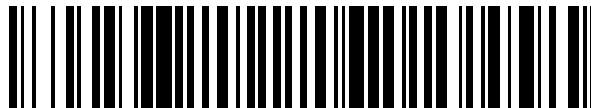


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 189**

51 Int. Cl.:

B32B 3/24 (2006.01)

B32B 15/08 (2006.01)

B64D 45/02 (2006.01)

C08J 5/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2009 PCT/US2009/036122**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2009 WO09128991**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2009 E 09732399 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016 EP 2285562**

54 Título: **Sistema y método para la fabricación de material integrado de protección contra impactos de rayos**

30 Prioridad:

14.04.2008 US 102727

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

14.02.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**SCHAAF, AMERICA, O. y
NGUYEN, ANTHONY, H.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 601 189 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

Sistema y método para la fabricación de material integrado de protección contra impactos de rayos

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1) Campo de la Invención

Se proporciona un sistema y un método para la fabricación de material integrado de protección contra impactos de rayos. Más concretamente, se proporciona un sistema y un método para la fabricación de material integrado de protección contra impactos de rayos, de resina y metal, de colocación o aplicación automatizada sobre una estructura compuesta.

2) Antecedentes de la Invención

Cada vez más las estructuras aeroespaciales y de aeronaves se están construyendo de materiales compuestos, tales como plásticos reforzados con fibra de carbono (CFRP), en lugar de aleación de aluminio y de materiales metálicos similares usados anteriormente, principalmente debido a que los materiales compuestos mejoran el rendimiento estructural, aportan características favorables de resistencia y rigidez, y reducen el peso de la aeronave. Sin embargo, los materiales compuestos son menos conductores que los materiales metálicos y son menos capaces de soportar el impacto de rayos. Los materiales compuestos no pueden distribuir la corriente y el calor procedente de un impacto de rayo, que es típicamente de aproximadamente 100.000 Amperios a 50.000 Voltios, tan rápidamente como los materiales metálicos. Los sistemas y los métodos conocidos han sido desarrollados para proporcionar protección contra impactos de rayos para estructuras compuestas, tales como las estructuras aeroespaciales y de aeronave. Varios sistemas y métodos conocidos incluyen conductores metálicos o incorporan sistemas de lámina metálica de diferentes configuraciones en las superficies exteriores compuestas de la aeronave, tales como paneles de revestimiento sobre las alas y el fuselaje, para proporcionar una conductividad eléctrica mejorada y distribuir y desviar la corriente lejos de las áreas críticas para el vuelo y componentes subyacentes de la aeronave, minimizando así el daño físico causado por eventos de impacto de rayo. La adición de conductores metálicos puede incluir sistemas basados en aplique que emplean capas alternadas de materiales dieléctricos y conductores aplicados sobre la superficie de la estructura compuesta y fijados a la superficie mediante un adhesivo. Esto aísla a los componentes subyacentes de la aeronave contra un impacto de rayo y proporciona un camino conductor para la distribución y la disipación rápidas de la corriente y el calor de un rayo. La incorporación de sistemas de láminas metálicas puede incluir el uso de una lámina de cobre o aluminio tanto en forma maciza como en forma de malla expandida que esté estratificada y sea curada junto con el material compuesto. Este sistema proporciona un camino conductor para el desvío y la distribución de la corriente del rayo, el cual, en combinación con sujetadores especiales y otras características, proporciona un grado de protección contra impactos de rayos para estructuras compuestas. Sin embargo, dichos sistemas y métodos conocidos implican a menudo colocación manual tediosa y costosa en tiempo de componentes de múltiples materiales necesarios para la integración efectiva del sistema de protección contra impactos de rayos.

Además, los sistemas y los métodos conocidos para la protección contra impactos de rayos están hechos generalmente mediante la colocación individual de una capa superior superficial para proporcionar una superficie lisa para la aplicación de subsiguientes sistemas de recubrimiento de acabado, una capa de lámina metálica para conducir la corriente procedente de un rayo, y una capa aislante opcional, típicamente una chapa de resina reforzada con fibra de vidrio, para evitar la corrosión galvánica y mejorar los desajustes por dilatación térmica que provocan agrietamiento interlaminar y de la pintura. Por ejemplo, se describe un material de protección contra impactos de rayos para estructuras compuestas en la Patente de EE.UU. Número 5.225.265, en la que la capa de epoxi y la capa de lámina metálica no están integradas y están colocadas individualmente una encima de la otra. Sin embargo, la colocación de estos sistemas de capas múltiples conocidos en capas separadas es engorrosa y de labor intensiva. Además, pueden aparecer problemas con el arrugamiento del material, contaminación y manipulación indebida del material. La adherencia del material a la herramienta o a un sustrato compuesto puede ser también un desafío cuando los materiales son aplicados individualmente.

El documento US 2007/0141927 describe un método y un sistema para la protección exterior de una aeronave. La estructura de protección comprende una capa de revestimiento superficial que tiene una resina y un portador, un sustrato de malla metálica que presenta una pluralidad de orificios y un aislante que tiene una resina y un portador. El revestimiento superficial, el sustrato de malla metálica y el aislante se combinan de manera tal que la resina del revestimiento superficial y el aislante rellenan la pluralidad de orificios de la malla metálica.

El documento WO 2008/015082 describe un método para producir un componente aeroespacial que utiliza una disposición de colocación y una disposición estructural. La disposición estructural comprende una estructura que está hecha de un metal y que está impregnada previamente con una matriz de resina. La disposición de colocación está compuesta de una capa de refuerzo, una aplicación de fibra de vidrio y una película protectora.

La disposición estructural y/o la disposición de aplicación son aplicadas al contorno de una sección de ala mediante una máquina de aplicación de cinta. Los diferentes materiales son suministrados a la máquina colocadora de cinta mediante un dispositivo de suministro que está diseñado para suministrar material desde diferentes pacas.

Varios proveedores de material han ofrecido láminas metálicas expandidas y películas basadas en epoxi integradas que apenas mejora el tiempo de fabricación en cadena y la manipulación. Por ejemplo, en la Patente de EE.UU. Número 5.470.413 se describe un proceso conocido para fabricar un material compuesto contra impactos de rayos, que proporciona un compuesto de capas múltiples que comprende una capa de lámina metálica expandida, una capa única de película de resina basada en epoxi, y una capa portadora. En la Patente de EE.UU. Número 7.277.266 se describe otro sistema conocido destinado a un sistema de protección contra rayos para una estructura compuesta que está dirigida a un aplique de protección contra impactos de rayos. Sin embargo, este sistema conocido emplea un aplique que no está curado conjuntamente y emplea un adhesivo sensible a la presión. Además, estos sistemas conocidos no permiten que los procesos de fabricación automatizados soporten procesamiento de gran volumen, y, en particular, la manipulación, corte y colocación automatizados. Además, los sistemas integrados conocidos pueden necesitar también capas superficiales adicionales, tales como capas superficiales de epoxi, para proporcionar acabado superficial, sellado y lisura suficientes para cumplir requisitos medioambientales de las aplicaciones aeroespaciales. Aunque algunos sistemas conocidos pueden estar diseñados para cumplir requisitos medioambientales, no han sido optimizados dentro de las restricciones de automatización y de peso mínimo. Los sistemas integrados diseñados para protección contra impactos de rayos y/o durabilidad en el medio ambiente no han sido creados con requisitos de flexibilidad y adherencia. No presentan la adherencia en ambas caras, de modo que son incapaces de ser dispuestos sobre superficies perfiladas tan fácilmente. Además, es necesario disponer adherencia en ambas caras para enrollar material de forma estable en sistemas de colocación automatizada. Si existen algunos sistemas menormente integrados, éstos presentan la adherencia sólo sobre una de las caras.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema y un método para la fabricación de un material integrado de protección contra impactos de rayos que no presente los problemas asociados con los sistemas y métodos conocidos.

COMPENDIO DE LA INVENCION

Esta necesidad de un sistema y un método para la fabricación de un material integrado de protección contra impactos de rayos que no presente los problemas asociados con los sistemas y métodos conocidos, así como también para un sistema y método unívocos, no obvios y ventajosos, queda satisfecha por un sistema y un método de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Ninguno de los sistemas y métodos conocidos proporciona todas las numerosas ventajas descritas en la presente memoria. A diferencia de los sistemas y métodos conocidos, la invención puede proporcionar una o más de las siguientes ventajas: el sistema y método proporcionan la integración de una película de resina, típicamente basada en epoxi, con una lámina metálica expandida y una capa adherente sobre un papel de portador basado en papel de modo que pueda ser procesado en diferentes máquinas automatizadas de colocación para soportar procesamiento de gran volumen tal como manipulación, corte y colocación, y para soportar aplicación a gran escala de sistemas de revestimiento compuestos protegidos contra impacto de rayos; el sistema y método proporcionan la integración de componentes de material de metal expandido y de película de resina, típicamente basada en epoxi, en un producto integrado único, que puede ser utilizado con máquinas automatizadas de colocación de tejido y cinta compuestos existentes para la colocación rápida y eficiente de material sobre estructuras de revestimiento compuestas planas perfiladas para proporcionar protección frente efectos electromagnéticos tales como impactos de rayos; el sistema y método proporcionan un material con adherencia en ambos caras, lo que es necesario para enrollar material de forma estable; el sistema y método proporcionan un material integrado que es a la vez duradero frente al medio ambiente y también capaz de operar sin soldadura con máquinas de aplicación de cinta de contorno, sistemas de colocación a gran escala asistidos por vacío y otras máquinas de colocación automatizada; el sistema y método proporcionan un tiempo de fabricación en cadena mejorado, una uniformidad del material mejorada, reducción del número de horas de trabajo y de recursos y mínimas preocupaciones relativas a la manipulación y la contaminación; el sistema y método proporcionan automatización a modo de un sistema autónomo capaz de ofrecer protección frente a efectos electromagnéticos y respeto con el medio ambiente sin la adición de superficie adicional, aislantes adicionales o metal adicional; el sistema y método proporcionan material con flexibilidad mejorada que puede curvarse más fácilmente en el plano X-Y, y curvarse en el plano Z; el sistema y método proporcionan una cantidad reducida de materiales o partes desechadas que pueden ser el resultado de manipulación indebida, contaminación, arrugamiento u otros defectos de fabricación; el sistema y método requieren un desarrollo adicional de la máquina mínimo o nulo para colocar el material sobre estructuras compuestas; y el sistema y método proporcionan partes compuestas globalmente mejoradas en términos de apariencia y cantidad de defectos e irregularidades potenciales, mientras que proporcionan una protección mejorada frente a efectos electromagnéticos e impacto de rayos, y una durabilidad frente al medio ambiente durante la vida útil.

En una realización de la invención se proporciona un sistema integrado de protección contra impactos de rayos adaptado para la colocación automatizada sobre una estructura compuesta que comprende: una capa superficial que consiste de una resina de polímero orgánico; una capa conductora de una lámina metálica expandida; una capa aislante; y, una capa de papel portador.

En otra realización de la invención se proporciona un sistema integrado de protección contra impactos de rayos, que comprende: un material integrado de protección contra impactos de rayos que consiste en una lámina metálica

expandida encapsulada en una resina de polímero orgánico montada sobre un papel portador; y, una máquina de colocación automatizada adecuada para colocar el material sobre una parte compuesta de la aeronave para la protección de la parte compuesta frente impactos de rayos.

5 En otra realización de la invención, se proporciona un método para fabricar una estructura compuesta con protección contra impactos de rayos, que comprende: cargar un material integrado de protección contra impactos de rayos en una máquina automatizada de estratificación, en el que el material de protección contra impacto de rayos comprende una lámina metálica expandida encapsulada en una resina de polímero orgánico montada sobre un papel portador; y aplicar el material sobre una superficie expuesta de un revestimiento compuesto para formar la estructura compuesta con protección contra impactos de rayos.
10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las anteriores y otras ventajas y características, y la manera en que las mismas son satisfechas, resultarán fácilmente evidentes después de la consideración de la siguiente descripción detallada, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, que representan realizaciones preferidas y ejemplares, pero que no necesariamente han sido trazados a escala, en los que:

La Figura 1 es una vista en planta desde arriba de una aeronave que muestra diferentes zonas de impacto de rayos sobre la aeronave;
20 la Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un sistema de material de protección contra impactos de rayos, de varias capas de la invención;
la Figura 3 es un diagrama esquemático que representa materiales precursores convertidos en un producto integrado del sistema de material de protección contra impactos de rayos, varias capas de la invención;
25 la Figura 4 es una vista en perspectiva trasera de una máquina colocadora de cinta de contorno aplicando el sistema integrado de material de protección contra impactos de rayos sobre una estructura compuesta;
la Figura 5 es una vista en perspectiva lateral de la máquina colocadora de cinta de contorno de la Figura 4 aplicando el sistema integrado de material de protección contra impactos de rayos de la invención sobre una estructura compuesta;
30 la Figura 6 es una vista en perspectiva frontal de la máquina colocadora de cinta de contorno de la Figura 4 aplicando el sistema integrado de material de protección contra impactos de rayos de la invención sobre una estructura compuesta;
la Figura 7 es una vista en perspectiva frontal de la colocación de acabado del sistema integrado de material de protección contra impactos de rayos de la invención sobre una estructura compuesta; y,
35 la Figura 8 es una vista en perspectiva frontal de la colocación de acabado de dos sistemas de material de protección contra impactos de rayos de la invención sobre una estructura compuesta.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

A continuación se describirán con mayor detalle realizaciones de la invención en relación con las Figuras adjuntas, en las que se representan algunas, aunque no todas, de las realizaciones. De hecho, pueden proporcionarse varias realizaciones diferentes y no deberán considerarse como limitación a las realizaciones expuestas en la presente memoria. Más bien, estas realizaciones son proporcionadas para que esta descripción sea minuciosa y completa y dé a conocer completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.
40

La invención está dirigida a un sistema de protección contra impactos de rayos y a un método que es adecuado para la colocación o estratificación automatizadas sobre partes o estructuras compuestas, tales como partes y estructuras de compuestas aeroespaciales y de aeronaves. En relación ahora a los dibujos, la Figura 1 es una vista en planta desde arriba de una aeronave 10 que representa varias zonas de impacto de rayos de la aeronave. Dichas zonas de la aeronave 10, en las que existe una elevada probabilidad de recibir un impacto de rayo directo, pueden incluir las zonas 12 de alas, las zonas 14 de punta de alas, una zona 16 de morro, las zonas 18 de fuselaje y las zonas 20 de cola.
50

La Figura 2 es un diagrama esquemático que representa el sistema integrado de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples, de la invención, adaptado para la colocación automatizada sobre una estructura compuesta, tal como una zona de ala de la aeronave, una zona de punta de ala, una zona de fuselaje, una zona de cola o una zona de morro. La invención incluye un sistema integrado de material de protección contra impactos de rayos, de resina y metal, que comprende varios componentes donde cada componente está optimizado especialmente para una protección contra impactos de rayos, un comportamiento respetuoso con el medio ambiente, así como fabricación automatizada ideales. El sistema comprende una capa superficial 22 que consiste de una resina de polímero orgánico. Preferiblemente, la resina de polímero orgánico comprende una resina epoxi-fenólica parcialmente curada, tal como Cytec Metlbond 1515-3 o una Cytec SurfaceMaster 905, obtenidas de Cytec Engineered Materials, Inc., de Havre de Grace, Maryland. Sin embargo, se pueden usar otras resinas de polímero orgánico adecuadas. Preferiblemente, la capa superficial está basada en epoxi y diseñada para encapsular y proteger medioambientalmente una capa conductora 24, explicada a continuación, y puede estar diseñada para actuar como y proporcionar una capa sacrificable para la preparación de la superficie y la aplicación del sistema de pintado. Preferiblemente, la capa superficial tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,0508 mm [0,002 pulgadas] a 1,905 mm [0,075 pulgadas].
60
65

Preferiblemente, la capa superficial tiene un peso comprendido en el intervalo de 73 g/m² [0,015 psf] (libras por pie cuadrado) a 342 g/m² [0,070 psf].

5 Como se representa en la Figura 2, el sistema integrado de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples, comprende además una capa conductora 24 adyacente a la capa superficial 22. La capa conductora comprende una lámina expandida. La capa conductora 24 conduce la corriente procedente de un rayo alejándola del punto de unión y/o aísla los sistemas electrónicos/eléctricos frente a señales interferentes. Preferiblemente, la lámina metálica expandida de la capa conductora comprende cobre, aluminio, titanio, níquel, bronce, oro, plata y aleaciones de los mismos, u otros metales conductores. Preferiblemente, la capa conductora tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,0381 mm [0,0015 pulgadas] a 0,152 mm [0,006 pulgadas]. Preferiblemente, la capa conductora tiene un peso comprendido en el intervalo de 420 g/m² [0,086 psf] a 488 g/m² [0,100 psf]. Se prefieren láminas metálicas expandidas frente a películas de metal macizas debido a que son ligeras y ofrecen el potencial para la automatización debido a su capacidad para flexionarse en el plano X-Y y en el plano Z.

15 Como se representa en la Figura 2, el sistema integrado de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples comprende adicionalmente una capa 26 adherente o aislante para aislar galvánicamente la capa conductora respecto a la lámina de plástico reforzada con fibras de carbono subyacente cuando sea necesario (es decir, aleaciones de aluminio). La capa adherente o aislante está adyacente a la capa conductora. Preferiblemente, la capa adherente o aislante comprende un material de resina basada en epoxi, un material previamente impregnado de epoxi-fibra de vidrio, un material adhesivo delgado, u otras resinas de polímero orgánico. El adhesivo sobre la capa adherente o aislante proporciona adherencia de forma que la capa adherente o aislante pueda adherirse a un lado de una capa 28 de papel portador y pueda mejorar la aplicación de la capa de plástico adyacente reforzada con fibra de carbono. En ciertas realizaciones, la capa adherente o aislante puede ser de la misma composición que la capa superficial. Preferiblemente, la capa adherente o aislante tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,0381 mm [0,0015 pulgadas] a 0,127 mm [0,005 pulgadas]. Preferiblemente, la capa adherente o aislante tiene un peso comprendido en el intervalo de 73 g/m² [0,015 psf] a 292 g/m² [0,060 psf].

30 Como se representa en la Figura 2, el sistema integrado de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples, comprende además la capa 28 de papel portador que está adyacente a la capa adherente o aislante. Preferiblemente, la capa de papel portador comprende un papel adecuado que tiene una adherencia variable. Más preferiblemente, la capa de papel portador presenta adherencia baja o media.

35 La capa de papel portador tiene un agente liberador de silicona. La silicona proporciona una superficie pegajosa para despegar del papel el material contra impactos de rayos. Preferiblemente, la capa portadora tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,1016 mm [0,004 pulgadas] a 0,2032 mm [0,008 pulgadas].

40 La capa de papel portador es preferiblemente despegada y descartada a medida que el material es colocado sobre la estructura compuesta. De ese modo, cuando la capa de papel portador es despegada de la capa adherente o aislante, el lado adherente expuesto de la capa adherente o aislante se acopla a la superficie de la estructura compuesta cuando el material se coloca o deposita sobre la estructura compuesta.

45 Aunque la flexibilidad es una característica obligada que permite la automatización, el espesor general del sistema, la adherencia del material, y la adherencia del papel portador y el grosor son importantes también. Algunas combinaciones requerirán unas características de papel muy específicas. Por ejemplo, los sistemas de película de resina de lámina más fina requieren un papel portador más grueso. La capa adherente o aislante es seleccionada en base a la idoneidad y la compatibilidad respecto al sistema de metal y a la máquina de colocación automatizada para la cual el sistema está siendo diseñado. Preferiblemente, la lámina metálica expandida está encapsulada en resina y montada sobre el papel portador y arrollada dentro de un núcleo a distancias específicas respecto a los requisitos de la máquina de colocación automatizada. Los tipos de lámina y las resinas usadas dependen de los requisitos de resistencia frente al impacto de rayos y de durabilidad. Parámetros como adherencia y flexibilidad son optimizados de forma tal que el sistema pueda ser automatizado. El material integrado se elabora preferiblemente mediante el insertado de la lámina metálica expandida dentro de la resina de polímero en línea mientras la resina está siendo laminada, o en un modo de post-procesado en el que la resina parcialmente curada ha sido ya laminada y la lámina metálica expandida queda intercalada entre el material de refuerzo de fibra, tal como un portador de tela, que comprende típicamente un refuerzo de fibra de carbono o fibra de vidrio, un fieltro de tejido o un poliéster tricotado. Los materiales precursores "A" comprenden además la capa conductora 24, la capa 26 adherente o aislante y la capa 28 de papel portador. Los materiales precursores están combinados e integrados para formar un producto integrado "B" que comprende capas integradas de la capa superficial 22 con una capa 30 de material de refuerzo de fibra, una capa conductora 24, y una capa 26 adherente o aislante, colocada sobre la capa 28 de papel portador.

65 Preferiblemente, la colocación automatizada del sistema integrado de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples, sobre la estructura compuesta es llevada a cabo con una máquina automatizada de colocación o de estratificación, tal como una máquina colocadora de cinta de contorno o un sistema de colocación en masa asistido por vacío. Preferiblemente, las máquinas de colocación de cinta de contorno utilizadas en la invención se obtienen de MAG Cincinnati, de Cincinnati, Ohio, de Forest-Line de Toulouse, Francia, o de M. Torres de Pamplona, Spain.

Preferiblemente, las máquinas de colocación de cinta de contorno son capaces de colocar cinta compuesta a alta velocidad sobre partes contorneadas grandes y de adaptarse típicamente a anchuras de material de protección contra impacto de rayos de 15,24 cm (6 pulgadas) o 30,48 cm (12 pulgadas). Los sistemas de colocación en masa asistidos con vacío tienen áreas superficiales más grandes y pueden adaptarse a anchuras de material de protección contra impacto de rayos de hasta 121,92 cm (48 pulgadas). El sistema de protección contra impactos de rayos es cargado sobre la máquina de colocación automatizada, y la máquina de colocación automatizada coloca o estratifica el sistema de protección contra impactos de rayos sobre la estructura compuesta o herramienta. Las estructuras o partes compuestas que tienen el material integrado de protección contra impactos de rayos pueden ser ensambladas posteriormente en una aeronave.

La Figura 4 representa un material integrado 32 de protección contra impactos de rayos según el sistema y método de la invención durante su colocación o deposición sobre una superficie expuesta de un revestimiento compuesto 34 mediante una máquina 36 colocadora de cinta de contorno convencional. La Figura 4 muestra una vista en perspectiva trasera de un extremo trasero 38 de la máquina 36 colocadora de cinta de contorno aplicando el material 32 en la dirección 40. La Figura 5 es una vista en perspectiva lateral de un lado 42 de la máquina 36 colocadora de cinta de contorno de la Figura 4 aplicando el material integrado 32 de protección contra impactos de rayos de la invención sobre el revestimiento compuesto 34 en la dirección 40. La Figura 6 es una vista en perspectiva frontal de un extremo frontal 44 de la máquina 36 colocadora de cinta de contorno de la Figura 4 aplicando el material integrado 32 de protección contra impactos de rayos de la invención sobre el revestimiento 34 compuesto en la dirección 40. La Figura 7 es una vista en perspectiva frontal de la colocación o estratificación de acabado de dos piezas del material integrado 32 de protección contra impacto de rayos de la invención sobre el revestimiento 34 compuesto mediante la máquina colocadora de cinta de contorno. El material de acabado 32 colocado o estratificado tiene un extremo inicial 48 donde el extremo inicial 48 de una pieza de material 32 se superpone ligeramente al extremo inicial de la otra pieza de material 32. Cada pieza del material de acabado 32 colocado tiene un extremo lateral espaciado 50 que es colocado según un pequeño ángulo. Cada pieza del material de acabado 32 colocado tiene un extremo de acabado 52 donde el extremo de acabado 52 de una pieza del material 32 forma una pequeña separación 46 con respecto al extremo de acabado 52 de la otra pieza de material 32. Con esta invención es posible controlar exactamente dónde y cómo el material es depositado o colocado sobre el revestimiento compuesto o herramienta de colocación.

La Figura 8 es una vista en perspectiva frontal de la colocación de acabado de varias piezas de dos materiales de acabado 32, 54 de protección contra impactos de rayos de la invención sobre el revestimiento compuesto 34 mediante una máquina de colocación de cinta de contorno (no representada). El material de acabado 32, 54 colocado o estratificado presenta un extremo inicial 56 donde el extremo inicial 56 del material 32 se superpone al extremo inicial 56 del material 54. Cada pieza del material de acabado 32 colocado tiene un extremo de acabado 58 donde los extremos 58 de acabado del material 32 están distanciados respecto a los extremos de acabado 58 del material 54. Los extremos 58 de acabado del material 32, 54 forman una curva 60, y conforme cada pieza es depositada de forma continua desde el principio hasta el final, disminuyendo el radio de curvatura con cada subsiguiente pieza que es depositada. Con esta invención es posible controlar exactamente dónde y cómo el material es depositado o colocado sobre el revestimiento compuesto o herramienta de deposición. Algunas ventajas del sistema y material de protección contra impactos de rayos de la invención incluyen la capacidad de adaptarse a los contornos y la capacidad de curvarse en el plano X-Y y en el plano Z debido a la geometría de lámina metálica expandida dentro de la película de resina.

En otra realización, la invención está dirigida a un sistema integrado de protección contra impactos de rayos que comprende: un material integrado de protección contra impactos de rayos que consiste de una lámina metálica expandida encapsulada en resina de polímero orgánico, montada sobre un papel portador; y, una máquina de colocación automatizada adecuada para colocar el material sobre una parte compuesta de la aeronave para proteger la parte compuesta frente a impactos de rayos. Preferiblemente, la colocación automatizada comprende una máquina aplicadora de cinta de contorno. Deberá notarse que las particularidades referentes a la realización de la invención, tal como se ha descrito anteriormente en relación a las Figuras, se aplican de igual modo a las particularidades de esta realización de la invención.

En otra realización, la invención está dirigida a un método para fabricar una estructura compuesta con protección contra impactos de rayos. El método comprende el paso de cargar un material integrado de protección contra impactos de rayos dentro de una máquina automatizada de estratificación. Preferiblemente, el material de protección contra impactos de rayos comprende una lámina metálica expandida encapsulada en resina de polímero orgánico, montada sobre un papel portador. El método comprende además el paso de aplicar el material de protección contra impactos de rayos sobre una superficie expuesta de un revestimiento compuesto para formar la estructura compuesta con protección contra impactos de rayos. Preferiblemente, la máquina automatizada de estratificación comprende una máquina aplicadora de cinta de contorno. Preferiblemente, la estructura compuesta comprende una zona de ala de la aeronave, una zona de fuselaje, una zona de cola o una zona de morro. Preferiblemente, el método se lleva a cabo a temperatura ambiente y, preferiblemente, el método puede ser realizado en cuestión de horas, dependiendo lo grande que un compuesto va a ser estratificado. Deberá notarse que las particularidades referentes a la realización de la invención, tal como se han descrito anteriormente y en relación a las Figuras, se aplican del mismo modo a las particularidades de esta realización de la invención.

La invención proporciona un material integrado que es a la vez duradero frente al medio ambiente y también capaz de operar sin junta con máquinas aplicadoras de cinta de contorno, y otras máquinas de colocación automatizada. Los sistemas de material cubiertos por esta invención están diseñados con el propósito explícito de la automatización, y a modo de un sistema autónomo capaz de ofrecer protección frente a efectos electromagnéticos, tal como protección frente a impactos de rayos, y rendimiento medioambiental. Esta invención proporciona un tiempo de fabricación en cadena mejorado, reduce el número de horas de trabajo y de recursos, minimiza las preocupaciones relativas a la manipulación y la contaminación, y mejora las partes compuestas en términos de apariencia y cantidad de defectos e irregularidades potenciales, mientras que proporciona una protección mejorada frente a efectos electromagnéticos e impactos de rayos, y durabilidad frente al medioambiente durante la vida útil.

Muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención se les ocurrirán a los expertos en la técnica a la que pertenece esta invención que tengan el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y en los dibujos asociados. Por tanto, debe entenderse que la invención no está limitada a las realizaciones específicas descritas y que las modificaciones y otras realizaciones están destinadas a estar incluidas dentro del alcance de la reivindicación adjuntas. Aunque en esta memoria se emplean algunos términos específicos, éstos son empleados sólo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines limitativos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema integrado de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples, adaptado para la colocación automatizada sobre una estructura compuesta que comprende:
- 5
- una capa superficial (22) que consiste en una resina de polímero orgánico y que comprende una capa (30) de material re refuerzo de fibra;
 - una capa conductora (24) que comprende una lámina metálica expandida, siendo la capa conductora (24) adyacente a la capa superficial (22);
 - 10 - una capa aislante eléctrica (26) adyacente a la capa conductora 24, comprendiendo la capa aislante (26) comprendiendo un lado o cara adherente para acoplar la capa aislante (26) a una superficie de la estructura compuesta cuando el sistema es colocado sobre la estructura compuesta; y,
 - una capa (28) de papel portador adyacente a la capa aislante (26), comprendiendo la capa (28) de papel portador un agente liberador de silicona, siendo por tanto despegable de la capa aislante (26) para exponer el lado adherente de la capa aislante eléctrica (26) cuando el sistema es colocado sobre la estructura compuesta.
- 15
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la resina de polímero orgánico comprende una resina epoxi-fenólica.
- 20
3. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa superficial (22) tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,0508 mm [0,002 pulgadas] a 1,905 mm [0,075 pulgadas].
4. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa superficial (22) tiene un peso comprendido en el intervalo de 73 g/m² [0,015 psf] (libras por pie cuadrado) a 342 g/m² [0,070 psf].
- 25
5. Sistema según la reivindicación 1, en el que la lámina metálica expandida comprende un metal escogido de entre el grupo que comprende cobre, aluminio, titanio, níquel, bronce, oro, plata y aleaciones de los mismos.
- 30
6. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa conductora (24) tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,0381 mm [0,0015 pulgadas] a 0,1524 mm [0,006 pulgadas].
7. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa conductora (24) tiene un peso comprendido en el intervalo de 420 g/m² [0,086 psf] a 488 g/m² [0,100 psf].
- 35
8. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa aislante (26) comprende un material escogido de entre el grupo que comprende un material de resina basada en epoxi, un material previamente impregnado de epoxi-fibra de vidrio, un material adhesivo delgado, y una resina de polímero orgánico.
- 40
9. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa aislante (26) tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,0381 mm [0,0015 pulgadas] a 0,127 mm [0,005 pulgadas].
10. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa aislante (26) tiene un peso comprendido en el intervalo de 73 g/m² [0,015 psf] a 292 g/m² [0,060 psf].
- 45
11. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa (28) de papel portador comprende papel que tiene una adherencia específica adaptada para permitir la colocación automatizada del sistema.
12. Sistema según la reivindicación 1, en el que la capa (28) de papel portador tiene un grosor comprendido en el intervalo de 0,1016 mm [0,004 pulgadas] a 0,2032 mm [0,008 pulgadas].
- 50
13. Método para fabricar una estructura compuesta con protección contra impactos de rayos, que comprende:
- cargar un sistema integrado (32) de protección contra impactos de rayos, de capas múltiples, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, dentro de una máquina (36) aplicadora automatizada; y,
 - 55 - colocar el sistema (32) sobre una superficie expuesta de un revestimiento compuesto (34) para formar la estructura compuesta con protección contra impactos de rayos, en el que la capa (28) de papel portador es despegada de la capa aislante (26) para exponer la cara adherente de la capa aislante (26) cuando el sistema es colocado sobre el revestimiento compuesto (34).
- 60
14. Método según la reivindicación 13, en el que la máquina de colocación automatizada comprende una máquina (36) de aplicación de cinta de contorno.
15. Método según la reivindicación 13, en el que la estructura compuesta comprende una zona (12) de ala, una zona (14) de punta de ala, una zona (18) de fuselaje, una zona (20) de cola, o una zona (16) de morro de la aeronave.
- 65

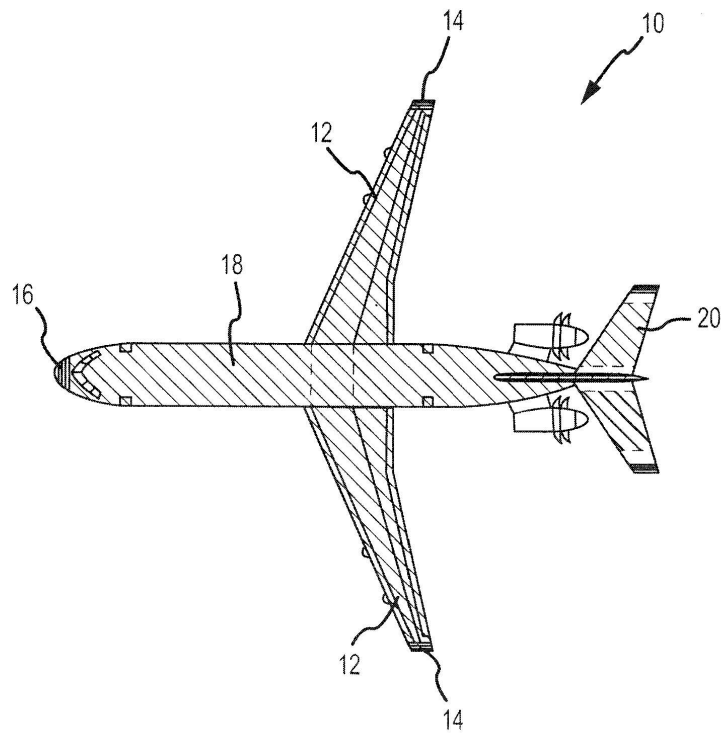


FIG. 1

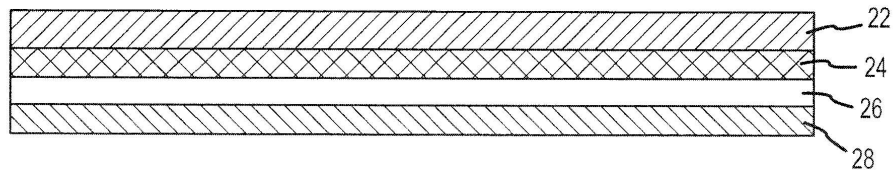


FIG.2

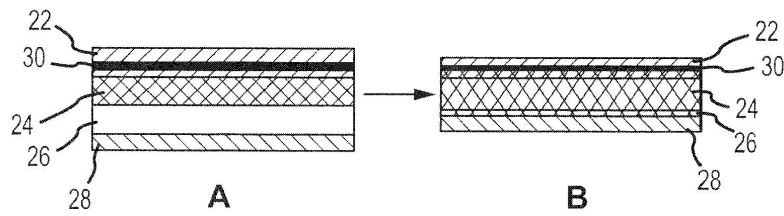


FIG.3

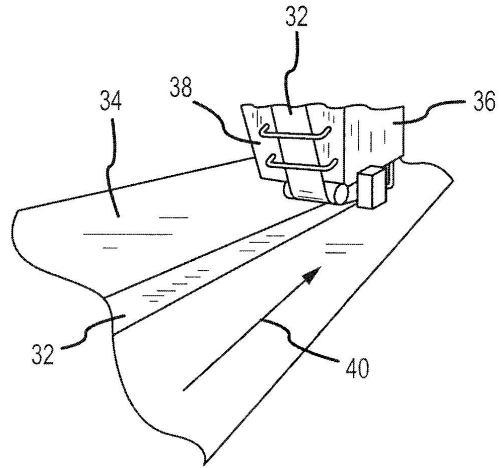


FIG. 4

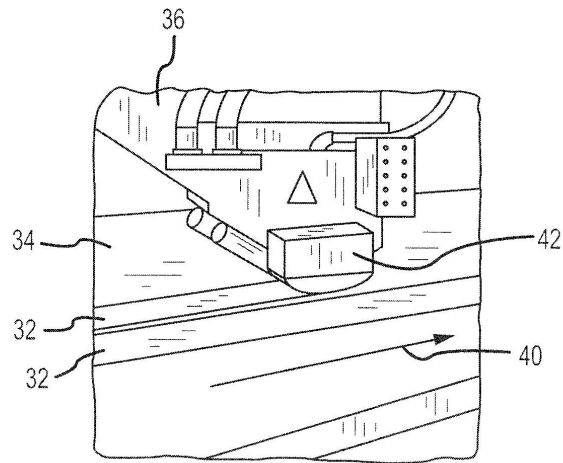
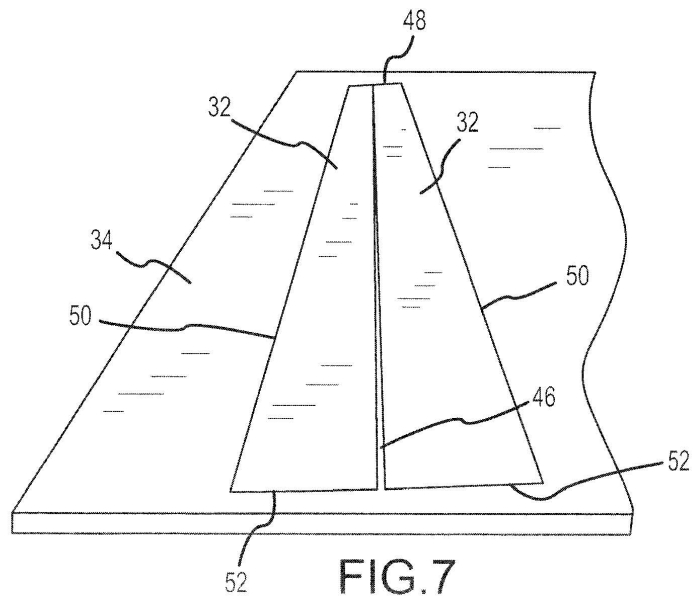
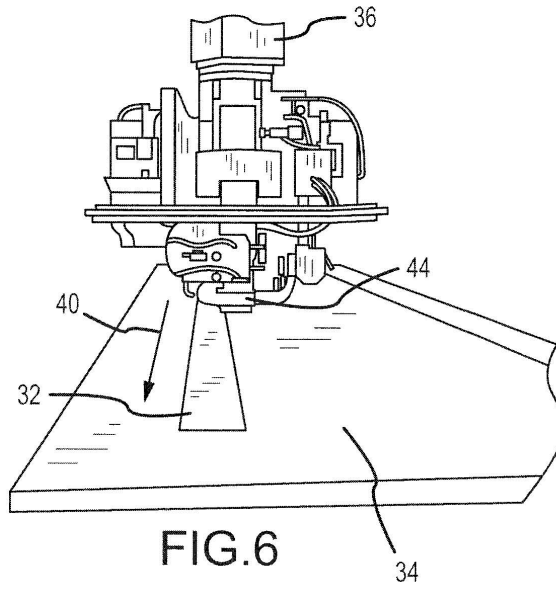


FIG. 5



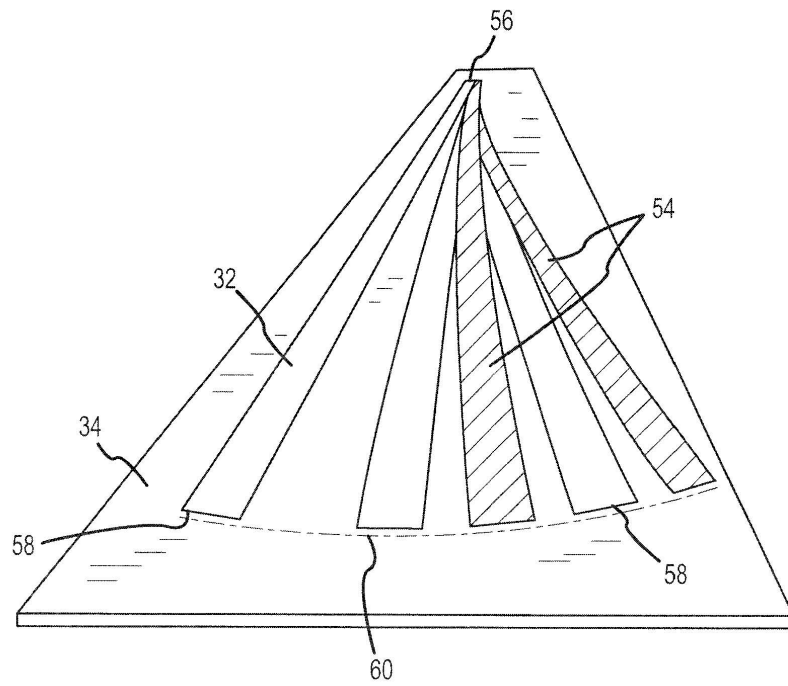


FIG.8