea que desarrolla la presente invención es la de aprovechar dicho material sobrante de gran capacidad aislante (con constante dieléctrica muy elevada) para cumplir con el requisito de protección de aristas frente a descargas eléctricas.

10 Así, usando la resina epoxy integrante del material compuesto que inherentemente se concentra en los bordes de las piezas o elementos producidos de forma controlada (a través de las dimensiones adecuadas del molde de la pieza o elemento y de la cantidad precisa de resina) es posible la obtención de una sola vez y sin necesidad de operaciones posteriores de un sistema para la protección específica de los bordes frente a descargas eléctricas.

15 Así, el elemento 1 de material compuesto, siendo por ejemplo este material compuesto fibra de carbono con resina epoxy, se obtiene aplicando un ciclo de temperatura y presión a partir de un molde 2 diseñado de tal forma que, una vez conocida la geometría del elemento 1 en cuestión, el molde 2 es diseñado tal que comprende huecos 6 destinados a alojar resina del proceso de fabricación del elemento 1, resina que conformará la protección dieléctrica de los bordes del elemento 1. Así, el molde 2 comprende huecos 6 en bordes libres diseñados en los que se requiere protección dieléctrica (aislante) del elemento 1, permitiéndose así la acumulación de resina en dichos huecos 6 durante el proceso de fabricación del citado elemento 1. La resina se acumula formando una capa 3 que queda dispuesta alrededor del borde libre del elemento 1, confiriéndole de este modo a esta superficie en arista una protección dieléctrica (aislamiento eléctrico) que evita posibles descargas y expulsión de partículas calientes en caso de impacto de rayo o descarga eléctrica equivalente severa en el citado elemento 1.

25 La capa 3 de resina habrá de tener un espesor comprendido entre 4 y 5 mm, de tal forma que asegure una capacidad dieléctrica o de aislamiento importante en los bordes del elemento 1.

30 Todas las resinas de aplicación a materiales compuestos que se usan para fabricar aeroestructuras en la actualidad son aislantes, si bien su capacidad de aislamiento (capacidad para soportar diferencias de potencial) es mayor en las resinas de última generación. Se muestra a continuación una Tabla con resultados de medidas experimentales que pertenecen a resinas muy frecuentes en la fabricación de piezas de material compuesto para estructuras aeronáuticas. Así, a tenor de los valores obtenidos mostrados en dicha Tabla, se puede afirmar que todas las resinas ensayadas de la Tabla son aislantes desde un punto de vista eléctrico para la aplicación de protección de bordes, por ejemplo en tanques de combustible de aeronaves. No obstante, cuanto mayor es la capacidad de aislamiento de la resina, menor es el espesor requerido en la capa 3 de resina para soportar diferencias de potencial en el elemento 1.

	Resistividad espesor en profundidad (eje Z) (Ohms)	Resistividad volumen (Ohms.cm)
Resina 8552/IM7 (sin resina o endurecedor intercalados)	0,50	25,8
Resina M21/IMA (con resina o endurecedor intercalados)	5,6 – 7,7	287 - 397
Resina M21E/IMA (con resina o endurecedor intercalados)	9,1	469

40 La Figura 2 muestra en esquema la aplicación particular de la invención para larguerillos 4 de material compuesto de aeronave que comprenden revestimientos 5 de material compuesto, en particular de fibra de carbono.

Según un segundo aspecto, la invención desarrolla un proceso para la fabricación de elementos 1 como los descritos anteriormente, particularmente elementos de aeronave, realizados en material compuesto y potencialmente expuestos a descargas eléctricas. Este proceso comprende las siguientes etapas:

- 45
- a) Diseño del elemento 1: se define la geometría de dicho elemento 1 sin considerar el espesor de la protección en los bordes que sean de difícil aplicación.
  - b) Identificación de los bordes del elemento 1 en los que se requiere protección basada en el aislamiento de dichos bordes. Normalmente, para la invención, se consideran aquellos bordes en los que la aplicación de protecciones dieléctricas comunes, tales como sellantes, fibras de vidrio, etc. es compleja, de difícil acceso o requiere un trabajo manual costoso.
  - c) Definición y diseño del molde 2 en el que se fabrica el elemento 1 de aeronave, considerando las distancias para definir los huecos en los bordes identificados y que requieren de protección dieléctrica. En estos huecos
- 50

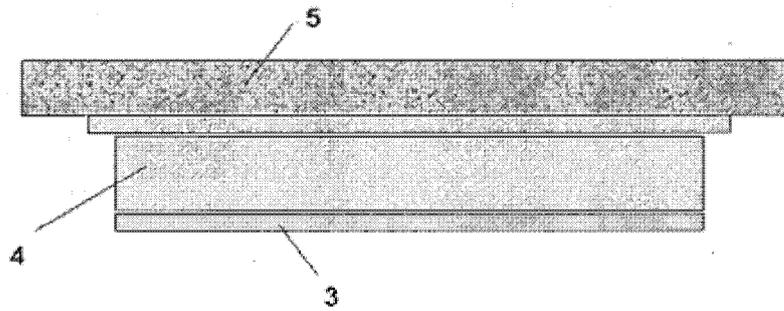
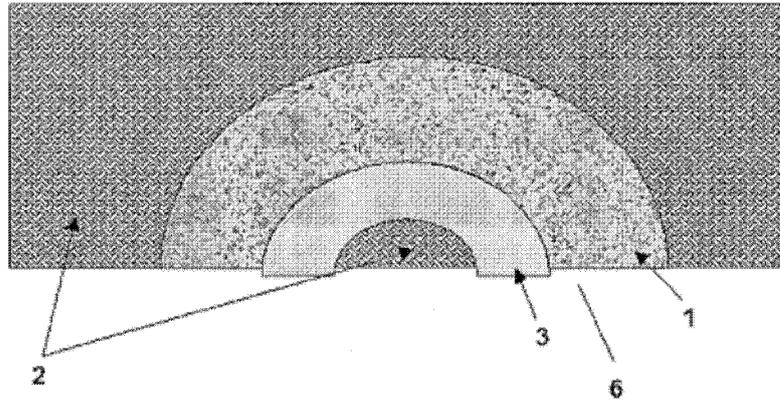
dispuestos en los bordes quedará dispuesta, durante el propio proceso de fabricación del elemento o componente en material compuesto, una capa 3 de resina aislante no conductora.

- d) Refrentado de los bordes para uniformizar las creces de resina al espesor requerido, de tal forma que quede garantizada la capacidad dieléctrica necesaria en dichos bordes.

- 5 En la realización preferente que acabamos de describir pueden introducirse aquellas modificaciones comprendidas dentro del alcance definido por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Elemento (1) de material compuesto protegido en sus puntos de geometría compleja, tales como diversos bordes y esquinas, frente a descargas eléctricas a las que está potencialmente expuesto, obteniéndose dicho elemento (1) aplicando un ciclo de temperatura y presión a un material compuesto dispuesto sobre un molde (2) diseñado de tal forma que, una vez conocida la geometría del citado elemento (1), el molde (2) comprende huecos (6) libres destinados a la acumulación de resina del proceso de fabricación del elemento (1), resina que conformará la protección dieléctrica de los diversos bordes o esquinas del elemento (1) al acumularse formando capas (3) que quedan dispuestas alrededor de los bordes libres del elemento (1), confiriéndole de este modo a estas superficies de diversos bordes o esquinas una protección dieléctrica de aislamiento eléctrico que evita posibles descargas y expulsión de partículas calientes en caso de descarga eléctrica sobre el citado elemento (1), caracterizado porque las capas (3) de resina tienen un espesor comprendido entre 4 y 5 mm, de tal forma que aseguren una capacidad dieléctrica o de aislamiento suficiente en los diversos bordes y esquinas del citado elemento (1).
2. Elemento (1) de material compuesto según la reivindicación 1 caracterizado porque cuanto mayor es la capacidad de aislamiento de la resina, menor es el espesor requerido en las capas (3) de resina para soportar diferencias de potencial en el elemento (1).
3. Elemento (1) de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el material compuesto es fibra de carbono con resina epoxy.
4. Elemento (1) de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el elemento (1) tiene la función de contener líquidos, gases o sólidos inflamables.
5. Elemento (1) de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el elemento (1) es un elemento de aeronave.
6. Aeronave que comprende un elemento (1) de material compuesto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
7. Proceso de fabricación de un elemento (1) de material compuesto según la reivindicación 1 caracterizado porque el proceso comprende las siguientes etapas:
- a) diseño del elemento (1) mediante definición de su geometría;
  - b) identificación de los diversos bordes o esquinas del elemento (1) en los que se requiere protección basada en el aislamiento de dichas superficies;
  - c) definición y diseño del molde (2) en el que se fabrica el elemento (1), considerando las distancias para definir los huecos (6) en los diversos bordes o esquinas que requieren de protección dieléctrica, quedando dispuesta en estos huecos (6), durante el propio proceso de fabricación del elemento (1), capas (3) de resina aislante no conductora;
  - d) refrentado de los diversos bordes o esquinas del elemento (1) para uniformizar las creces de resina de las capas (3) al espesor requerido, de tal forma que quede garantizada la capacidad dieléctrica necesaria en dichas superficies.



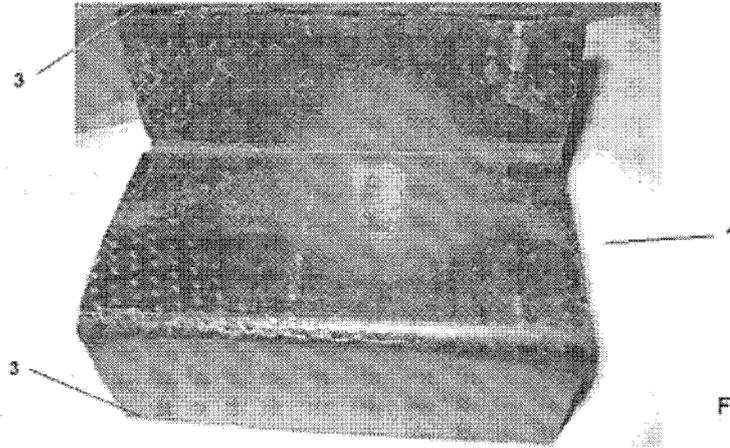


FIG. 3

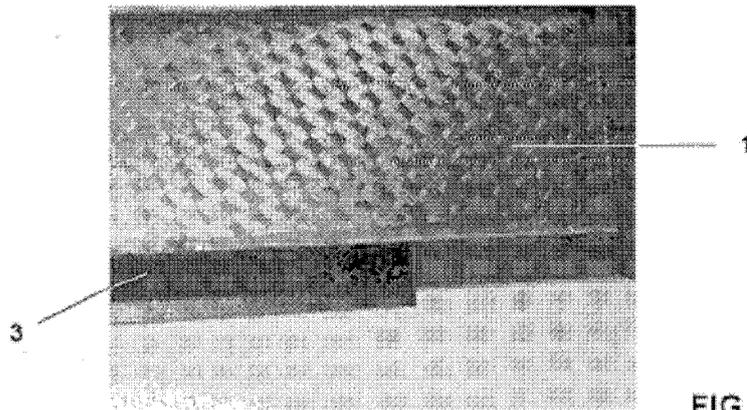


FIG. 4