

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 324**

51 Int. Cl.:

B64C 1/12 (2006.01)

B64D 45/02 (2006.01)

H02G 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2010 E 13173057 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2650210**

54 Título: **Lámina de protección contra rayos con discriminador estampado**

30 Prioridad:

17.04.2009 US 170360 P

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

10.05.2018

73 Titular/es:

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY

(100.0%)

**3M Center, P.O. Box 33427
St. Paul, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

HEBERT, LARRY S.

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 667 324 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

Lámina de protección contra rayos con discriminador estampado

5 **Campo de la descripción**

La presente descripción se refiere a una lámina de protección contra rayos que incluye al menos una capa discriminadora eléctricamente no conductora estampada, de forma típica para su uso sobre una superficie exterior de un avión.

10 **Antecedentes de la descripción**

La caída de un rayo sobre un avión en vuelo no es un fenómeno raro. Se estima que las caídas sobre aviones de transporte civil llegan a aproximadamente una caída por avión por año. La tendencia actual en la ingeniería aeronáutica es el uso de materiales de peso más ligero, menos sistemas mecánicos y más sistemas electrónicos. Los sistemas electrónicos son frecuentemente más sensibles que los sistemas mecánicos a las perturbaciones electromagnéticas tales como las generadas por los rayos. Recientemente, se están usando materiales de matrices de resina reforzados con fibra no conductores eléctricamente o parcialmente conductores para fabricar más piezas de los aviones, así como para generadores eólicos, automóviles, artículos deportivos, muebles, autobuses, camiones y otras aplicaciones en donde materiales rígidos, de peso ligero, o la consolidación de piezas es beneficiosa. Estas estructuras de peso más ligero ofrecen una protección menos efectiva contra los rayos que las estructuras de aluminio tradicionales.

Las condiciones en el lugar de la incidencia del rayo son extremas. Para las incidencias de rayos en un avión, se esperan transitorios de corriente eléctrica de hasta 200.000 amperios con transferencias de carga que superan los 200 culombios. (SAE ARP5412 Revision A, Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms, SAE International, 01-nov-1999).

25 Las incidencias de los rayos en generadores eólicos varían grandemente por su localización geográfica en altura, pero se esperan transitorios de corriente eléctrica tan elevados como 100.000 amperios con transferencias de carga tan elevadas como 300 culombios. (Informe técnico 61400-24, Wind Turbine Generator Systems - número 24: Lightning Protection, International Electrotechnical Commission, 1^a edición 2002-07). Se ha estimado que la temperatura del plasma en la columna del rayo es de aproximadamente 28.000 °K. ("A numerical modeling of an electric arc and its interaction with the anode: part III. Application to the interaction of a lightning strike and an aircraft in flight," F Lago, J J Gonzalez, P Freton, F Uhlig, N Lucius y G P Piau 2006 J. Phys. D: de patente Phys. 39 2294-2310). Gran parte del daño producido por la caída de un rayo es el resultado de extremos niveles de calor en la localización de la caída producida por la temperatura elevada dentro del arco del rayo y el calentamiento óhmico de los materiales.

35 Algunos investigadores notifican el uso de sistemas de protección contra rayos que incluyen capas conductoras tales como tela de tejido metalizado, papel metalizado, películas metálicas sólidas, películas metálicas porosas, hilos metálicos, mallas metálicas, partículas metálicas, láminas metálicas expandidas, partículas de carbón o fibras de carbono. Algunos investigadores notifican el uso de sistemas de protección contra rayos que incluyen capas exteriores ionizables, tales como capas de pintura. Los impactos por rayos destruyen frecuentemente el mecanismo de protección en los lugares de incidencia y producen daños medibles en las estructuras modernas de peso ligero. Esto precisa de una reparación estructural costosa y una interrupción en el servicio relacionado. Las siguientes referencias pueden ser relevantes para dichas tecnologías: WO 2005/032812 A, US-2006/051592 A1, WO 2007/048426 A, US-2008/142238 A1, US-2004/0069895, US-4.920.163, EP-0227122 A, US-7.277.266 B1, US-2007/0236855 A1, WO 2007/123700 A1, US-2007/0230085 A1, EP-1.935.784 A2, WO 2008/040936 A1, US-4.352.142, WO2008/076851 A1, US-2007/0141927 A1, US-2008/0145555 A1, EP-1.944.236 A2, US-2008/0170349 A1, FR-2.720.214 A1, US-2007/0258182 A1, US-2007/0093163 A1, US-2007/0201179 A1, US-5.127.601, US-3.989.984, WO 2008/015082 A1, WO 2008/006377 A1, WO 2008/046186 A1, WO 2007/142354 A1, WO 2008/048705 A2, WO 2008/056123 A1, EP-1.935.631 A3, RU-2.263.581, RU-2.217.320 C1, WO 2002/076430 A, RU-2.192.991 C, EP-1.011.182 A1, EP-0.900.647 A, EP-629.549 A, DE-10 2006 046 002 B4, EP-163,805 A1, US-5.132.168 A, US-3.755.713 A y US-2006/0143920 A1.

50 En particular, EP-0 227 122 A2 describe un aparato de protección contra rayos que comprende una película eléctricamente conductora y un revestimiento protector aislante de la electricidad sobre la película eléctricamente conductora, en donde una pluralidad de partículas conductoras está soportada en dicho recubrimiento.

55 **Sumario de la descripción**

En resumen, la presente invención proporciona una lámina de protección contra rayos que comprende una película eléctricamente conductora que tiene un grosor t , que es de forma típica de entre 0,01 y 10 micrómetros, y una primera capa discriminadora eléctricamente no conductora que tiene un T_{DL} de mayor grosor por encima de la película eléctricamente conductora, en donde la primera capa discriminadora comprende un primer material que tiene una primera rigidez dieléctrica y partículas de un segundo material que tiene una segunda rigidez dieléctrica que es inferior al 90 % de la primera rigidez dieléctrica, donde el diámetro promedio de las partículas es de entre el 50 % y el 100 % de T_{DL} .

65 La lámina de protección contra rayos contiene de forma típica una cantidad de material eléctricamente conductor que pesa menos de 50 g/m². La lámina de protección contra rayos puede incluir adicionalmente una o más capas de pintura ionizable.

En una realización preferida, la presente invención proporciona una estructura de avión compuesta que soporta la lámina de protección contra rayos según la presente invención.

5 La presente descripción se refiere en general a la protección contra rayos comprendiendo las “láminas” varias “capas” y/o “películas”, proporcionando la lámina de protección contra rayos una protección a una “estructura”, típicamente una superficie de una aeronave o una nave espacial.

10 En la presente memoria con relación a una película o capa, “sustancialmente continua” significa que no tiene un estampado repetido de orificios o huecos que penetren a través de la película o capa distintos a los orificios o huecos accidentales o incidentales tales como para fijaciones, vías de paso y similares. Con relación a una película o capa, “esencialmente continua” significa que no tiene orificios o huecos que penetran a través de la película o capa distintos de los orificios o huecos accidentales o incidentales tales como para fijaciones, vías de paso, y similares.

15 En la presente memoria, con relación a una película, “grosor t ” significa el grosor medio medido ortogonalmente al plano de la película, independientemente de cualquier estampado de la película, y donde sea apropiado se puede tomar como el grosor nominal de la película usada en la realización de la presente descripción antes del estampado.

20 En la presente memoria, con respecto a una capa, “grosor T_{DL} ” significa un promedio de máximos locales de grosor medidos en dirección ortogonal al plano de la película.

25 En la presente memoria, una “formación de colina” en una película o capa significa un máximo local en la altura rodeada por áreas de altura más baja, altura que se mide ortogonal al plano general de la lámina (es decir, independientemente de dobleces o curvas que sigan dobleces o curvas en la superficie subyacente), siendo la altura positiva en la dirección de separación del lado de la estructura de la lámina. Las formaciones de colinas pueden incluir, sin limitación, conos, semiesferas, montículos, pirámides de 3, 4 o más lados, o troncos con bordes vivos o redondeados de cualquiera de los precedentes. En la presente memoria, la altura h de una formación de colina significa la diferencia en altura entre el máximo local y el mínimo local adyacente de la altura, promediado a lo largo de 360 grados. En algunas realizaciones, las formaciones de colina pueden incluir también, sin limitación, troncos con hoyuelos, por ejemplo, formas de “volcán” o tóricos biseccionados, en cuyo caso la altura h de la formación de colina se mide en el borde de la formación de colina.

35 En la presente memoria, una “formación de valle” en una película o capa significa un mínimo local en la altura rodeada por áreas de altura mayor. Las formaciones de valle pueden incluir, sin limitación, conos invertidos, semiesferas invertidas, montículos invertidos, pirámides invertidas de 3, 4 o más lados, o troncos invertidos de bordes vivos o redondeados de cualquiera de los precedentes. En la presente memoria, la profundidad d de una formación de valle significa la diferencia en altura entre el mínimo local y el máximo local adyacente de la altura, promediado a lo largo de 360 grados. En algunas realizaciones, las formaciones de valle pueden incluir también, sin limitación, troncos con hoyuelos invertidos, en cuyo caso la profundidad d de la formación de valle se mide en el/los punto(s) más profundo(s) de la formación de valle. En algunas realizaciones, una formación de valle puede penetrar totalmente a través de una película o capa.

40 En la presente memoria, las “formaciones de crestas y zanjas” en una película o capa comprenden crestas y zanjas alternativas, que pueden ser lineales, curvadas o en ángulo. En algunas realizaciones, las formaciones de cresta y zanja pueden estar ramificadas. En algunas realizaciones, las formaciones de cresta y zanja pueden formar figuras cerradas. En la presente memoria, la altura h de una formación de cresta en un punto dado sobre una cresta significa la diferencia en altura entre el máximo local y la media de los mínimos locales adyacentes de la altura a lo largo de una línea perpendicular a la cresta en ese punto. En la presente memoria, la profundidad d de una formación de zanja en un punto dado sobre una zanja significa la diferencia en altura entre el mínimo local y la media de los máximos locales adyacentes de la altura a lo largo de una línea perpendicular a la zanja en ese punto. En algunas realizaciones, una formación de zanja puede penetrar totalmente a través de una película o capa.

50 En la presente memoria, “eléctricamente conductor” significa que tiene una elevada conductividad eléctrica a temperatura ambiente, al menos tan alta como es característico de los metales en su estado metálico, tales como cobre, aluminio, níquel, cinc, plata, oro, titanio, cromo, platino, berilio, magnesio, hierro y similares.

55 En la presente memoria, “eléctricamente no conductor” significa que tiene una conductividad eléctrica a temperatura ambiente, menor de la que es característica de los metales en su estado metálico, incluyendo típicamente semiconductores y aislantes a temperatura ambiente pero en algunas realizaciones incluyendo solo aislantes a temperatura ambiente y no semiconductores.

60 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una sección transversal esquemática del sistema de protección contra rayos según la presente descripción.

La Fig. 2 es una proyección ortogonal de un sistema de protección contra rayos según la presente descripción.

65 La Fig. 3 es una proyección ortogonal de un sistema de protección contra rayos según la presente descripción.

Descripción detallada

La presente descripción proporciona un sistema de protección contra rayos que incluye una lámina de protección contra rayos que incluye una película eléctricamente conductora y al menos una capa discriminadora eléctricamente no conductora estampada, de forma típica para su uso sobre una superficie exterior de un avión. Típicamente, un avión que use el sistema de protección contra rayos de la presente descripción puede soportar la caída de un rayo sin requerir reparaciones que necesiten una interrupción del servicio. Típicamente, un avión que use el sistema de protección contra rayos de la presente descripción puede soportar la caída de un rayo sin daños a la estructura del avión. En algunas realizaciones, un avión que use el sistema de protección contra rayos de la presente descripción puede soportar la caída de un rayo sin daños a la película eléctricamente conductora de la lámina de protección contra rayos.

Con referencia a la Fig. 1, el sistema de protección contra rayos según una realización de la presente descripción puede comprender una lámina 10 de protección contra rayos soportada sobre una estructura 20 que es de forma típica una superficie de un avión o de una nave espacial. La lámina 10 de protección contra rayos incluye una película 30 eléctricamente conductora que tienen un grosor t . La lámina 10 de protección contra rayos incluye de forma adicional una primera capa discriminadora 40 que tiene un grosor T_{DL} por encima de la película 30 eléctricamente conductora, que está estampada con formaciones 50 de valle que tienen una profundidad d . La lámina 10 de protección contra rayos puede opcionalmente incluir una segunda capa discriminadora 60 sobre la primera capa discriminadora 40, que opcionalmente llena las formaciones 50 de valle. La lámina 10 de protección contra rayos puede opcionalmente incluir una o más capas 70 superficiales adicionales, tales como capas de pintura.

Con referencia a la Fig. 2, el sistema de protección contra rayos según una realización de la presente descripción puede comprender una lámina 110 de protección contra rayos soportada sobre una estructura 120 que es de forma típica una superficie de un avión o una nave espacial. La lámina 110 de protección contra rayos incluye una capa 130 eléctricamente conductora que está estampada con formaciones de cresta y zanja que incluyen crestas 180 y zanjas 185. En algunas realizaciones, la capa 130 eléctricamente conductora comprende una película sobre una capa de soporte estampada. La lámina 110 de protección contra rayos incluye de forma adicional una primera capa discriminadora 140 sobre la capa 130 eléctricamente conductora, que está estampada con formaciones de cresta y zanja que incluyen crestas 155 y zanjas 150. Las crestas 155 y las zanjas 150 de la primera capa discriminadora 140 son de forma típica no paralelas a las crestas 180 y las zanjas 185 de la capa conductora 130 y, de forma más típica, son perpendiculares, como se muestra. La lámina 110 de protección contra rayos puede opcionalmente incluir una o más capas discriminadoras segundas o capas superficiales adicionales, no mostradas.

Con referencia a la Fig. 3, el sistema de protección contra rayos según una realización de la presente descripción puede comprender una lámina 210 de protección contra rayos soportada sobre una estructura 220 que es de forma típica una superficie de un avión o una nave espacial. La lámina 210 de protección contra rayos incluye una película 230 eléctricamente conductora. La lámina 210 de protección contra rayos incluye de forma adicional una primera capa discriminadora 290 sobre la película 230 eléctricamente conductora, que está estampada con formaciones de cresta y zanja que incluyen crestas 280 y zanjas 285. La lámina 210 de protección contra rayos incluye de forma adicional una segunda capa discriminadora 240 sobre la primera capa discriminadora 290, que está estampada con formaciones de cresta y zanja que incluyen crestas 255 y zanjas 250. Las crestas 255 y las zanjas 250 de la segunda capa discriminadora 240 son de forma típica no paralelas a las crestas 280 y las zanjas 285 de la primera capa discriminadora 290 y, de forma más típica, son perpendiculares, como se muestra. La lámina 210 de protección contra rayos puede opcionalmente incluir una o más capas superficiales adicionales, no mostradas.

La estructura puede ser de cualquier material adecuado, de forma típica un material usado en la construcción de un avión o turbina eólica, lo que puede incluir, sin limitación, metal, madera, polímeros, partículas o fibras de carbono, partículas o fibras de vidrio, compuestos que incluyen uno más de los anteriores, y otros similares.

Las películas o capas eléctricamente conductoras pueden estar hechas de cualquier material adecuado. De forma típica, la película eléctricamente conductora comprende un material metálico. De forma típica, la película eléctricamente conductora comprende metal. De forma típica, la película eléctricamente conductora comprende un material que tiene un equilibrio favorable de propiedades incluidas elevada conductividad eléctrica, baja densidad y elevada resistencia a la corrosión. Los metales útiles pueden incluir, sin limitación, cobre, aluminio, níquel, cinc, plata, oro, titanio, cromo, platino, berilio, magnesio, hierro y similares, así como aleaciones metálicas de los mismos. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora es sustancialmente continua. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora es esencialmente continua. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora es continua. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora no es continua. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora no es sustancialmente continua. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora es una hoja expandida. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora es una malla. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora puede estar estampada según se describe en el documento de solicitud de patente estadounidense - 61/170, 352 (n.º de expediente 65148US002), presentada el 17 de abril de 2009. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora puede estar estampada con formaciones de cresta y zanja.

El grosor t de la película 30 eléctricamente conductora puede ser cualquier grosor adecuado. Grosos más bajos pueden conducir a pesos menores. El grosor t es típicamente menor que 1 mm, más típicamente menor de 100 micrómetros, más típicamente menor de 50 micrómetros y típicamente menor de 10 micrómetros. En algunas realizaciones, el grosor t es menor de 5 micrómetros. En algunas realizaciones, el grosor t es inferior a 2 micrómetros. En algunas realizaciones, el grosor t es menor de 1 micrómetro. El grosor t es típicamente al menos 0,001 micrómetros, más típicamente al menos 0,01 micrómetros y más típicamente al menos 0,1 micrómetros.

La primera capa discriminadora puede estar hecha de cualquier material adecuado. De forma típica, la capa discriminadora está hecha de un material eléctricamente no conductor, de forma típica con una elevada rigidez dieléctrica, de forma típica superior a la del aire, de forma más típica superior a 5 kV/mm, de forma más típica superior a 10 kV/mm y, en algunas realizaciones, superior a 25 kV/mm. Los materiales útiles pueden incluir, sin limitación, cerámica, materiales poliméricos o textiles o combinaciones de los mismos que pueden contener adicionalmente partículas, fibras o rellenos con forma. Los materiales útiles pueden incluir de forma adicional, sin limitación: epoxi, poliuretano, poliimida, poliéster, polietileno, policarbonato, poliacrilato, fluoropolímero, silicona, y pueden incluir aditivos o combinaciones de aditivos que incluyen titanato de bario, titanato de plomo, titanato de estroncio, estanato de bario, titanato de bario estroncio, circonato de bario, óxido de cesio, óxido de lantano, óxido de titanio, óxido de cinc, carbono, sílice o aramida. En algunas realizaciones la primera capa discriminadora se adapta a la cara superior de la película eléctricamente conductora, que puede estar o no estampada.

El grosor T_{DL} de la primera capa discriminadora puede ser cualquier grosor adecuado. De forma típica, el T_{DL} es de entre 1 micrómetro y 1 cm, de forma más típica entre 10 micrómetros y 1 mm y, de forma más típica, de entre 10 micrómetros y 100 micrómetros. En algunas realizaciones, la primera capa discriminadora está estampada en una pluralidad de formaciones de valle que tienen una profundidad d de entre el 50 % y el 100 % de T_{DL} , en algunas realizaciones entre el 75 % y el 100 % de T_{DL} y, en algunas realizaciones, entre el 95 % y el 100 % del T_{DL} . En algunas realizaciones, la primera capa discriminadora está estampada en una pluralidad de formaciones de cresta y zanja que tienen una profundidad de zanja d de entre el 50 % y el 100 % de T_{DL} , en algunas realizaciones entre el 75 % y el 100 % de T_{DL} y, en algunas realizaciones, entre el 95 % y el 100 % del T_{DL} . En algunas realizaciones, la primera capa discriminadora está estampada en una pluralidad de formaciones que son una combinación de las formaciones tratadas anteriormente. Una profundidad del 100 % de T_{DL} significa que la formación penetra en la capa.

El paso de las formaciones, que significa el promedio o la distancia típica entre elementos similares, puede ser cualquier paso adecuado. El paso de las formaciones es de forma típica de entre 10 micrómetros y 1 cm, de forma más típica de entre 25 micrómetros y 10 mm y, de forma más típica, de entre 20 micrómetros y 1 mm.

El sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede comprender opcionalmente una o más capas discriminadoras segundas. La segunda capa discriminadora puede estar hecha de cualquier material adecuado. De forma típica, la segunda capa discriminadora está hecha de un material eléctricamente no conductor, de forma típica con una menor rigidez dieléctrica que la capa discriminadora, de forma típica inferior al 90 % de la rigidez dieléctrica de la capa discriminadora, de forma más típica inferior al 75 % de la rigidez dieléctrica de la capa discriminadora y, de forma más típica, inferior al 50 % de la rigidez dieléctrica de la capa discriminadora. En algunas realizaciones, el segundo discriminador puede estar estampado en cualquier de los modos anteriormente descritos para la primera capa discriminadora, escogiéndose cualquier estampado de la segunda capa discriminadora de forma independiente con respecto a cualquier estampado de la primera capa discriminadora. El segundo discriminador puede tener una superficie exterior que es generalmente plana o con estructura, p. ej., en forma de micromuecasas o escamas uniformes o no uniformes. Dichas estructuras estampadas pueden usarse para reducir la resistencia a la fricción tal como se enseña, por ejemplo, en el documento US-5.133.516, para reducir el ruido, o con otras finalidades. En algunas realizaciones, la superficie inferior de la segunda capa discriminadora sigue la superficie superior de la primera capa discriminadora. En algunas realizaciones, una segunda capa discriminadora continua llena o parcialmente llena formaciones cóncavas de la primera capa discriminadora. En algunas realizaciones, una segunda capa discriminadora continua llena o parcialmente llena formaciones cóncavas de la primera capa discriminadora.

En algunas realizaciones, el estampado, si lo hay, de la primera capa discriminadora, la segunda capa discriminadora y la película eléctricamente conductora cooperan creando un estampado de puntos de incidencia potencial diferenciables. Por ejemplo, en algunas realizaciones, dos o más de la primera capa discriminadora, la segunda capa discriminadora y la película eléctricamente conductora están estampadas con formaciones de cresta y zanja, donde las crestas y zanjas de una capa son no paralelas con y, de forma más típica, son perpendiculares a las crestas y zanjas de otra capa.

El sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede comprender opcionalmente una o más capas superficiales adicionales, tales como capas de pintura. Las capas superficiales adicionales pueden estar hechas de cualquier material adecuado, incluido sin limitación pinturas estampadas o no estampadas. En una realización, el sistema de protección contra rayos según la presente descripción incluye una o más capas superficiales adicionales, que son capas de pintura ionizable. Dichas capas de pintura ionizable contiene componentes que se vaporizan tras la aplicación de calor o corriente eléctrica tal como la que está presente durante una caída de un rayo y de ese modo proporcionan un vapor eléctricamente conductor por encima de la lámina de protección contra rayos en el área de la caída lo que puede reducir momentáneamente la resistencia a la migración del punto de incidencia de la caída a otras localizaciones. Dichos

componentes pueden incluir, sin limitación, pigmentos ionizables tales como dióxido de titanio, óxido de cinc, óxido de estaño, ortotitanato de cinc, óxido de hierro, óxido de cromo, tartrato ácido de cesio, oxalato de bario, sal de cesio, sal de bario o tartrato de cesio. En algunas realizaciones, las capas superficiales adicionales están hechas de materiales que tienen una rigidez dieléctrica más baja que la capa discriminadora, de forma típica menos del 90 % de la rigidez dieléctrica de la capa discriminadora, de forma más típica menos del 75 % de la rigidez dieléctrica de la capa discriminadora y, de forma más típica, menos del 50 % de la rigidez dieléctrica de la capa discriminadora. Las capas superficiales adicionales pueden tener una superficie exterior que es generalmente plana o con estructura, p. ej., en la forma de micromuecasas o escamas uniformes o no uniformes. Dichas estructuras estampadas pueden usarse para reducir la resistencia a la fricción tal como se enseña, por ejemplo, en el documento US-5.133.516, para reducir el ruido, o con otras finalidades.

En algunas realizaciones, las funciones y características de la segunda capa discriminadora y de la capa superficial adicional pueden combinarse en una única capa. En algunas realizaciones, la segunda capa discriminadora y la capa superficial adicional pueden tener diferentes composiciones.

El sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede comprender una capa de soporte que soporta una película eléctricamente conductora. En algunas realizaciones, incluidas realizaciones en donde la película eléctricamente conductora está estampada, la capa de soporte puede estar adaptada a la cara inferior de la película eléctricamente conductora. En algunas realizaciones la capa de soporte llena solo la cara inferior de las formaciones estampadas de la película eléctricamente conductora y no se extiende por debajo de la película eléctricamente conductora. Las capas de soporte pueden estar hechas de cualquier material adecuado. De forma típica, las capas de soporte están hechas de materiales eléctricamente no conductores, tal como, sin limitación, cerámica, materiales poliméricos o textiles o combinaciones de los mismos que pueden contener de forma adicional partículas, fibras o rellenos con formas. Los materiales útiles pueden incluir de forma adicional, sin limitación: epoxi, poliuretano, poliimida, poliéster, polietileno, policarbonato, poliacrilato, fluoropolímero, silicona, y pueden incluir aditivos o combinaciones de aditivos que incluyen titanato de bario, titanato de plomo, titanato de estroncio, estanoato de bario, titanato de bario estroncio, circonato de bario, óxido de cesio, óxido de lantano, óxido de titanio, óxido de cinc, carbono, sílice o aramida. En algunas realizaciones las capas de soporte no contienen adhesivo. En algunas realizaciones las capas de soporte no contienen ningún polímero sin curar. En algunas realizaciones las capas de soporte no contienen adhesivo sensible a la presión.

El sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede comprender opcionalmente una o más capas no conductoras adicionales por debajo de la capa eléctricamente conductora. Las capas no conductoras adicionales pueden ser útiles para proporcionar un aislamiento adicional contra la transmisión de corriente eléctrica, calor, o ambos. Las capas no conductoras adicionales pueden ser útiles cuando la estructura subyacente es eléctricamente conductora. Las capas no conductoras adicionales pueden estar hechas de cualquier material adecuado, incluidos, sin limitación, cerámica, materiales poliméricos o textiles o combinaciones de los mismos, que pueden contener de forma adicional partículas, fibras o rellenos con forma. Los materiales útiles pueden de forma adicional incluir, sin limitación: epoxi, poliuretano, poliimida, poliéster, polietileno, policarbonato, poliacrilato, fluoropolímero, y pueden incluir aditivos o combinaciones de aditivos que incluyen titanato de bario, titanato de plomo, titanato de estroncio, estanoato de bario, titanato de bario estroncio, circonato de bario, óxido de cesio, óxido de lantano, óxido de titanio, vidrio o aramida. En algunas realizaciones la capa no conductora adicional no contiene adhesivo. En algunas realizaciones la capa no conductora adicional no contiene ningún polímero sin curar. En algunas realizaciones la capa no conductora adicional no contiene adhesivo sensible a la presión.

El sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede comprender opcionalmente una o más capas adhesivas. La capa adhesiva puede estar hecha de cualquier material adhesivo adecuado, incluidos, sin limitación, adhesivos sensibles a la presión, adhesivos de fusión en caliente, adhesivos curables, y similares, que pueden incluir adhesivos de tipo epoxi, de poliuretano, poliéster, polietileno, poliacrilato, policarbonato, polisulfuro, o de silicona. En algunas realizaciones, el sistema de protección contra rayos según la presente descripción no comprende una capa adhesiva. En las realizaciones en las que la lámina de protección contra rayos incluye una capa adhesiva, la lámina puede estar provista de un recubrimiento desprendible que se retira de la capa adhesiva antes de la aplicación de la lámina a la estructura.

En algunas realizaciones, las funciones y características de una capa de soporte y una capa no conductora adicional pueden combinarse en una única capa. En algunas realizaciones, una capa de soporte y una capa no conductora adicional pueden tener composiciones diferentes. En algunas realizaciones, las funciones y características de una capa de soporte y una capa adhesiva pueden combinarse en una única capa. En algunas realizaciones, una capa de soporte y una capa adhesiva deben tener diferentes composiciones. En algunas realizaciones, las funciones y características de una capa no conductora adicional y una capa adhesiva pueden combinarse en una única capa. En algunas realizaciones, una capa no conductora adicional y una capa adhesiva deben tener composiciones diferentes. En algunas realizaciones, las funciones y características de una capa de soporte, una capa no conductora adicional y una capa adhesiva pueden combinarse en una capa única. En algunas realizaciones, una capa de soporte, una capa no conductora adicional y una capa adhesiva pueden tener composiciones diferentes.

En una realización alternativa, la primera capa discriminadora de la lámina de protección contra rayos según la presente descripción, que tiene un grosor T_{DL} , comprende un primer material que tiene una primera rigidez dieléctrica y partículas de un segundo material que tiene una segunda rigidez dieléctrica inferior al 90 % de la primera rigidez dieléctrica, de forma

más típica inferior al 75 % y, de forma más típica, inferior al 50 %, donde el diámetro promedio de las partículas es de entre el 50 % y el 100 % de T_{DL} . Cualquiera de los materiales anteriormente descritos para la primera capa discriminadora puede ser adecuado para el primer material. Cualquiera de los materiales anteriormente descritos para la segunda capa discriminadora puede ser adecuado para el segundo material. Se puede añadir cualquier capa adicional anteriormente descrita, incluidas capas conductoras estampadas o no estampadas, capas superficiales adicionales, capas de soporte adicionales, etc.

Típicamente, la lámina de protección contra rayos de la presente descripción es de peso ligero. En algunas realizaciones, la lámina de protección contra rayos pesa menos de 100 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 50 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 25 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 15 g/m^2 , y en algunas realizaciones menos de 10 g/m^2 . La lámina de protección contra rayos pesa típicamente al menos 1 g/m^2 . En algunas realizaciones, la lámina de protección contra rayos contiene una cantidad de material eléctricamente conductor que pesa menos de 50 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 35 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 20 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 10 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 4 g/m^2 . La lámina de protección contra rayos contiene típicamente al menos $0,5 \text{ g/m}^2$ de material eléctricamente conductor. En algunas realizaciones, la película eléctricamente conductora estampada en una pluralidad de formaciones de colina que forma un componente de la lámina de protección contra rayos pesa menos de 50 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 35 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 20 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 10 g/m^2 , en algunas realizaciones menos de 4 g/m^2 . La película eléctricamente conductora estampada en una pluralidad de formaciones de colina que forma un componente de la lámina de protección contra rayos pesa típicamente al menos $0,5 \text{ g/m}^2$.

Sin pretender imponer ninguna teoría, los autores creen que el sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede funcionar para impedir daños a la estructura del avión y/o a sí misma durante una caída de rayo mediante la estimulación de una multiplicidad de puntos de incidencia y mediante la estimulación de una rápida migración del punto de incidencia. En algunas realizaciones, puede haber puntos de incidencia preferiblemente en las formaciones de valle. En algunas realizaciones, puede haber puntos de incidencia preferiblemente en la intersección de formaciones de cresta o de zanja de capas diferentes. En algunas realizaciones, las características de calor específico, conductividad térmica, densidad, grosor o área, conductividad eléctrica y temperatura de vaporización de la película eléctricamente conductora pueden combinarse de modo que, durante la incidencia del rayo en un punto de incidencia del rayo, la conductividad eléctrica de la película eléctricamente conductora en o alrededor del punto de incidencia del rayo cae rápidamente (típicamente debido al calentamiento) hasta que la conductividad a lo largo de la distancia hasta otro punto de incidencia del rayo es menor a través del conductor que a través del (de los) discriminador(es), recubrimiento(s) o aire adyacentes. En algunas realizaciones, el uso de capas exteriores ionizables puede mejorar este efecto mediante el incremento temporal de la conductividad en el aire en la proximidad a un punto de incidencia en el momento de una caída del rayo. En algunas realizaciones, esto provoca la migración del punto de incidencia antes de que la temperatura de la película eléctricamente conductora se eleve por encima de su temperatura de vaporización. En algunas realizaciones, esto provoca la migración del punto de incidencia antes de que la temperatura del material de la estructura subyacente del avión se eleve por encima de su temperatura de vaporización. En algunas realizaciones, esto provoca la migración del punto de incidencia antes de que la temperatura del material de la estructura subyacente del avión se eleve por encima de su temperatura de transición vítrea. En algunas realizaciones, esto provoca la migración del punto de incidencia antes de que la temperatura del material de la estructura subyacente del avión se eleve por encima de su temperatura de umbral de daño.

El sistema de protección contra rayos según la presente descripción puede realizarse por cualquier método adecuado. En algunas realizaciones, una lámina de protección contra rayos según la presente descripción se realiza como un aplique y se fija a una pieza preexistente del avión. En algunas de dichas realizaciones, la lámina de protección contra rayos puede incluir una capa adhesiva para la fijación a la pieza. En algunas realizaciones, la lámina de protección contra rayos según la presente descripción se incorpora en una pieza de avión durante la fabricación de la pieza. En algunas realizaciones, una lámina de protección contra rayos según la presente descripción se fabrica durante la fabricación de una pieza de avión como una parte integral de la pieza.

En algunas realizaciones en la que una lámina de protección contra rayos según la presente descripción protege una pieza compuesta, la lámina de protección contra rayos se dispone en una herramienta junto con capas de pre-impregnación o componentes compuestos similares previamente al curado, de modo que la lámina de protección contra rayos se convierte en parte integral de la pieza. Típicamente, la lámina de protección contra rayos sería la primera capa dispuesta en la herramienta o la última capa dispuesta en la herramienta de modo que forme la capa más exterior de la pieza. En algunas de dichas realizaciones, la capa más inferior de la lámina de protección contra rayos, más alejada de la superficie exterior de la pieza, comprende un adhesivo, que en algunas realizaciones puede ser un polímero no curado, en algunas realizaciones puede ser un polímero parcialmente curado, o en algunas realizaciones puede ser un polímero curable. En algunas de dichas realizaciones, la capa más inferior de la lámina de protección contra rayos, más alejada de la superficie exterior de la pieza, no comprende un adhesivo. En algunas de dichas realizaciones, la capa más inferior de la lámina de protección contra rayos, más alejada de la superficie exterior de la pieza, no comprende un polímero sin curar.

La(s) capa(s) discriminadora(s) puede(n) estamparse mediante cualquier método adecuado. En algunas realizaciones, se pueden estampar películas preexistentes mediante cualquier método adecuado, tal como estampado, grabado, calandrado, moldeado, mecanizado o similares. Las películas así estampadas pueden

5 combinarse entonces con otras capas mediante cualquier método adecuado, que puede incluir la introducción de capas de material sólido, capas de material maleable, líquidos, soluciones o suspensiones de materiales, o similares, mediante laminación, recubrimiento, aplicación de pulverizado, métodos de impresión, o similares. En algunas realizaciones, las capas adyacentes pueden transmitir un estampado a una o ambas superficies de otra capa. Las capas se pueden combinar por cualquier método adecuado, tal como mediante laminación, recubrimiento, aplicación de pulverizado, métodos de impresión, uso de adhesivos, curado in situ, o similares.

10 El sistema de protección contra rayos de la presente descripción se puede usar para realizar piezas para vehículos aéreos, vehículos espaciales, generadores eólicos, automóviles, autobuses, camiones o cualquier otra aplicación en la que se requiera protección contra rayos, apantallado frente a interferencias electromagnéticas o gestión de cargas estáticas sobre materiales por otro lado eléctricamente no conductores o parcialmente conductores. El sistema de protección contra rayos de la presente descripción puede aplicarse también a piezas eléctricamente conductoras para vehículos aéreos, vehículos espaciales, generadores eólicos, automóviles, autobuses, camiones o cualquier otra aplicación en la que se desee una protección contra rayos, apantallado frente a interferencias electromagnéticas o gestión de cargas estáticas mejoradas.

15 Serán evidentes para los expertos en la técnica diversas modificaciones y alteraciones a esta descripción sin abandonar el ámbito y principios de esta descripción, y se debería entender que esta descripción no está indebidamente limitada a las realizaciones ilustrativas expuestas en la presente memoria anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una lámina (10, 110, 210) de protección contra rayos que comprende una película (30, 130, 230) eléctricamente conductora que tiene un grosor t y una primera capa (40, 140, 290) discriminadora eléctricamente no conductora que tiene un grosor T_{DL} por encima de la película eléctricamente conductora, donde la primera capa discriminadora comprende un primer material que tiene una primera rigidez dieléctrica y partículas de un segundo material que tiene una segunda rigidez dieléctrica que es inferior al 90 % de la primera rigidez dieléctrica, donde el diámetro promedio de las partículas es de entre el 50 % y el 100 % de T_{DL} , en donde el segundo material es un material eléctricamente no conductor.
- 10 2. La lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1 en donde t es de entre 0,001 y 100 micrómetros.
3. La lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1 en donde t es de entre 0,01 y 10 micrómetros.
- 15 4. La lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1 en donde el diámetro promedio de las partículas es de entre 6 micrómetros y 1 mm.
- 20 5. La lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1 que contiene una cantidad de material eléctricamente conductor que pesa menos de 50 g/m^2 .
6. La lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1 que comprende de forma adicional una capa de pintura ionizante.
- 25 7. La lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1 en donde la primera capa discriminadora eléctricamente no conductora comprende pigmentos ionizables.
8. Una estructura de avión compuesta que soporta la lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1.
- 30 9. Una estructura de generador de turbina eólica que soporta la lámina de protección contra rayos según la reivindicación 1.

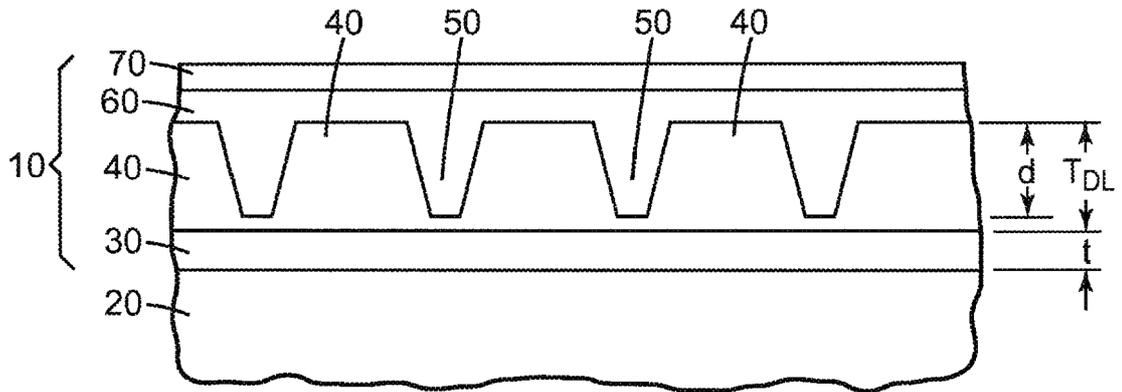


Fig. 1

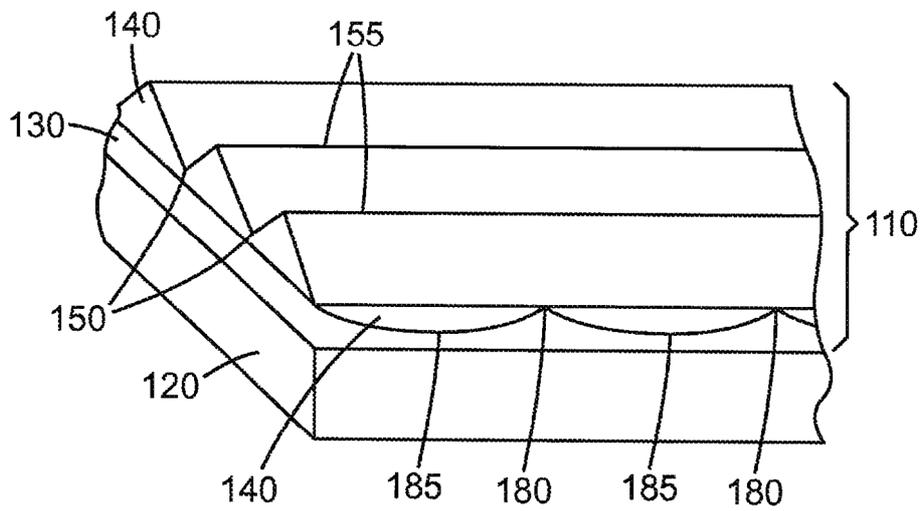


Fig. 2

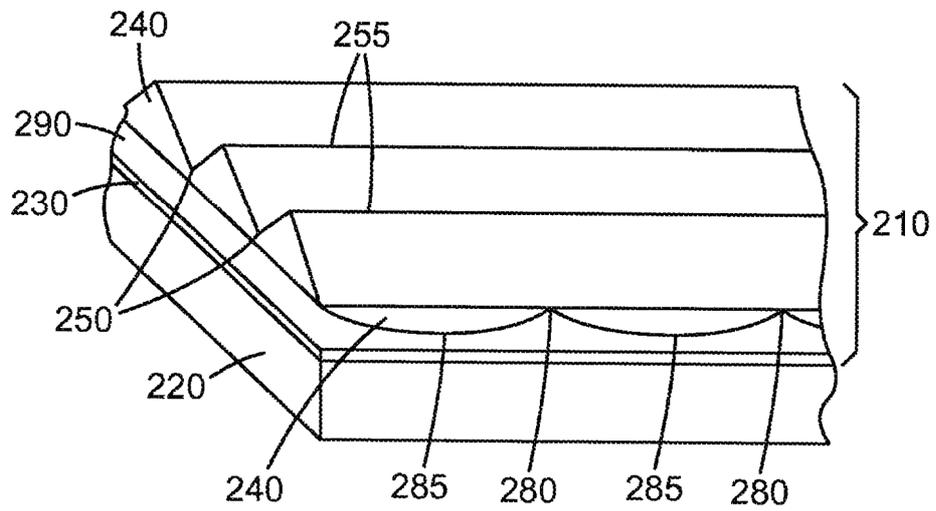


Fig. 3