

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 784**

51 Int. Cl.:
B32B 15/08 (2006.01)
H05F 3/02 (2006.01)
B64D 45/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06254833 .4**
96 Fecha de presentación: **18.09.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1767344**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

54 Título: **Recubrimiento de desviación de área amplia frente a rayos**

30 Prioridad:
19.09.2005 US 229911

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.06.2012

73 Titular/es:
**THE BOEING COMPANY
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:
**Rawlings, Diane C. y
Keough, Bruce K.**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 382 784 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

Recubrimiento de desviación de área amplia frente a rayos

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere de manera general a accesorios y, de manera general, a accesorios para la protección frente a rayos.

10 **Antecedentes de la invención**

La pintura ha sido durante mucho tiempo el proceso elegido par aplicar revestimientos a las superficies, especialmente a aquellas que tienen curvatura compleja. De manera general, la pintura es un proceso versátil, sencillo, fiable y que se puede controlar. La pintura puede incorporar aditivos para proporcionar a la superficie las propiedades físicas deseadas, tales como brillo, color, reflectancia o sus combinaciones. El proceso de pintura se comprende bien y produce revestimientos de calidad que presentan propiedades uniformes incluso cuando la superficie incluye una curvatura compleja. No obstante, al pintura está siendo objeto de un estricto control ambiental debido que a se emplean disolventes volátiles para transportar el aglutinante y pigmentos o debido a los propios pigmentos y precursores de aglutinante. Por tanto, resulta necesario sustituir el proceso de pintura por un proceso que presente un menor impacto ambiental. Además, al tiempo que la pintura se encuentra bien definida, se comprende bien, y resulta común, todavía existe una "técnica" en la que los maestros generan mejores productos que los aprendices o los novatos sin ser capaces de explicar porqué lo hacen o como lo hacen.

En ocasiones, las superficies pintadas pierden la durabilidad que demandan los clientes obsesionados con la calidad. Es preciso tratar la superficie y limpiarla antes de aplicar la pintura. Es preciso controlar el entorno que rodea a la parte durante la aplicación del revestimiento, y que con frecuencia requiere una zona de pulverización. Los revestimientos pintados también son vulnerables al daño tal como fisuras o arañazos. El daño aislado puede precisar la reparación de una gran zona, tal como el caso de verse forzado a repintar un panel entero.

De manera inherente, la pulverización desperdicia pintura y resulta impredecible debido a la "técnica" implicada en la aplicación. La aplicación impropia no se puede detectar hasta que se ha completado la pulverización, de forma que la realización del trabajo de nuevo para corregir el defecto normalmente afecta a una zona grande incluso en el caso de un fallo de pequeño tamaño. Además, en la industria aeroespacial, la pintura requiere equipamiento especializado e instalaciones que son costosas de construir y operar. La pintura provoca que la aeronave se encuentre fuera del servicio que genera beneficios. La pintura solo se puede llevar a cabo en aquellos casos en los exista un hangar disponible, y resulta relativamente lenta e inflexible.

En el contexto de la aeronaves, la patente de EE.UU. N°. 4.986.496 describe un producto de reducción de la resistencia aerodinámica en forma de material de lámina apto para conformación (un autoadhesivo) con texturización superficial para la aplicación a superficies de control de flujo en aeronaves con el fin de reducir la resistencia aerodinámica de la aeronave. El material se encaja en superficies curvas sin fisuras, burbujas o efecto de aguas debido a las propiedades de tipo pintura de la película de vehículo básico. Los autoadhesivos se fabrican planos y se estiran para encajar en la curvatura deseada. Si la deformación del accesorio no es plástica, este estiramiento puede resultar problemático con el tiempo si el material estirado se contrae para exponer un espacio entre autoadhesivos adyacentes en el que se puede producir el ataque de los agentes meteorológicos sobre la interfase de la superficie del autoadhesivo. Los accesorios o los autoadhesivos deben ser deformables desde el punto de vista plástico o se encuentran limitados a superficies de curvatura que cambia lentamente.

Los accesorios (por ejemplo, autoadhesivos) también se describen en la patente de EE.UU. N°. 5.660.667. Cuando presenta curvatura compleja, los accesorios forman cubrimientos completos, sin burbujas y sin aguas sobre superficies de curvatura compleja sin estiramiento excesivo. De manera general, el solapado de accesorios se describe en la solicitud de patente europea N°. 1093409.

Con frecuencia, es proceso proteger las superficies frente a la corrosión. De manera común, dicha protección implica tratamientos superficiales o imprimaciones (es decir, imprimaciones cromadas o revestimientos de conversión) que resultan relativamente costosos debido a las sustancias químicas implicadas y al tiempo asociado a su aplicación. Estos revestimientos tradicionales son relativamente pesados, especialmente cuando se acoplan con otros revestimientos superficiales que se deben aplicar sobre el revestimiento de protección contra la corrosión para proporcionar color, brillo, una mejor durabilidad superficial, protección frente a al abrasión, una combinación de estos u otros atributos. Las sustancias químicas usadas en los revestimientos convencionales de protección frente a la corrosión con frecuencia son materiales peligrosos.

Los accesorios son de interés considerable en la actualidad para aplicaciones aeroespaciales comerciales y militares. Se han llevado a cabo ensayos de vuelo sobre tecnologías de aeronave que no usan pintura, tales como

los accesorios. Estos accesorios ahorran coste, requerimientos de soporte y peso a la aeronave, al tiempo que proporcionan importantes ventajas ambientales. Algunas de estos accesorios se describen con más detalle en la patente de EE.UU. Nº. 6.177.189 y en el artículo que lleva por título "Paintless aircraft technology", Aero, Eng'g, noviembre de 1997, p.1 7. Además, algunas aerolíneas comerciales, tal como Western Pacific, usan accesorios para convertir sus transportes en paneles publicitarios volantes.

Además de las ventajas anteriores, los accesorios que incorporan capas de metal también pueden proporcionar protección frente a rayos. La patente de EE.UU. Nº. 4.352.142 describe un accesorio que proporciona protección frente a rayos. Los rayos pueden provocar daños potenciales a la aeronave - especialmente a la aeronave compuesta. Un rayo típico sobre una aeronave inicialmente se fija en un punto tal como el borde anterior de la tobera de entrada del motor o el morro del fuselaje, denominado de forma colectiva como Zona 1. El rayo en la Zona 1 inicial puede ser una chispa rápida de corriente eléctrica con una amplitud pico del orden de aproximadamente 200 kA, que puede durar aproximadamente 500 μ s o similar (denominado como longitud de onda "A").

Debido a que la aeronave vuela a través del campo de plasma del rayo, éste puede experimentar refijación posterior del destello en Zona 1 en puntos tales como la salida de gases del motor (denominado Zona 2) o sobre la superficie del ala (denominado como Zona 2 ó 3 dependiendo de la ubicación). La refijación en Zona 2 puede experimentar una transferencia de carga de corriente continua de hasta 10 culombios durante un período de tiempo del orden de aproximadamente 5 miliseg o similar (denominado como longitud de onda "B"). La refijación en la Zona 3 puede experimentar una transferencia de carga de corriente continua de hasta aproximadamente 200 culombios durante un período de tiempo de entre aproximadamente 0,25 s y aproximadamente 1 s o similar (denominado como longitud de onda "C").

Puede tener lugar un re-destello en cualquier Zona y es denominado longitud de onda "D". El re-destello de longitud de onda "D" puede ser una chispa rápida de corriente eléctrica con una amplitud pico del orden de aproximadamente 100 kA que puede durar aproximadamente 500 μ s o similar.

Una preocupación principal consiste en proteger frente al re-destello en las Zonas 2 ó 3 - especialmente en la proximidad del fijador que se extiende hacia el interior de la caja del ala que se puede mojar con combustible. Otra preocupación consiste en mitigar el peligro de los materiales compuestos que puede estar provocado por las corrientes continuas de longitudes de onda "B" y "C".

Por ejemplo, la solicitud de patente de EE.UU. Nº. 2002/0081921 de Vargo et al. describe un accesorio que incluye un material de lámina polimérico, tal como un tejido halopolimérico, que se adhiere o se une a una capa metálica, tal como una malla metálica o una hoja de metal expandido. La capa de metal se adhiere directamente con un adhesivo a un sustrato no metálico, tal como un material compuesto empleado en la estructura de la aeronave. En caso de rayo, se dispersa la energía procedente del mismo a lo largo de una gran área, mitigando de este modo el daño localizado en el sustrato no metálico. No obstante, debido a que la capa metálica se adhiere directamente al sustrato no metálico, se mantiene la energía del rayo en contacto con el sustrato metálico. Como resultado de ello, una gran superficie del sustrato no metálico puede encontrarse en contacto con grandes cantidades de energía procedentes del rayo.

Una preocupación con el uso de elementos conductores tales como aluminio expandido u hojas metálicas de cobre o tejido de alambre entretejido (IWWF) incorporados como parte de la superficie de una aeronave compuesta para protección frente a rayos, es la fisuración debida al coeficiente diferencial de expansión térmica del metal expandido y del material compuesto/resina. Incluso la microfisuración de un material compuesto puede conducir a fisuración adicional y esto no se encuentra permitido por las normas de certificación de FAA.

Además, el daño sobre la estructura interna de la aeronave compuesta y sobre el interior de la propia estructura de material compuesto puede resultar difícil de evaluar y reparar, y puede constituir una cuestión de envejecimiento a largo plazo de la aeronave. Si las estructuras compuestas quedan expuestas a corrientes elevadas típicamente conferidas por el rayo, entonces puede ocurrir que la resina se vea dañada (tal como carbonización, ruptura de enlaces, pérdida de capacidad de distorsión). Otra preocupación es la predicción de manera fiable de las corrientes cuando la aeronave es alcanzada por un rayo. Como resultado de ello, muchas zonas de la estructura se encuentran actualmente sobre-diseñadas y muchos esquemas de protección también están duplicados.

Además los sistemas de protección contra rayos que se usan actualmente requieren un mecanismo eléctrico conectado con el fin de transferir corriente. No obstante, cada fijador y junta de panel constituye una discontinuidad que representa una oportunidad para que la corriente penetre a través de ellos y pueda provocar daño sobre la estructura inferior incluso provoque la ignición del combustible que se encuentra en el interior de la misma. Por tanto, resulta deseable permitir una transferencia de energía alrededor o sobre estas discontinuidades, especialmente en el caso en el que existe un movimiento de panel a panel.

También resulta deseable mitigar los efectos de la carga estática desarrollada durante el vuelo. Debido a que la aeronave vuela a través del aire, los electrones de las moléculas de aire pueden verse forzados a una deslocalización de sus órbitas debido al impacto con la superficie de la aeronave. Los electrones se pueden

almacenar sobre la superficie de material compuesto de la aeronave y conferir carga estática, denominada carga estática P. Es posible que esta carga estática P pueda dar lugar a una lesión si una persona entra en contacto con la superficie de la aeronave después del aterrizaje antes de que se haya producido la descarga eléctrica del avión. Además, la descarga de la carga estática P puede dar lugar a ruido eléctrico que puede interferir con los sistemas electrónicos de la aeronave.

Por consiguiente, resulta deseable aumentar la protección frente a rayos que proporciona el accesorio y/o mitigar de manera simultánea la carga estática. No obstante, existe una necesidad no satisfecha en la técnica de un accesorio de bajo coste que proporcione una mayor protección frente a los rayos en una superficie subyacente y/o que mitigue la carga estática.

El documento EP-A1-0.580.417 se refiere a un blindaje frente rayos que comprende un laminado plástico reforzado con fibras que presenta una capa de malla eléctricamente conductora interpuesta entre láminas externa e interna, para conducir la corriente del rayo hasta fijadores de conducción que pasan a través del laminado.

El documento EPA-0.522.663 se refiere a un material compuesto de multicapa de protección frente a rayos que comprende (i) una capa que contiene una pre-impregnación, (ii) una pantalla de alambre metálico conductor o una capa de hoja metálica, y (iii) una lámina de tejido de vehículo que contiene (a) un revestimiento sobre un lado de una resina termoestable altamente rellena en el que la sustancia de relleno comprende una combinación multimodal de partículas de sustancia de relleno, y (b) sobre el otro lado, la unión a la capa (II); y en la que las capas presentan uniones intercaladas.

Sumario de la invención

Las realizaciones de la presente invención proporcionan accesorios que se pueden usar como revestimiento superficial, tal como un sustitutivo de bajo coste para pinturas. De manera ventajosa, el accesorio de la presente invención proporciona una hoja de metal para protección frente a rayos y/o la mitigación de la carga estática-P. Además, la hoja metálica se encuentra separada del sustrato subyacente por medio de una capa de dieléctrico. Como resultado de ello, los accesorios de la presente invención proporcionan una mayor protección frente a rayos que los accesorios anteriores. Los accesorios de la presente invención podrían resultar apropiados para aeronaves y en muchas otras áreas, tales como automóviles, embarcaciones, revestimientos arquitectónicos y otros productos comerciales.

De acuerdo con una realización no limitante de la presente invención, se proporciona un revestimiento de accesorio para un sustrato. El revestimiento de accesorio incluye una hoja metálica y una primera película de polímero subyacente a la hoja metálica. Se proporciona un revestimiento superior que se superpone a la hoja metálica en forma de capa de una segunda película de polímero. Se puede proporcionar un adhesivo, tal como un adhesivo sensible a la presión, que subyace al primer polímero con el fin de fijar el revestimiento de accesorio al sustrato. Si se desea, se pueden dispersar fibras a lo largo de la segunda película de polímero con el fin de conferir propiedades anti-estáticas. De igual forma, se puede proporcionar una capa de tinta entre la hoja metálica y la segunda película de polímero, si se desea, con fines estéticos y/o antiestáticos.

De acuerdo con los aspectos de la presente invención, la hoja metálica incluye una hoja de aluminio pero también incluye cobre u otros metales. La primera película de polímero puede incluir cualquiera o una combinación de poliamida (nylon), poli éter éter cetona (PEEK), polisulfonato, poliésteres tales como poli(tereftalato de etileno) (PET) o poli(naftalato de etileno) (PEN), poliimida, poliolefinas tales como polietileno o polipropileno, halopolímero de poliuretano y una combinación de película polimérica de dos capas tal como una combinación de poliéster/polietileno, una combinación de poliéster/nylon, una combinación de PEEK/polietileno y una combinación de PEEK/nylon. La segunda película polimérica puede incluir una o cualquier combinación de poliuretano, poliamida (nylon), poliolefina, halopolímero que incluye tanto plásticos como elastómeros, epoxi, fluorosilicona, fluoroetano, poliéster, poliimida, poli éter éter cetona (PEEK) y poliurea. Si se desea, la segunda película de polímero se puede moldear con un disolvente para aumentar la porosidad, mejorando de este modo la migración de carga hasta la hoja metálica.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se proporciona un conjunto de revestimiento de accesorio para un sustrato que presenta un fijador que se extiende a través del mismo. El conjunto de revestimiento de accesorio incluye un revestimiento de accesorio y una capa dieléctrica que subyace al revestimiento de accesorio. La capa dieléctrica se encuentra dispuesta de manera que se interpone entre el revestimiento de accesorio y un cabezal del fijador. La capa dieléctrica aumenta el voltaje de resistencia dieléctrica a lo largo del fijador y puede contribuir a la protección frente a rayos en las proximidades del fijador. Esta mayor protección frente a rayos puede resultar deseada, por ejemplo, para el caso de fijadores que se extienden a través de la superficie del ala de la aeronave hacia el interior de la caja del ala que puede mojarse con el combustible.

Otra realización forma recubrimiento de hoja metálica con patrón sobre el sustrato objeto de protección. Esta hoja metálica con patrón soporta el desarrollo de coronas localizadas durante el episodio del rayo. Las coronas localizadas transportan la energía del rayo por encima de la superficie del sustrato con una eliminación muy

limitada de la hoja metálica desde el punto de contacto con el rayo o desde los alrededores. Esta realización es un recubrimiento de desviación de rayo bidimensional que puede transportar la energía del rayo sobre un área amplia por medio de mecanismos múltiples sobre la superficie.

- 5 Un recubrimiento de desviación de rayos ejemplar incluye una hoja de metal con patrón y una primera película polimérica que subyace a la hoja metálica con patrón. La hoja metálica con patrón puede presentar dicho patrón a lo largo de la misma, o puede presentar dicho patrón de forma parcial. El revestimiento que recubre la hoja metálica con patrón se proporciona en forma de capa de segunda película polimérica. Se puede proporcionar un adhesivo, tal como un adhesivo sensible a la presión, que subyace a la primera capa polimérica con el fin de fijar el recubrimiento de desviación de rayos al sustrato. Si se desea, se pueden dispersar partículas de semiconductor a lo largo de la segunda película de polímero con el fin de contribuir a la generación instantánea de coronas localizadas. De igual forma, se puede proporcionar una capa de tinta entre la hoja metálica con patrón y el revestimiento superior o sobre la superficie exterior, si se desea, con fines estéticos y/o antiestáticos.
- 10
- 15 La hoja de metal con patrón incluye una pluralidad de secciones de hoja de metal separadas unas de otras por una pluralidad de zonas. En un ejemplo, el primer espesor de las secciones puede ser un espesor que no sea nulo, y el segundo espesor de las zonas puede ser un espesor que no sea nulo que sea más fino que el primer espesor o el segundo espesor puede ser cero. En otro ejemplo, las secciones pueden ser huecos (y el primer espesor es por tanto espeso cero) de cualquier forma deseada, y las áreas que separan los huecos pueden ser una pluralidad de líneas que intersectan y que tienen anchuras finitas y un segundo espesor que no es cero.
- 20

Esta realización de recubrimiento de desviación de rayos puede contribuir a evitar que corrientes elevadas destruyan la estructura crítica o que tengan acceso a fijadores que penetran los tanques de combustible de material compuesto, reduciendo de este modo el peligro de explosión o de formación de chispas. La realización del recubrimiento de desviación de rayos se podría usar para contribuir a reducir las corrientes inducidas sobre el equipamiento interno sensible, estructura, líneas hidráulicas, o línea eléctricas adaptando el flujo de corriente para que viaje sobre las zonas de las superficies exteriores hacia afuera de dichas zonas o equipamiento. Esta realización también puede contribuir a controlar los flujos de corriente a través de la superficie desde el punto de unión inicial (normalmente cerca del morro de la aeronave) hasta el punto de salida (normalmente cerca de la cola de la aeronave) sin "descargar" grandes corrientes en el interior de la superficie o en los componentes internos.

25

30

La realización de desviación de rayos también puede hacer posible la proporción de protección frente a rayos para radomos y antenas, especialmente antenas de comunicación. Esto puede contribuir a reducir las cuestiones de integración de la antena permitiendo que la corriente sea transferida desde la superficie de la antena hasta el accesorio de acuerdo con otras realizaciones descritas en el presente documento que cubren el resto de la superficie de la aeronave.

35

Breve descripción de los dibujos

- 40 La Figura 1 es una vista esquemática en planta de un paño de accesorio;
- La Figura 2 es un corte transversal esquemático del accesorio de la Figura 1;
- 45 La Figura 3 es una vista en perspectiva de una aeronave cubierta con accesorios para proporcionar un revestimiento que no contiene pintura;
- La Figura 4 es una vista en despiece de una caja de ala de la aeronave de la Figura 3;
- 50 La Figura 5 es un corte transversal esquemático de un accesorio;
- La Figura 6 es un corte transversal esquemático de otro accesorio;
- La Figura 7 es un corte transversal esquemático de otro accesorio;
- 55 La Figura 8 es un corte transversal esquemático de otro accesorio;
- La Figura 9 es una vista lateral de un accesorio que cubre un fijador;
- La Figura 10 es una vista lateral de accesorios adyacentes;
- 60 La Figura 11 es un corte transversal esquemático de un accesorio con una hoja metálica con patrón;
- La Figura 12A-12F son vistas en planta desde arriba de ejemplos no limitantes de hojas metálicas con patrón;
- 65 La Figura 13 es una vista en perspectiva de un accesorio con una hoja metálica con patrón que recubre un fijador;

La Figura 14A es una vista lateral de accesorios con hojas metálicas con patrón que recubren paneles adyacentes; y

- 5 La Figura 14B y 14C son vistas superiores en planta de ejemplos no limitantes de patrones variables en hojas metálicas.

Descripción detallada de la invención

10 A modo de revisión y en referencia a las Figuras 1 y 2, de acuerdo con una realización no limitante de la presente invención, se proporcionar un accesorio 10 para un sustrato 22. El revestimiento de accesorio 10 incluye una película de polímero 12 dispuesta en forma de capa externa o revestimiento superior y una película 18 de barrera de vapor fabricada a partir de una hoja metálica. Se dispone un adhesivo 24 sensible a la presión en forma de otra capa externa para la unión del adhesivo al sustrato 22. Una película de polímero 20 se encuentra dispuesta entre la película 18 de barrera de vapor y el adhesivo 24 sensible a la presión. La Figura 2 no puede ser sacada a escala con el fin de profundizar en las características que puedan mejorar la comprensión de la presente invención. En primer lugar se explican los detalles referidos a los componentes ejemplares del accesorio 10, seguido de las explicaciones de implementaciones preferidas y alternativas de accesorios de acuerdo con las realizaciones ejemplares de la presente invención.

20 La película de polímero 12 proporciona una película externa o revestimiento superior. Típicamente, la película polimérica 12 es un material compuesto elastomérico de matriz de resina orgánica. Aportado a modo de ejemplo no limitante, de manera apropiada la película de polímero 12 es poliuretano, uretano fluorado, poliurea, poliéster, poliamida, PEEK, fluoropolímero o cloropolímero. De manera apropiada, la película de polímero 12 es tenaz y resistente a la intemperie. Por ejemplo, de manera apropiada, la película de polímero 12 proporciona mayor durabilidad y endurecimiento a la película de barrera 18. De manera similar, la película de polímero 12 es apta para marcado de forma que sea posible llevar a cabo una impresión codificada eliminable sobre la misma. De manera alternativa, la película de polímero 12 puede ser transparente. La transparencia puede resultar deseada cuando se incluyen patrones de color o gráficos en las capas inferiores del polímero 12. Si se desea, se pueden intercalar los patrones en el interior de la película de polímero 12.

Además, la película de polímero 12 puede contribuir a las calidades estéticas, tales como brillo o color por medio de pigmentos apropiados. De manera general y apropiada los pigmentos son escamas de metal, partículas de óxido de metal, pigmentos orgánicos o colorantes o partículas organometálicas, y típicamente con mezclas de varios tipos de material. Los pigmentos de escama de aluminio apropiados incluyen las series Aquasil BP de pigmentos disponibles en Siberline Manufacturing Co. Los pigmentos pueden ser vidrio, mica, metales (tales como níquel, cobalto, cobre, bronce, y similares disponibles en Novamet) o escamas de vidrio, escamas de vidrio revestidas con plata, escamas de mica o similares disponibles en Potters Industries, Inc. Típicamente, estas escamas con de aproximadamente 17-55 μm de dimensiones características. En algunas aplicaciones, pueden resultar apropiados los pigmentos cerámicos. Los pigmentos se pueden mezclar para proporcionar las características deseadas al revestimiento.

Los pigmentos de óxido de titanio de Titanox2020 se encuentran disponibles en NL Industries. Los pigmentos de óxido de cobre y óxido de hierro se encuentran disponibles en Fischer Scientific. Pigmentos de titanio, óxido de cinc u óxido de cobre de NANOTEK se encuentran disponibles en Nanophase Technologies Corporation. De manera general, estos pigmentos son esféricos con diámetros dentro del intervalo de aproximadamente 30 μm (para los pigmentos de NANOTEK) hasta tamaños micrónicos.

De manera apropiada, la película de polímero 12 puede estar fabricada de poliuretano o uretano fluorado, si se desea. De manera alternativa, como se ha comentado anteriormente, la película de polímero 12 puede ser un fluoropolímero o fluoroelastómero. Un revestimiento superior actualmente preferido de la película de polímero 12 es un fluoroelastómero, tal como un fluoroelastómero resistente al calor y la lluvia de CAPCOAT de Tipo IV o de Tipo III disponible en CAAP Company y apropiado para el revestimiento por rodillos en los colores deseados y con cualesquiera aditivos (tales como características antiestáticas, como se comenta a continuación). Además, la película de polímero 12 puede ser poliuretano, poliolefina, poliamida, poliimida, halopolímero, caucho de etileno y propileno, epoxi, poliéster (tal como poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(naftalato de etileno) (PEN) o similares), fluorosilicona, poliéter sulfona (PES) o poli éter éter cetona (PEEK). La película de polímero 12 puede ser moldeada con disolvente, si se desea. De manera ventajosa, los fluoropolímeros proporcionan buenas características de desprendimiento con agua así como también mayor resistencia a fluidos, tales como fluidos hidráulicos como SKYDROLTM, que puede estar presente en la aeronave o en sus alrededores. Las poliamidas, poliimidias, poliésteres, PEEK y similares también proporcionan resistencia a los fluidos hidráulicos tales como SKYDROLTM. Como se ha comentado anteriormente, la película de polímero 12 también puede, de manera apropiada, ser un cloroelastómero. Independientemente de la composición de la película de polímero 12, la estabilidad frente UV contribuye a garantizar la durabilidad a largo plazo del sistema de revestimiento proporcionado por el accesorio 10.

De manera apropiada, la película de polímero 12 es una capa de película. Por ejemplo, la película de polímero 12 puede estar entre 2,5-102 μm (0,1-4 milésimas de pulgada (0,0001-0,0004 pulgadas) de espesor). En una

realización actualmente preferida, la película de polímero 12 se encuentra en aproximadamente 25-52 μm (1-2 milésimas de pulgada) de espesor. Capas más finas resultan deseables sobre las capas más gruesas debido al ahorro de peso cuando se usa el accesorio 10 sobre la aeronave.

5 Además, cuando la película de polímero 12 es de manera apropiada fina y porosa, la película de polímero 12 puede contribuir a las propiedades anti-estáticas del accesorio 10. Si se desea, se puede disponer un material anti-estático dentro de la película de polímero 12. Por ejemplo, se puede dispersar un material eléctricamente conductor, tal como sin limitación fibras de grafito o fibras de metal, a lo largo de la película de polímero 12. Las fibras dispersan y disipan la carga estática-P, mitigando de este modo la formación de la carga estática-P en una zona localizada. Esta
10 disipación y dispersión reduce la posibilidad de descarga eléctrica que es una fuente de ruido eléctrico para los diferentes sistemas de comunicación a bordo de la aeronave durante el vuelo. La dispersión y disipación también reduce la posibilidad de lesiones del personal sin una persona entra en contacto con la superficie del avión una vez que la aeronave ha aterrizado pero antes de que se haya producido la descarga eléctrica a tierra.

15 Si se desea, se puede proporcionar una capa 14 de tinta opcional. La capa de tinta 14 puede proporcionar un diseño deseado gráfico y de color. De manera adicional, la capa de tinta 14 puede proporcionar color a la película de polímero 12 que recubre la capa de tinta 14 opcional. De manera ventajosa, la capa de tinta 14, cuando se proporciona, puede aportar características antiestáticas al accesorio 10.

20 De manera alternativa, puede resultar deseable en algunos casos pintar sobre la capa de polímero 12 en lugar de proporcionar la capa de tinta 14. En estos casos, la capa de polímero 12 puede presentar una textura mate. La textura mate mejora la adhesión de la pintura sobre la película de polímero 12.

Si se desea, se puede proporcionar una película de polímero 16. Se puede usar la película de polímero 16 adicional para cualquier fin deseado. Por ejemplo, se puede imprimir una imagen gráfica en la película de polímero 16. La
25 película de polímero 16 puede estar fabricada de los mismos materiales y procesada como se ha comentado anteriormente en el presente documento para el caso de la película de polímero 12.

Las películas de polímero 12 y 16 pueden ser sometidas a extrusión o moldeo. Cuando las películas de polímero 12
30 y 16 se sometan a moldeo con disolvente, las películas de polímero 12 y 16 son microporosas y pueden proporcionar un mecanismo par la migración de las cargas estáticas-P hacia la película 18 de barrera de vapor. Como resultado de ello, la película 18 de barrera de vapor puede proporcionar características antiestáticas. Independientemente del mecanismo de transporte de carga estática, de manera ventajosa, la carga estática se dispersa sobre un área amplia. Como se ha comentado anteriormente, la dispersión contribuye a reducir la
35 posibilidad de inducción de ruido eléctrico en los circuitos electrónicos en el interior de la aeronave y también contribuye a reducir las posibilidades de daño para el personal si una persona entra en contacto con la superficie de la aeronave después del aterrizaje y antes de que se haya producido la descarga eléctrica a tierra.

De manera ventajosa, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, la película 18 de barrera de vapor
40 está fabricada de una hoja de metal. Aportado a modo de ejemplos no limitantes, el metal de manera apropiada incluye aluminio, tal como papel de aluminio. Para un uso óptimo de la barrera de vapor y para la protección frente a rayos, la barrera de vapor 18 debe permitir que el accesorio 10 se estire y se conforme con las superficies de curvatura compuesta. Aportado a modo de ejemplos no limitantes, se puede usar como barrera de vapor 18 una hoja metálica de alta calidad tal como papel de aluminio enrollado. De manera apropiada se puede usar una hoja metálica
45 con un espesor entre aproximadamente 2,5 μm (0,1 milésimas de pulgada) y aproximadamente 19 μm (0,75 milésimas de pulgada), y actualmente se prefiere una hoja de metal con espesor entre 6,4 μm (0,25 milésimas de pulgada) y aproximadamente 13 μm (0,5 milésimas de pulgada).

No obstante, la barrera de vapor 18 puede estar fabricada de cualquier hoja metálica que se desee, tal como sin
50 limitación, cobre, níquel, oro o titanio. Debido a que la película 18 de barrera de vapor es una hoja metálica, de manera ventajosa la película 18 de barrera de vapor se proporciona a bajo coste. De igual forma, la hoja metálica proporciona mayor integridad sobre las barreras de vapor que se pueden proporcionar por medio de deposición metalizada, tal como deposición de vapor o electro-deposición, o por medio de una malla metálica expandida. Debido a que la hoja metálica se encuentra fácilmente disponible, la película 18 de barrera de vapor cuesta menos
55 que las barreras de vapor metalizadas que suponen la deposición en una cámara de vacío. Además debido a que la hoja metálica es de metal en lugar de un material metalizado o de una malla metálica expandida, la película 18 de barrera de vapor proporciona una mayor conductividad y uniformidad con respecto a las barreras de vapor metalizadas o a las mallas metálicas expandidas. Mientras que la película 18 de barrera de vapor puede ser más gruesa que las barreras de vapor metalizadas, el espesor de la película 18 de barrera de vapor en ningún caso puede
60 ser menor que 25 μm (1 milésima de pulgada). Por ejemplo, en una realización actual, la película 18 de barrera de vapor puede ser menor que aproximadamente 7,6 μm (0,3 milésimas de pulgada) de espesor.

De manera ventajosa, la película 18 de barrera de vapor también proporciona propiedades antiestáticas y
65 proporciona un control de estiramiento y tenacidad al accesorio 10. En una realización ejemplar, la película 18 de barrera de vapor permite un estiramiento sustancial, del orden de aproximadamente diez por ciento a

aproximadamente cuarenta y cinco por ciento, durante la aplicación del accesorio 10 a una forma compleja. Además, la película 18 de barrera de vapor de manera ventajosa proporciona una opacidad frente a UV y, como resultado de ello, protección frente a UV para la estructura de material compuesto subyacente.

5 De manera ventajosa, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención una película de polímero se encuentra bajo la película 18 de barrera de vapor. De manera apropiada, la película de polímero 20 está fabricada a partir de cualquiera de los mismos materiales que la película de polímero 12 o que la película de polímero 16, según se desee para una aplicación particular. Si se desea, la película de polímero 20 también puede ser una película de poli éter éter cetona (PEEK), polisulfonato, poliéster, poliamida, poliimida, polietileno, polipropileno o cualquiera de sus combinaciones.

10 En una realización actualmente preferida, la película de polímero 20 está fabricada de nailon. De manera ventajosa, el nailon proporciona una resistencia dieléctrica moderadamente elevada de aproximadamente $1,52 \times 10^7$ V/m (385 voltios por milésima de pulgada), es suficientemente resistente a fluidos hidráulicos tales como SKYDROL™, se puede unir fácilmente a otros materiales y se encuentra disponible en forma de película de alta calidad que no son caras.

15 De manera alternativa, la película de polímero 20 puede estar fabricada a partir de una variedad de otros materiales apropiados. Por ejemplo, la película de polímero 20 puede estar fabricada a partir de poliimidadas. De manera ventajosa, se pueden unir otros materiales a las poliimidadas. Además, la película de polímero 20 puede estar fabricada de poliolefina, poliéster, poliuretano o halopolímero.

20 Como ejemplo adicional, la película de polímero 20 puede ser de polietileno o de poliéster para aplicaciones que se usan típicamente entre aproximadamente 21 °C (70° Fahrenheit) y aproximadamente 82 °C (180° Fahrenheit). De manera ventajosa, se ha comprobado que el tratamiento de plasma mejora de forma eficaz la resistencia de enlace de polietileno y polipropileno, uno con el otro, y frente a adhesivos a baja temperatura.

25 Como otro ejemplo, la película de polímero 20 puede ser una combinación de película de polímero de dos capas. Aportado a modo de ejemplos no limitantes, la película de polímero 20 puede ser una combinación de poliéster/polietileno, una combinación de poliéster/nailon, una combinación de PEEK/polietileno, una combinación de PEEK/nailon o similar.

30 No es necesario que la película de polímero 20 esté formada a partir de los mismos materiales que la película de polímero 12. De igual forma, la película de polímero 20 se puede someter a moldeo, extrusión o se puede proporcionar en forma de laminado, según se desee. De manera ventajosa, la película de polímero 20 soporta la película 18 de barrera de vapor. De manera adicional, cuando la película de polímero 20 es de manera opcional un plástico de modulo elevado, la película de polímero 20 proporciona tenacidad y estiramiento al accesorio 10. La película de polímero 20 plástica termoestable preferida es de bajo coste, proporciona elevada resistencia dieléctrica y se encuentra sustancialmente libre de orificios para la entrada de aire u otros fluidos, tales como disolventes, o carga eléctrica que pueda ser transportada a través de la misma.

35 Si se desea, las películas de polímero 12 , 16 y/o 20 y/o la película 18 de barrera de vapor pueden tratarse con plasma para mejorar la formación de enlace. En una realización actualmente preferida, se prefiere el tratamiento atmosférico. El tratamiento atmosférico se lleva a cabo con oxígeno u otra sustancia química gaseosa.

40 De acuerdo con realizaciones de la presente invención, la película 18 de barrera de vapor y la película de polímero 20 cooperan para contribuir a la protección frente a rayos. De manera ventajosa, los ensayos de laboratorios han demostrado que el accesorio 10 proporciona una protección superior frente a rayos. En el caso de impacto de rayo, de acuerdo con la presente invención, la película 18 de barrera de vapor y la película de polímero 20 actúan de manera conjunta para mantener la energía del rayo lejos del sustrato subyacente 22, tal como la superficie de la aeronave. De este modo, las realizaciones de la presente invención son apropiadas para su aplicación a paneles de material compuesto, tal como sin limitación, paneles de material compuesto de resina reforzados con fibra o paneles de material compuesto reforzados con fibra de carbono, que se pueden usar en la superficie de las aeronaves o en otras aplicaciones según se desee.

45 De acuerdo con realizaciones de la presente invención, la película 18 de barrera de vapor y la película de polímero 20 cooperan para contribuir a la protección frente a rayos. De manera ventajosa, los ensayos de laboratorios han demostrado que el accesorio 10 proporciona una protección superior frente a rayos. En el caso de impacto de rayo, de acuerdo con la presente invención, la película 18 de barrera de vapor y la película de polímero 20 actúan de manera conjunta para mantener la energía del rayo lejos del sustrato subyacente 22, tal como la superficie de la aeronave. De este modo, las realizaciones de la presente invención son apropiadas para su aplicación a paneles de material compuesto, tal como sin limitación, paneles de material compuesto de resina reforzados con fibra o paneles de material compuesto reforzados con fibra de carbono, que se pueden usar en la superficie de las aeronaves o en otras aplicaciones según se desee.

50 Cuando el rayo impacta sobre el accesorio 10, de manera ventajosa, la carga eléctrica que impacta sobre la película 18 de barrera de vapor no penetra la película de polímero 20. La película de polímero 20 evita que la energía del rayo forme un arco de manera directa a través del accesorio 10 con el sustrato subyacente 22. En lugar de ello, la película de polímero 20 permite que la barrera de vapor 18 disperse las cargas eléctricas a través de la película 18 de barrera de vapor. Como resultado de ello, la energía permanece sobre el accesorio 10 y se dispersa hacia afuera de forma considerablemente uniforme. Los ensayos han demostrado que el punto de unión de la energía se mueve aproximadamente hacia la posición del rayo.

55 La dispersión distribuye la energía del rayo sobre una zona amplia, rebajando de este modo la densidad de carga en cualquier zona localizada. Esto contribuye a mitigar la probabilidad de que el rayo penetre a través de la película de polímero 20 hasta el sustrato 22. Si la energía eléctrica encuentra un camino hasta la estructura subyacente, de

manera ventajosa, entonces el accesorio 10 provoca la distribución la energía en muchos caminos diferentes de energía más baja hacia el interior de la estructura. Como resultado de la distribución de cargas por parte de la película 18 de barrera de vapor, de manera ventajosa, se ha comprobado que la resistencia dieléctrica de la película de polímero 20 soporta la energía esperada del rayo que impacta en la Zona 1 así como también en la Zona 2.

5 Debido a que se ha comprobado que la película de polímero 20 no experimenta ruptura dieléctrica como resultado de la exposición a las cargas dispersadas por la película 18 de barrera de vapor, la película de polímero 20 es capaz de mantener la carga separada del (y fuera de contacto eléctrico con) sustrato 22. Como resultado de la protección que aporta el accesorio 10, se ha comprobado que, de manera ventajosa, por medio de evaluación no destructiva (por medio de técnicas de pulso eco), es posible que el sustrato 22 no experimente daño alguno derivado de la

10 energía esperada del rayo que impacta sobre la Zona 1 así como sobre la Zona 2.

Además, esta dispersión provoca que la película 18 de barrera de vapor se "abombe" y se desligue de la película de polímero 20 en algunas zonas adyacentes al punto de impacto del rayo. Debe notarse que el ensayo ha mostrado que la película 18 de barrera de vapor se vaporiza en el punto de contacto del rayo. Como resultado de ello, de

15 manera ventajosa, la energía procedente de las cargas eléctricas se aleja verticalmente y se mantiene lejos del sustrato 22, tal como de la superficie de la aeronave, que se encuentra bajo la película de polímero 20.

De manera apropiada, un adhesivo 24 sensible a la presión (PSA) proporciona adhesión completa entre el accesorio 10 y el sustrato 22. De manera deseable, el PSA 24 es un adhesivo que es resistente al combustible de los aviones, fluidos de limpieza, agua y entornos de elevado contenido de humedad. Si resulta posible, el adhesivo debe ser resistente a los fluidos hidráulicos de la aeronave, tal como SYDROL™. En una realización actualmente preferida, el PSA 24 es un adhesivo acrílico sensible a la presión, tal como un adhesivo A8 disponible en The Boeing Company of Seattle, Washington. De manera alternativa, otros adhesivos aceptables incluyen 52-4 ó 86-02 de 3M Company de St. Paul, Minnesota. De manera apropiada, el PSA 24 sostiene en accesorio 10 sobre el sustrato 22

20 durante la operación normal del vehículo, tal como el vuelo de una aeronave. No obstante, de manera deseable, PSA 24 también se puede despegar para la sustitución del accesorio 10 sin que deje residuo algunos sobre el sustrato 22.

De manera ventajosa, el espesor del adhesivo PSA 24 contribuye a separar la película 18 de barrera de vapor y la

30 segunda película de polímero 20 del sustrato 22. Como resultado de ello, el espesor de PSA 24 contribuye a aumentar el voltaje de ruptura dieléctrica, aumentando de este modo la protección frente a rayos.

Se proporciona una cara inferior de la película de polímero 20 con un tratamiento superficial 26, tal como sin limitación un tratamiento de corona o de plasma. El PSA 24 puede ser laminado o se puede someter a moldeo directamente sobre la película de polímero 20, según se desee. Como resultado de ello, el tratamiento superficial 26 se proporciona para aumentar la receptividad de la película de polímero 20 sobre el PSA 24.

35

Se fija un adhesivo 28 sobre uno o ambos lados de la película 18 de barrera de vapor. Si se desea, el adhesivo 28, de manera opcional, se puede aplicar entre la película de polímero 12 y la capa de tinta 14, o entre la capa de tinta 14 y la película de polímero 16, según se desee. De manera apropiada, el adhesivo 28 es un adhesivo de laminación estándar.

40

De manera ventajosa, el espesor total del accesorio 10 puede ser menor que 102 μm (4 milésimas de pulgada). Se puede atribuir un espesor de aproximadamente 38 μm (1,5 milésimas de pulgada) a aproximadamente 51 μm (2 milésimas de pulgada) a PSA 24 y al adhesivo 28. De igual forma, se puede atribuir un espesor de aproximadamente 51 μm (2 milésimas de pulgada) a las películas de polímero 12, 16 y 20, la capa de tinta 14 y la película 18 de barrera de vapor. Debido a dicho perfil fino, el accesorio 10 reduce su peso.

45

Puede resultar deseable proporcionar un espesor mayor a la película de polímero 20. Un espesor mayor de la película de polímero 20 da lugar a un voltaje mayor de ruptura dieléctrica. Con un espesor mayor, la película de polímero 20 puede soportar un potencial eléctrico más elevado antes de experimentar la ruptura dieléctrica, aumentando de este modo la protección frente a rayos. No obstante, el aumento de espesor de la película de polímero 20 da lugar a un peso mayor y/o una menor aptitud de conformación para curvaturas de superficie complejas. De este modo, el deseo de una resistencia eléctrica mayor para la película de polímero 20 debe equilibrarse con el aumento de peso y la disminución de la aptitud de conformación.

50

55

Además, de manera ventajosa, el accesorio 10 puede experimentar fatiga o fisuración igual que una pintura antes que pueda tener lugar una desunión importante del accesorio, tal como puntos, de tipo juntas o fijaciones usadas en la estructura de la aeronave, a través de los cuales se pueda producir la salida de aire. Además, el accesorio 10 es susceptible de que pueda producir la trituración durante el vuelo de la aeronave, limitando de este modo el avance de cualquier fenómeno de despegado que se pueda iniciar como consecuencia de daño de mantenimiento o separación de los bordes del accesorio. El accesorio 10 se puede retirar mediante despegado, cuando se desee, para su inspección o sustitución, pero de manera ventajosa permanece adherido durante el vuelo.

60

De manera ventajosa, el accesorio 10 puede estar fabricado a bajo coste. Se puede fabricar el accesorio 10 por medio de procesos de fabricación comerciales a gran escala tal como laminado, moldeo y extrusión, según se

65

desea, estando las películas 12, 16 y 20 y la película 18 de barrera de vapor disponibles comercialmente en depósito o bajo pedido. Como resultado de ello, el accesorio 10 se puede fabricar en grandes cantidades, logrando de este modo economías de escala en los costes de fabricación. Al tiempo que dicha construcción puede aumentar de manera no deseada la tenacidad (debido a que se puede reducir ligeramente el estiramiento), se pueden reducir los costes casi un orden de magnitud con respecto a los actuales accesorios.

A partir de la discusión anterior, de manera ventajosa, la construcción del accesorio 10 permite la incorporación de la película de polímero 12 como capa superior que proporciona durabilidad elevada, estabilidad frente a UV, resistencia a la abrasión y brillo superior (ya sea alto o bajo) usando una textura definida. Además, las características de comportamiento del accesorio 10 son flexibles. Es decir, se pueden adaptar el comportamiento y la estética del accesorio 10 a una aplicación deseada. Esta flexibilidad se consigue debido a que la película de polímero 16 o la capa de tinta 14 se pueden proporcionar o se pueden omitir según se desee. Por ejemplo, la película de polímero 16 proporciona propiedades físicas y de resistencia para la aplicación de revestimiento y la eliminación. Además, la película de polímero 16 o la capa de tinta 14 se pueden proporcionar según se desee para características operacionales, tales como con fines antiestáticos o con fines estéticos, tales como el aporte de color, imágenes gráficas o camuflaje. A tal fin, cualquiera de las películas de polímero 12, 16 ó 20, según se desee para la aplicación particular, pueden incluir patrones de superficie, y podrían incluir plastificantes, extensores, antioxidantes, estabilizadores de luz ultravioleta, colorantes, pigmentos, agentes de emisividad (tal como carburo de silicio), refuerzos de fibras continuas o cortadas, o similares, con el fin de proporcionar el color deseado, brillo, carácter hidrófobo, anti-congelante u otras características de superficie. Como otro ejemplo, se pueden proporcionar fibras cortadas opcionales para proporcionar tenacidad en cualquiera de las películas de polímero 12, 14 ó 20 y para proporcionar propiedades antiestáticas en cualquiera de las películas de polímero 12 ó 16 o en la capa de tinta 14.

Se puede proteger el accesorio 10 con un papel protector de transferencia doble o con una película plástica 30 para facilitar su aplicación. En una realización ejemplar, una lámina de papel protector recubre el PSA 24 (es decir, la superficie del accesorio 10 que hace de interfase y se une con el sustrato 22) con el fin de proteger PSA 24 de la suciedad y de evitar que PSA 24 se pegue a sí mismo de manera inesperada o se pegue a otros objetos hasta que el accesorio 10 se encuentre listo para su instalación. Cuando el accesorio 10 es muy fino, si se desea, la superficie expuesta de la película de polímero 12 (es decir, el revestimiento superior) puede presentar un papel protector 30 similar con el fin de reforzarla y de protegerla durante la colocación y la transferencia. El papel protector 30 se despegará tras la colocación apropiada. Si se desea, se puede imprimir información identificativa e instrucciones sobre como, donde y en qué orden se debe aplicar el accesorio 10 sobre el papel de transferencia 30 con el fin de simplificar su colocación. De manera alternativa, la información identificativa y las instrucciones se pueden imprimir directamente sobre la película de polímero 12 (es decir, el revestimiento superior), si se desea.

Haciendo referencia a la Figura 3, de manera ventajosa, se reviste una aeronave 32 con una pluralidad de accesorios 10. Con fines de claridad, únicamente se muestra un solo accesorio 10. Como puede verse, la aeronave 32 incluye un fuselaje 34, un par de alas 36, un pluralidad de superficies de control 38, al menos un motor 40 y una cabina 42. Como también puede observarse, el fuselaje 34, las alas 36 y las superficies de control 38 presentan todas sus respectivas superficies. Debido a que la aeronave resulta bien conocida, no es necesaria una descripción adicional de la aeronave 32 para la comprensión de la presente invención. De acuerdo con la presente invención, se reviste una pluralidad de accesorios 10 sobre las superficies del fuselaje 34, alas 36 y superficies de control 38. Como resultado de ello, puede tener lugar el mantenimiento concurrente de la aeronave 32, por ejemplo, en la cabina 42, al tiempo que los accesorios 10 son inspeccionados, reparados o sustituidos, según se desee.

Haciendo referencia a la Figura 4, al tiempo que la curvatura de la estructura determina el tamaño y forma del accesorio 10, un accesorio típico 10 aplicado sobre la superficie superior del ala 44 puede ser rectangular. Para sustituir a la pintura, el accesorio 10 cubre todo, considerablemente todo o únicamente una parte de la superficie de la aeronave 32 (Figura 4) en la cual se usaría la pintura. Las áreas calientes o las zonas particularmente tendientes a la erosión podrían requerir tratamientos tradicionales o revestimientos además del accesorio 10.

De manera general, los paños (no mostrados) son paneles lisos de 2 dimensiones cuyo tamaño se escoge para conformar una superficie tridimensional, similar a las secciones de una pelota de béisbol. Durante la instalación, con frecuencia el accesorio 10 puede precisar el recortado para conseguir el ajuste final. Los paneles pueden presentar diferentes espesores dependiendo de la ubicación pretendida sobre el objeto. Los paneles más gruesos se usan en zonas expuestas a mayor desgaste o en zonas de impacto.

Típicamente los accesorios 10 se fabrican como "laminados" de multicapa de materiales lisos que son flexibles y que se doblan fácilmente. De manera ventajosa, el material se puede encontrar disponible comercialmente en depósito (COTS). El material de este tipo se puede aplicar de manera fácil a ambas superficies lisas y a superficies curvadas simples tales como cilindros, conos y codos curvos. Es posible recubrir superficies más complejas que implican curvaturas compuestas si el material se estira o se comprime para evitar las arrugas o el desgarro. Si el material no es suficientemente deformable, el corte para permitir el solapado, o la eliminación de cuñas, así como la adición de dardos, pueden resultar útiles para ampliar el cubrimiento con un accesorio 10 nominalmente liso. No obstante, dichas cuestiones pueden consumir tiempo o, de forma posible, pueden dañar el material aplicado si éste presenta alguna orientación preferida.

Típicamente, el accesorio se encuentra fabricado a partir de material liso y se acomoda a la curvatura por medio de estiramiento y elasticidad de los accesorios 10. Como se ha comentado anteriormente, de manera apropiada, los accesorios 10 se preparan a partir de materiales con los que es relativamente fácil trabajar. Se pueden usar accesorios lisos para sólidos cilíndricos, superficies lisas y otras zonas de gran tamaño. De manera ventajosa, se ha

5 determinado que es posible cubrir de manera satisfactoria toda la aeronave usando paneles lisos. El tamaño principal de los accesorios 10 depende del tipo de curvatura que presente la superficie objeto de cubrimiento. Se usan piezas más pequeñas en zonas que contienen curvatura tridimensional.

Se puede aplicar el accesorio 10 usando espátulas húmedas o secas, cuchillo mates, rodillo de caucho, herramientas para papel de pared y similares con el fin de colocar y alisar las películas. La extracción de cualquier

10 aire que pueda quedar atrapado o agua con ayuda de una jeringa hipodérmica elimina la burbujas. Normalmente, los accesorios 10 se encuentran solapados de 6,4 12,7 mm (de 1/4 a 1/2 pulgada) o más, pero también son posibles las juntas a tope. El alcance del solapamiento se encuentra limitado debido factores de peso y coste, pero también

15 debido a que los accesorios 10 se pueden adherir de forma más segura al substrato 22 que unos a otros dependiendo del PSA 24 y de la película de polímero 12.

Se pueden usar accesorios 10 en la mayoría de los metales aeroespaciales, 2024, 6061 y 7075 y otras aleaciones de aluminio; todas las aleaciones de titanio; acero de alta resistencia (bajo contenido de carbono) tal como 4130, 4340 y 9310; aleaciones de níquel tal como INCONEL 718; y aleaciones de magnesio protegidas con un revestimiento de conversión de Dow. Además, se pueden usar los accesorios 10 sobre estructuras compuestas. En la interfase entre los materiales compuestos reforzados con fibra de carbono y la estructura metálica, los accesorios

20 10 reducen la corrosión galvánica reduciendo el acceso de electrolitos a las superficies metálicas. Es decir, los accesorios 10 sellan la humedad y los fluidos de la aeronave y los mantienen lejos de los metales (conductores).

Ahora que se han explicado los detalles referidos a los componentes de los accesorios 10 y con respecto a los entornos de sistema ejemplares en los que se pueden usar los accesorios de la presente invención, a continuación se explican varias implantaciones preferidas y alternativas de acuerdo con la presente invención. Se usan números de referencia para referirse a los componentes que han sido previamente explicados. Por motivos de brevedad, sus

25 detalles no se repiten.

Haciendo referencia a la Figura 5, un accesorio 100 actual incluye la película de polímero 12, la barrera de vapor 18, la película de polímero 20 y el PSA 24. En una realización actualmente preferida, la película de polímero 12 incluye una versión moldeada de poliuretano de Boeing Material Specification 10-60 (BMS 10-60) con una textura brillante o con textura mate según se desee. Preferentemente, la barrera de vapor 18 incluye una hoja metálica de aluminio fina

30 (de aproximadamente 7,6 μm (0,3 milésimas de pulgada) de espesor). La película de polímero 20 incluye nailon o un laminado de PET y polietileno. Preferentemente, PSA 24 incluye un adhesivo A8. El accesorio 100 puede estar pintado si se desea para una aplicación particular.

Haciendo referencia a la Figura 6, el accesorio 200 incluye tinta. El accesorio 200 incluye la película de polímero 12, la barrera de vapor 18, la película de polímero 20 y PSA 24, todos y cada uno ellos pueden estar fabricados a partir de cualquiera de los materiales descritos en el contexto del accesorio 10 (Figuras 1 y 2). La tinta puede estar provista en forma de capa de tinta 214 entre la barrera de vapor 18 y la película de polímero 12 y/o la capa de tinta 214' proporcionada por encima de la película de polímero 12. Los detalles de las capas de tinta 214 y 214' son similares a los de la capa de tinta 14 (Figura 2) y no es necesario repetirlos.

40

Haciendo referencia a la Figura 7, en una realización alternativa el accesorio 300 incluye la barrera de vapor 18, la segunda película de polímero 20 y el PSA 24, todos y cada uno ellos pueden estar fabricados a partir de cualquiera de los materiales descritos en el contexto del accesorio 10 (Figuras 1 y 2). Nótese que el accesorio 300 no incluye la película de polímero 12. En su lugar, se puede proporcionar funcionalidad de "revestimiento superior" por medio de pintura de la barrera de vapor 18. De manera ventajosa, el accesorio 300 proporciona protección frente a rayos mediante al cooperación de la barrera de vapor 18 y la película de polímero 20, como se ha comentado anteriormente. Además, la aplicación de pintura (no mostrada) sobre la barrera de vapor 18 permite la elegir el aspecto y la estética según se desee para una aplicación particular.

45

Si se desea, se podría aplicar un tratamiento protector o imprimación a la barrera de vapor 18 antes de la pintura. El tratamiento protector o la imprimación pueden contribuir a proteger el metal de la barrera de vapor 18 frente a la corrosión y/o pueden contribuir a mejorar la unión de la pintura a la barrera de vapor. Aportado a modo de ejemplo no limitante, el tratamiento protector o imprimación puede incluir anodizado, alodina u otros tratamientos/revestimientos de conversión, electrodeposición, adhesivos finos, imprimación, sol-gel o similares.

50

Haciendo referencia a la figura 8, un accesorio 300' es similar al accesorio 300 (Figura 7) e incluye barrera de vapor 18, la segunda película de polímero 20 y el PSA 24, todos y cada uno ellos pueden estar fabricados a partir de cualquiera de los materiales descritos en el contexto del accesorio 10 (Figuras 1 y 2). El accesorio 300' tampoco incluye la película de polímero 12. De manera ventajosa, un enmascarador 30 recubre tapa la barrera de vapor 18. De manera apropiada, el enmascarador 302 es desprendible. El uso del enmascarador 302 desprendible protector sobre la barrera de vapor 18 contribuye de manera ventajosa a mantener la calidad y la integridad del accesorio 300'

55

60

65

durante el almacenamiento y la colocación. Además, cuando se usa un tratamiento protector o imprimación, el enmascarador desprendible 302 puede contribuir a mantener la calidad y la aptitud de unión del tratamiento protector o imprimación. El enmascarador protector 302 se retira antes de la pintura y/o la colocación de junta con solapa. El enmascarador 302 puede quedar intacto tras la instalación en la medida de lo posible, proporcionando de este modo protección al accesorio 300' durante el ensamblaje de partes y el transporte. Típicamente, el enmascarador 302 puede ser una película de polímero de bajo coste, tal como polietileno, polipropileno o poliéster. De manera alternativa, el enmascarador 302 puede ser papel con un adhesivo sensible a la presión de baja adhesividad, permitiendo de este modo que el enmascarador 302 se retire de forma preferida del accesorio 300' tras la colocación.

Haciendo referencia a la Figura 9, en otra realización alternativa el conjunto de accesorio 400 proporciona una protección mayor frente a rayos. Se ha comprobado que la energía eléctrica, tal como la de los rayos, preferentemente busca los fijadores y se extiende a través del sustrato y fija éste a la estructura subyacente. Esto es porque el fijado presenta una trayectoria de "suelo" eléctrico (es decir, la estructura subyacente), bien de forma directa, o por medio de fibras que se encuentran expuestas en el perímetro del orificio del fijador. Aunque la película de polímero 20 del revestimiento de accesorio 10 pueda proporcionar suficiente aislamiento eléctrico entre la hoja metálica 18 y el sustrato 22 subyacente de la aeronave, incluyendo los fijadores, el peso total del revestimiento del accesorio 10 se puede reducir disminuyendo el espesor de la película de polímero 20, y preferentemente incluyendo un material dieléctrico adicional y/o separación de voltaje en los fijadores y en otras discontinuidades. El uso de aislantes dieléctricos o espaciadores resulta típico de muchos tipos de sistemas y productos eléctricos, y se puede usar junto con el accesorio 10 para proporcionar ahorros de peso. En la Figura 9, se proporciona una capa 402 de dieléctrico adicional sobre la parte superior de un fijador 404 que se extiende a través del sustrato 22. El fijador se encuentra unido a la estructura 406. Aportado únicamente a modo ejemplo no limitante, el sustrato 22 puede ser la superficie de la aeronave, como la superficie de un ala, fabricada a partir de un material compuesto o de un metal; el fijador 404 puede ser cualquier fijador aceptable según se desee; y la estructura 406 puede ser un miembro horizontal, una unión de cizalladura o un resalte. Interponiendo otra capa de material dieléctrico entre el punto de contacto del rayo y el fijador 404, de manera ventajosa, la capa dieléctrica 402 aumenta el potencial eléctrico máximo entre la superficie exterior del accesorio y el fijador 404, reduciendo de este modo la probabilidad de ruptura del fijador. De este modo, el conjunto de accesorio 400 resulta apropiado para cubrir fijadores que se extienden hacia el interior de las cajas de las alas de la aeronave que se mojan con el combustible.

De manera apropiada, la capa dieléctrica 402 está fabricada del mismo material que la película de polímero 20 (Figura 2). Se puede cortar la capa dieléctrica 402 con cualquier forma según se desee para cubrir el fijador 404. Aportado a modo de ejemplo no limitante, la capa dieléctrica 402 se puede cortar en forma de banda o se puede cortar con forma redondeada de manera que cubra al menos la cabeza del fijador 404. Con el fin de contribuir a que la capa dieléctrica 402 se adhiera al sustrato 22 y al fijador 404, se puede aplicar PSA 424 a la parte de abajo de la capa dieléctrica 402. De manera apropiada, el PSA 424 es similar al PSA 24 (Figura 2), por tanto no se repiten los detalles relativos a su construcción.

También se pueden proporcionar implementaciones alternativas para una mayor protección frente a rayos en las proximidades de los fijadores. Por ejemplo, se puede aumentar el espesor de la película de polímero 20 sobre el fijador, o se puede proporcionar una capa extra de película de polímero 20 sobre el fijador. Además, se pueden usar materiales con elevadas propiedades de ruptura dieléctrica, tales como PET o nailon o perfluoroalcoxi (PFA), en forma de película de polímero 20 sobre el fijador. De igual forma, se puede aumentar el espesor de PSA 24 sobre el fijador con el fin de proporcionar un espaciado adicional y portante separación de voltaje.

Haciendo referencia a la Figura 10, una terminación de borde 600 proporciona una barrera física para las juntas a tope entre los accesorios 10 adyacentes. De manera ventajosa, la terminación de borde 600 protege al sustrato subyacente (no mostrado) de la radiación ultravioleta (UV), humedad, lluvia, impacto de aire y similares. También se puede usar la terminación de borde 600 con juntas solapadas entre los accesorios 10 que se solapan.

De manera apropiada, la terminación de borde 600 incluye una hoja de metal 502 y una película de polímero 504 que se encuentra debajo de la hoja metálica 502. De manera alternativa, la terminación de borde 600 puede incluir bien una hoja metálica 502 o la película de polímero 504. Se proporciona un adhesivo (no mostrado por cuestiones de mayor claridad) sobre el lado de debajo de la terminación de borde 600 para fijar la terminación de borde 600 al accesorio 10 o a otras estructuras según se desee. El adhesivo puede ser un PSA, un adhesivo termoestable o un adhesivo de fusión en caliente/termoplástico. También se pueden usar otros productos sellantes "húmedos", tales como por ejemplo metal relleno con epoxies o polisulfuros, con el fin de proporcionar propiedades de barrera física.

Los accesorios 10 que se muestran en la Figura 10 ilustran únicamente la barrera de vapor 18, la película de polímero 20 y el PSA 24 a modo de ejemplo no limitante. Se puede incluir cualquiera de los componentes del accesorio 10 (Figura 2) según se desee para un fin particular. El ejemplo no limitante del accesorio 10 mostrado en la Figura 10 se proporciona únicamente con fines ilustrativos, y los componentes adicionales no se muestran con fines de lograr una mayor claridad.

Haciendo referencia a la Figura 11 y aportado a modo de revisión, otra realización ejemplar forma un accesorio o

recubrimiento 710 de hoja 718 metálica con patrón sobre el sustrato 22 objeto de protección. Esta realización es un recubrimiento de desviación de rayos bidimensional que puede transportar la energía de un rayo sobre una zona amplia en múltiples direcciones sobre una superficie. La hoja 718 metálica con patrón soporta el desarrollo de coronas localizadas durante el contacto con el rayo. Las coronas localizadas transportan la energía del rayo por encima de la superficie del sustrato 22 produciéndose una eliminación muy ligera de la hoja metálica 718 en el punto de contacto con el rayo.

Haciendo todavía referencia a la Figura 11, el recubrimiento 710 ejemplar de desviación de rayos incluye una hoja metálica 718 y una película de polímero 720 que se encuentra bajo la hoja metálica con patrón. Se proporciona un revestimiento superior 712 que recubre la hoja 718 metálica con patrón en forma de película de polímero. Si se desea, se puede proporcionar una capa de tinta (no mostrada), con fines estéticos y/o antiestáticos entre la hoja 718 metálica con patrón y el revestimiento superior 712, o sobre el exterior del recubrimiento 710, o si se desea se puede sustituir el revestimiento superior 712. Se puede proporcionar un adhesivo 724, tal como un adhesivo sensible a la presión, que se encuentra por debajo de la película 720 con el fin de fijar el recubrimiento 710 de desviación de rayos sobre el sustrato 22. A continuación, se explican los detalles del recubrimiento 710 de desviación de rayos.

La película de polímero 720 puede ser la misma película de polímero que la película de polímero 20 (Figura 2). Por tanto, no es necesario repetir los detalles relativos a su construcción.

El adhesivo 724 puede ser el mismo que el adhesivo 24 (Figura 2). Por tanto, no es necesario repetir los detalles relativos a su construcción.

La hoja metálica que se presenta el patrón para formar la hoja 718 metálica con patrón resultante puede ser la misma que la hoja metálica 18 (Figura 2). Haciendo referencia de manera adicional a las Figuras 12A y 12F, la hoja 18 metálica con patrón puede presentar un patrón de cualquier tipo según se desee. Se pueden formar los patrones de la hoja 718 metálica con patrón por medio de cualquier proceso aceptable, incluyendo sin limitación, incisión con láser de una hoja metálica sólida, electro-conformación, deposición sin corriente eléctrica, electrodeposición, pulido químico-mecánico (CMP) y varios procesos de litografía tales como foto-litografía.

Se pueden conformar los patrones con variedad de formas y tamaños, y se pueden usar en combinación con la hoja metálica sólida. De este modo, los patrones que se muestran en las Figuras 12A a 12E son patrones ejemplares que únicamente se aportan a modo de ejemplo no limitante. En una realización, la hoja 718 metálica con patrón incluye secciones 750 de hoja metálica. Las esquinas de los extremos de los lados de las secciones adyacentes 750 actúan como radiadores que crean coronas de plasma localizadas en el momento de producirse el rayo. El rayo libera energía que vaporiza la hoja metálica e ioniza las moléculas de aire (es decir, creación de un plasma). La energía del rayo viaja a través de la superficie de la hoja metálica 718, generando plasma a lo largo de la trayectoria. Cada vez que la energía del rayo crea plasma en forma de coronas localizadas en las esquinas de los extremos de los bordes adyacentes 750, se consume más energía del rayo. Por tanto, a medida que la energía del rayo es desviada sobre una amplia zona por medio del recubrimiento de desviación del rayo; (1) la energía permanece por encima de la superficie del sustrato 22, tal como la aeronave, y por encima de la capa de polímero 720 y no penetra en el recubrimiento 710 o en la estructura subyacente; (2) la energía que viaja sobre la superficie se distribuye en las direcciones deseadas, reduciendo de este modo el flujo de corriente en un punto; y (3) la energía total que viaja sobre la superficie se reduce (debido a que la energía del rayo se consume por medio de la formación de coronas localizadas). De este modo, en el momento en el que la energía eléctrica procedente del rayo alcanza el borde del recubrimiento 710 de desviación de rayos, la energía del rayo se reduce de forma significativa. Esta reducción de energía del rayo que ha sido desviada sobre un área amplia de la superficie del recubrimiento 710 de desviación de rayos puede contribuir a mitigar el daño provocado por los rayos.

Independientemente de la forma de la sección 750 y aportado únicamente a modo de ejemplo no limitante, los lados de la sección 750 pueden, de manera apropiada, tener longitudes dentro del intervalo de aproximadamente 0,76 mm (30 milésima de pulgada) a aproximadamente 1,3 mm (50 milésimas de pulgada). No obstante, los lados de las secciones 750 pueden tener cualquier longitud que se desee para una aplicación particular. También aportado a modo de ejemplo, el espesor de las secciones 750 puede ser de aproximadamente 25-51 μm (1-2 milésimas de pulgada). No obstante, las secciones 750 pueden presentar cualquier espesor según se desee para la aplicación particular.

Las secciones 750 se encuentran separadas unas de otras por medio de áreas 752. En una realización, las áreas 752 son áreas de polímero dieléctrico u hoja metálica modificadas para que presenten una elevada resistencia de lámina. Aportado a modo de ejemplo no limitante, de manera apropiada, las áreas 752 presentan anchuras dentro del intervalo de aproximadamente 13 μm (1/2 milésima de pulgada) a aproximadamente 38 μm (1 y 1/2 milésima de pulgada). No obstante, las áreas 752 pueden presentar cualquier espesor según se desee para una aplicación particular. A modo de ejemplo y sin limitación, de manera apropiada, las áreas 752 son líneas grabado.

El espesor de las áreas 752 es diferente del espesor de las secciones 750. Por ejemplo, el espesor de las áreas 752 de esta realización puede ser finito, un espesor distinto de cero que es más fino que el que presenta un espesor dentro del intervalo del orden de aproximadamente 0 a miles de unidades de angstroms (tal como aproximadamente,

10.000). De manera deseable, las áreas 752 de esta realización, presentan una elevada resistencia, siendo la resistencia de lámina de las áreas 752 de 100 Ohmios por cuadrado y hasta 1.000.000 Ohmios por cuadrado o más. La finalidad de disponer de una elevada resistencia de lámina en las áreas 752 entre las secciones 750 es forzar a la generación de coronas en lugar de conducir la energía eléctricamente al interior del material de las secciones 752. Las coronas proporcionan una zona por encima de la superficie en la que la energía es transportada de forma preferente.

No obstante, en otra realización se llevan a cabo realizaciones de las secciones 750 como se ha comentado anteriormente, pero las zonas 752 son huecos (es decir, las áreas 752 son áreas de aire). Por tanto, en la presente realización, el espesor de las zonas 752 es cero. Es probable que el revestimiento superior rellene en esta zona de huecos entre las secciones 750. Por tanto, esta realización, proporcionar una resistencia eléctrica incluye mayor entre las secciones 750 que cuando las áreas 752 presentan un espesor que no es nulo. De manera apropiada, la anchura de los huecos se encuentra entre aproximadamente 1/2 milésima de pulgada y aproximadamente 1 y 1/2 milésimas de pulgada, como se ha comentado anteriormente para las áreas 752. No obstante, los huecos pueden presentar cualquier anchura según se desee para la aplicación particular. Por ejemplo, para la protección de radomos o de antenas, las áreas 752 pueden ser más anchas con el fin de mejorar la transmisión por radar. La hoja metálica 718 se encuentra unida por debajo de la película de polímero 720 y se encuentra típicamente encapsulada por el revestimiento superior 712 que se encuentra encima. La hoja 718 metálica con patrón está unida a la película de polímero 720 primero y posteriormente se graban con láser las áreas 752, tal como líneas de grabado, de manera que el enlace y patrón vienen determinados por el diseño de grabado.

En otra realización, las secciones 750 pueden ser huecos de cualquier forma deseada, y por tanto el espesor de las secciones 750 es cero. En esta realización, se pueden realizar áreas 752 en forma de enrejado eléctricamente conductor o en forma de matriz eléctricamente conductora de líneas o parches que se intersectan que presentan anchuras finitas y espesor distinto de cero. Estas áreas 752 pueden presentar anchuras entre aproximadamente 1/2 milésima de pulgada y aproximadamente 1 y 1/2 milésimas de pulgada, como se ha descrito anteriormente para otras realizaciones. No obstante, como se ha descrito anteriormente, las secciones 750 y las áreas 752 pueden presentar cualquier anchura según se desee para un aplicación particular.

Además de proporcionar protección frente a rayos, se ha comprobado que, de manera ventajosa, la presente realización, en la cual las secciones 750 son huecos, atenúa la energía de radiofrecuencia (RF) por medio de reflexión de la misma. Además, cuando el revestimiento superior 712 y la película de polímero 720 son transparentes, el recubrimiento 710 puede ser ópticamente transparente de manera sustancial. Dicha realización se adapta especialmente bien al uso de una capa de apantallamiento de RF fijada a una ventana. Una aplicación ejemplar del citado recubrimiento ópticamente transparente se explica en la Solicitud de Patente de EE.UU. de N° de Serie 10/435.785, expedida el 12 de mayo de 2003, y publicada el 18 de noviembre de 2004, como Publicación N°. US-2004-0229607 A1, de "Wireless Communication Inside Shielded Envelope" de Michael de La Chapelle et al., y concedida a The Boeing Company, cuyos contenidos se incorporan en su totalidad por referencia.

El revestimiento superior 712 puede ser la misma película polimérica que la película de polímero 12 (Figura 2). Si se desea, se pueden dispersar partículas de semiconductor por todas las partes del revestimiento superior 712 con el fin de contribuir a la generación instantánea de coronas localizadas en la superficie. En condiciones de alto voltaje y alta corriente (tales como las que se producen en un rayo), las partículas de semiconductor pueden volverse eléctricamente conductoras, contribuyendo de este modo a la generación sustancialmente instantánea de coronas en la superficie. En las realizaciones en las que las secciones 750 son áreas de hoja de metal, las partículas de semiconductor se dispersan en partes del revestimiento superior 712 para recubrir y rellenar la menos parcialmente las zonas 752 con las partículas de semiconductor. En las realizaciones en las que las secciones 750 son huecos, las partículas de semiconductor se dispersan en partes del revestimiento superior 712 para recubrir y rellenar al menos parcialmente las secciones 750 (es decir, los huecos) con las partículas de semiconductor. Las partículas de semiconductor puede ser cualquier material semiconductor que se desee, tal como sin limitación Silicio (Si), Germanio (Ge), óxidos de metal conductores tales como óxido de estaño (SnO_x) y similares.

Se puede proporcionar una capa de tinta (no mostrada) entre la hoja 718 de metal con patrón y el revestimiento superior 712 o sobre el exterior, si se desea, con fines estéticos y/o antiestáticos. La capa de tinta (no mostrada) puede ser la misma que la capa de tinta 14 (Figura 2). Por tanto, no es necesario repetir los detalles relativos a su construcción.

Como se ha descrito anteriormente, el patrón de la hoja 718 metálica con patrón puede contribuir a que las corrientes eléctricas directas (debidas a los rayos) viajen a través de la superficie del recubrimiento 710 de desviación de rayos a través del propio patrón. Además y como se ha descrito anteriormente, también es posible desviar cualesquiera corrientes eléctricas debidas a rayos por medio de yuxtaposición de una hoja metálica con o sin patrón.

La hoja 718 metálica con patrón puede presentar patrón en toda ella o puede presentar un patrón de forma parcial. Haciendo referencia a la Figura 13, el recubrimiento 710 de desviación de rayos fijado sobre el fijador 404 y el accesorio 10 se fijan sobre el substrato 22 en ambos lados del recubrimiento 710 de desviación de rayos. Esta

configuración se puede llevar a cabo de manera tan sencilla como es la formación de patrón sobre la hoja metálica 718 como viene indicado por medio del recubrimiento 710 de desviación de rayos y dejando la hoja metálica 718 sin patrón como viene indicado para los accesorios 10. De manera ventajosa, el resto de la construcción del recubrimiento 710 de desviación de rayos y el accesorio 10 son los mismos. Con esta configuración, si se produce el impacto directo sobre la región de hoja 718 metálica con patrón sobre una fila de fijadores 404, el recubrimiento 710 de desviación de rayos protege la estructura subyacente del substrato 22 por medio del efecto de corona comentado anteriormente. Si el rayo contacta en cualquier otro punto, la corriente eléctrica resultante prefiere fluir en zonas de la hoja 18 metálica sólida del accesorio 10 en lugar de en las zonas de la hoja 718 metálica con patrón. De manera ventajosa, esta configuración puede dirigir de manera directa el flujo del rayo para crear un esquema de protección robusto de la aeronave frente a rayos.

Haciendo referencia a la Figura 14A, de manera ventajosa, el efecto corona descrito anteriormente puede permitir que el recubrimiento 710 de desviación de rayos contribuya a que las corrientes eléctricas del rayo crucen o salten el espacio 760 que existe entre paneles adyacentes del substrato 22 encima de la subestructura 762. Por ejemplo, el hueco 760 puede existir entre los paneles de superficie compuesto o entre una puerta y un panel, y similares. Como se ha comentado anteriormente, se puede hacer que la mayoría de la energía del rayo viaje en coronas localizadas por encima de la superficie del recubrimiento 710 de desviación de rayos irradiando a partir de las esquinas de secciones adyacentes 750 (Figuras 12A-12F) dentro del mismo recubrimiento 710 de desviación de rayos. De igual forma, la energía del rayo puede cruzar o saltar el espacio 760. En este caso, los extremos de la hoja 718 metálica con patrón de los recubrimientos 710 de desviación de luz actúan como radiadores que crean coronas localizadas de plasma durante el episodio del rayo. La corona localizada se extiende a través del espacio 760, permitiendo que la energía del rayo atravesase o salte el espacio 760 y continúe para ser desviada sobre una área amplia. Como se ha comentado anteriormente, esta desviación sobre una zona amplia consume energía del rayo creando coronas de plasma localizadas, contribuyendo de este modo a mitigar la posibilidad de daño debida al rayo. Puede resultar deseable mantener una separación eléctrica en el espacio 760 entre la superficie y las fibras de grafito o fijadores 404 (Figura 13), hasta el punto de que es preferible que la energía permanezca sobre la superficie o en la corona en lugar de romper hacia el grafito u otra estructura conductora subyacente.

Haciendo referencia adicional a las Figuras 14B y 14C, se puede mejorar la capacidad de los recubrimientos 710 de desviación de luz con el fin de contribuir a que la energía del rayo cruce o salte sobre el espacio 760, por medio de la variación del patrón de las secciones 750 y de las zonas 752 que se aproximan al espacio 760. Por ejemplo, se puede variar el patrón espaciando las secciones 750 de manera que alcancen el tamaño del espacio 760.

Volviendo a hacer referencia a las Figuras 11 y 12A-12F, de manera ventajosa, el recubrimiento 710 se puede construir de forma que sea suficientemente transparente a las ondas de radar. Por tanto, se puede aplicar el recubrimiento 710 a una radomo o cubierta de antena. Nótese que la presente solicitud de recubrimiento 710 es aplicable en realizaciones en las que las secciones 750 son secciones de una hoja metálica (pero no resulta aplicable en realizaciones en las que las secciones 750 son huecos). Cuando menores sean las secciones 750 y más anchas sean las áreas 752, más transparente será el recubrimiento 710 a las ondas de radar. La transparencia frente a las ondas de radar del recubrimiento 710 también puede depender de otros factores, tales como el radar usado, la distancia entre la antena de radar y el radomo y la resistencia dieléctrica de la película de polímero 720.

Al tiempo que se han ilustrado y descrito las realizaciones preferidas de la invención, como se ha comentado anteriormente, se pueden llevar a cabo muchos cambios sin que ello suponga alejarse del espíritu y del alcance de la invención. Por consiguiente, el alcance de la invención no se encuentra limitado por la descripción de las realizaciones preferidas. En lugar de ello, la invención viene determinada en su totalidad por referencia a las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un recubrimiento (710) que comprende:

- una hoja (718) metálica con patrón;
- una película de polímero (720) que subyace con respecto a la hoja (718) metálica con patrón; y
- un revestimiento superior de polímero (712) que subyace con respecto a la hoja metálica con patrón (718),

que se caracteriza por que la hoja (718) metálica con patrón comprende una pluralidad de secciones (750) de hoja metálica separadas físicamente unas de otras por medio de una pluralidad de zonas (752), presentando la pluralidad de zonas (752) una resistencia de lámina de 100 a 1.000.000 ohms por cuadrado o más.

2. El recubrimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de secciones (750) de la hoja metálica presenta un primer espesor que no es nulo y la pluralidad de zonas (752) presenta un segundo espesor que es menor que el primer espesor.

3. El recubrimiento de la reivindicación 2, en el que el segundo espesor es mayor que cero.

4. El recubrimiento de la reivindicación 2, en el que el segundo espesor es cero.

5. El recubrimiento de la reivindicación 1, en el que el revestimiento (712) superior de polímero incluye partículas de semiconductor dispersadas en el mismo.

6. El recubrimiento de la reivindicación 1, que además comprende un adhesivo (724) que subyace con respecto a la película de polímero (720).

7. El recubrimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de secciones (750) de la hoja metálica presenta longitudes dentro del intervalo de 0,7 mm a 1,3 mm.

8. El recubrimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de secciones (750) de la hoja metálica presenta espesores de 25 a 51 μm .

9. El recubrimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de zonas (752) comprende un polímero dieléctrico.

10. El recubrimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de zonas (752) se encuentra provista de huecos que rodean a la pluralidad de secciones (750) de la hoja metálica.

11. El recubrimiento de la reivindicación 1, 9 ó 10, en el que la pluralidad de zonas (752) presenta anchuras dentro del intervalo de 13 a 38 μm .

12. Un método de conformación de un recubrimiento (710) para un sustrato (22), comprendiendo el método:

- proporcionar una hoja metálica (718);
- proporcionar una primera película de polímero (720) que subyace con respecto a la hoja (718) metálica con patrón; y
- proporcionar un revestimiento (712) superior de polímero que subyace con respecto a la hoja (718) metálica con patrón,

que se caracteriza por que la hoja (718) metálica presenta un patrón para formar una pluralidad de secciones (750) de hoja metálica separadas físicamente unas de otras por medio de una pluralidad de zonas (752), presentando la pluralidad de zonas (752) una resistencia de lámina de 100 a 1.000.000 ohms por cuadrado o más.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que proporcionar el revestimiento de polímero (712) incluye dispersar partículas de semiconductor en el mismo.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la pluralidad de secciones (750) de la hoja metálica presenta un primer espesor que no es cero y la pluralidad de zonas (752) presenta un segundo espesor que es menor que el primer espesor.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la formación del patrón de la hoja metálica se lleva a cabo por medio de grabado con láser, electro-conformación, deposición sin corriente eléctrica o electrodeposición, grabado químico, pulido químico-mecánico y litografía.

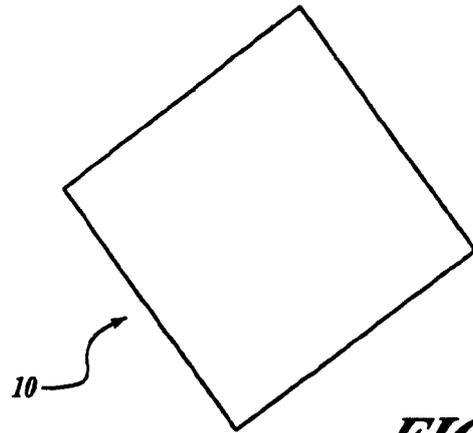


FIG. 1

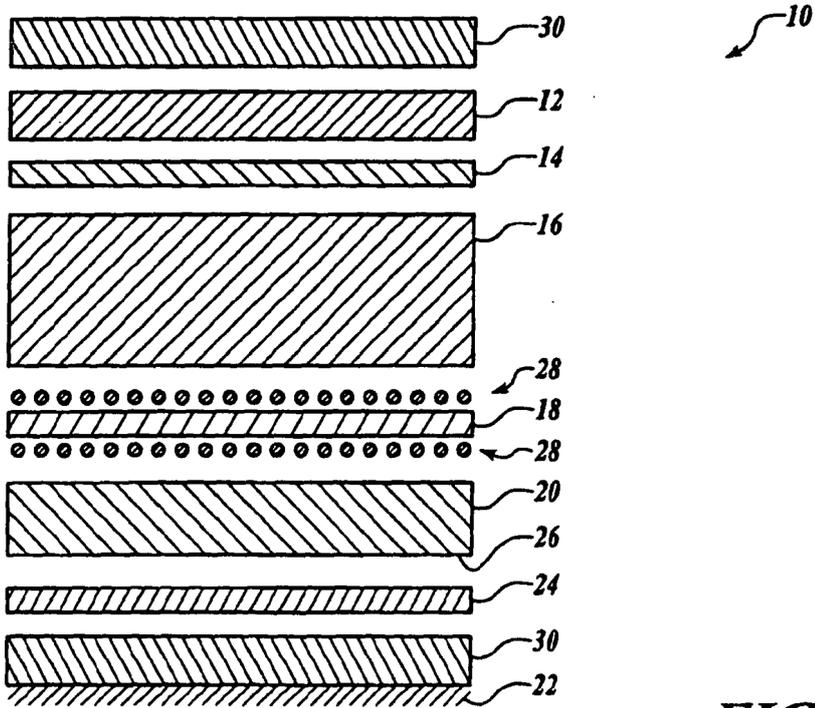


FIG. 2

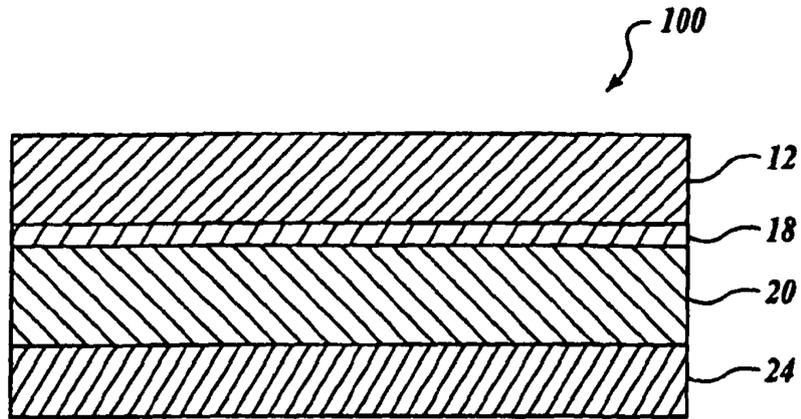


FIG. 5

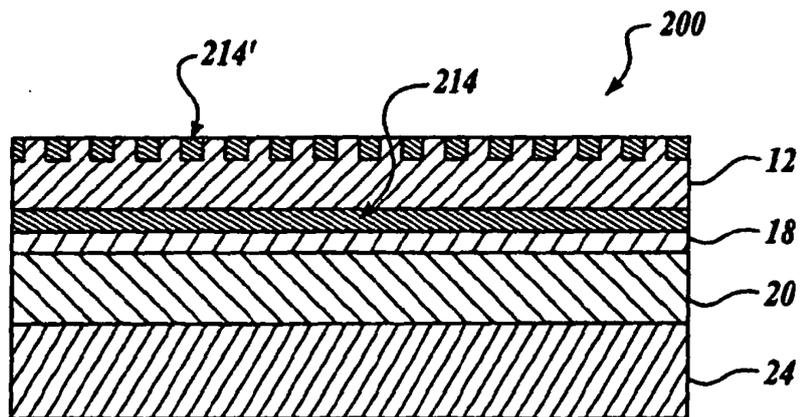


FIG. 6

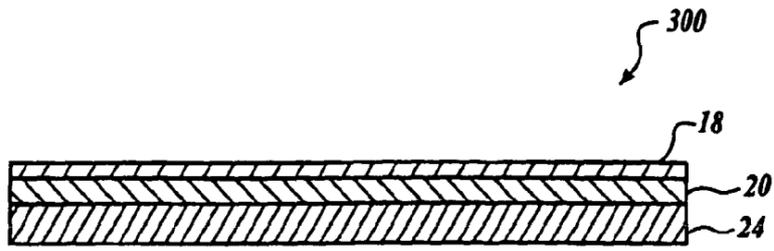


FIG. 7

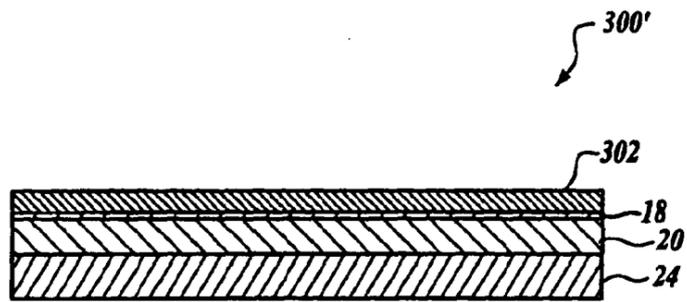


FIG. 8

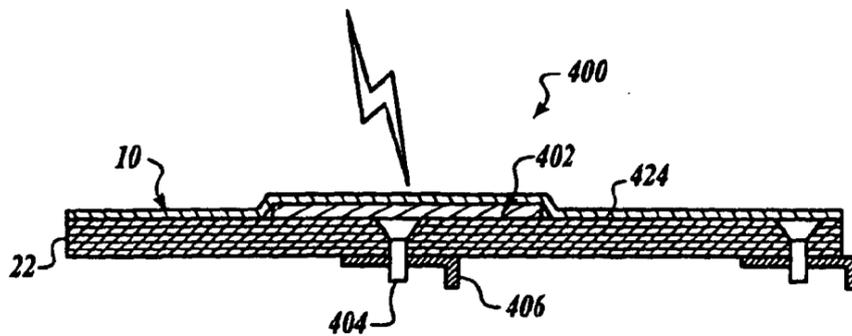


FIG. 9

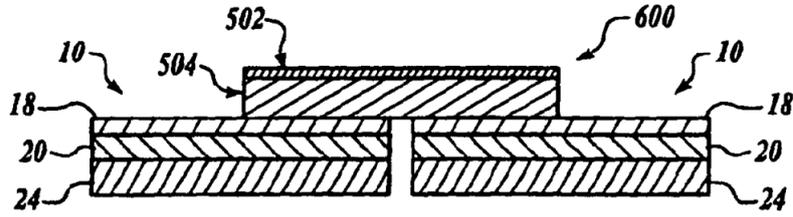


FIG.10

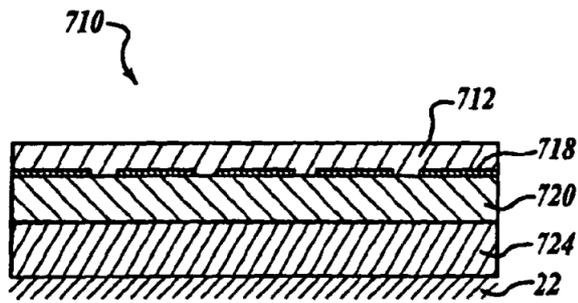


FIG.11

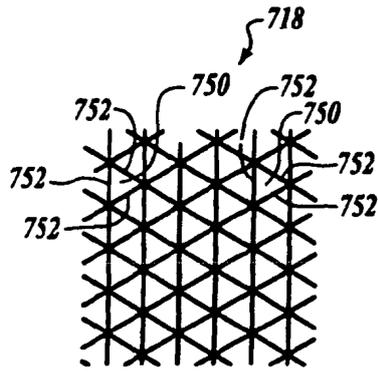


FIG. 12A

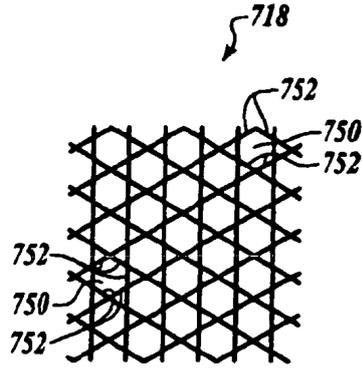


FIG. 12B

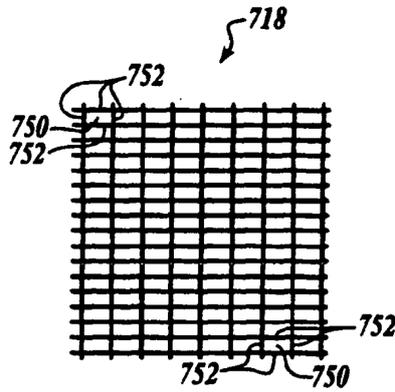


FIG. 12C

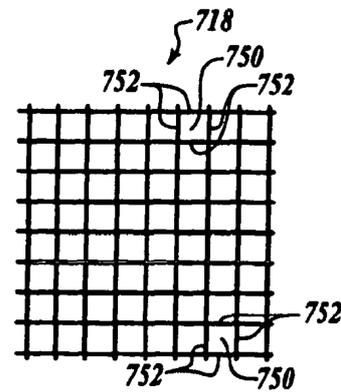


FIG. 12D

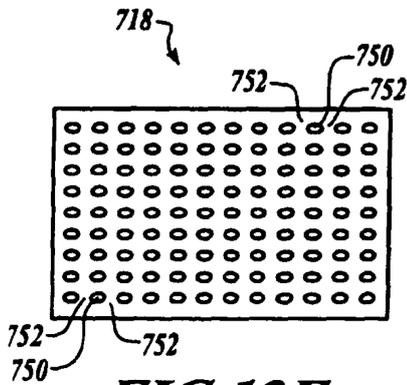


FIG. 12E

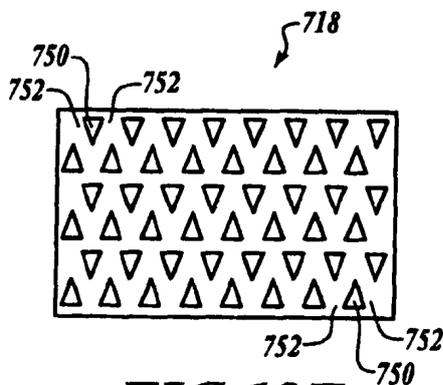


FIG. 12F

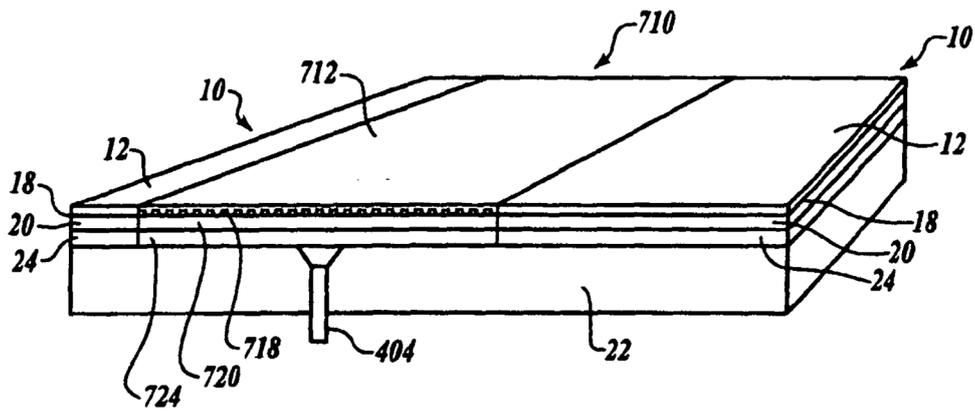


FIG.13

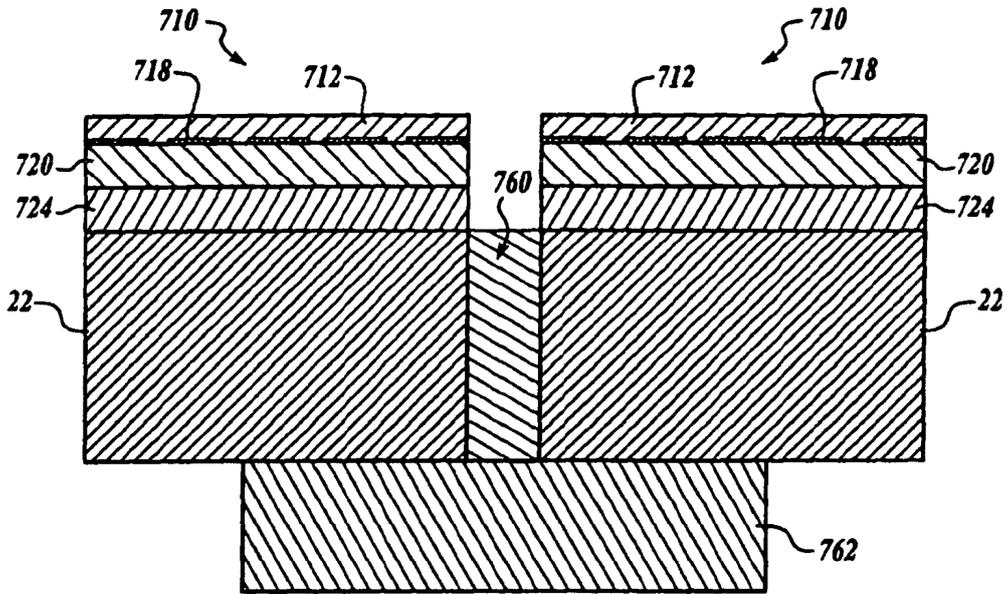


FIG. 14A

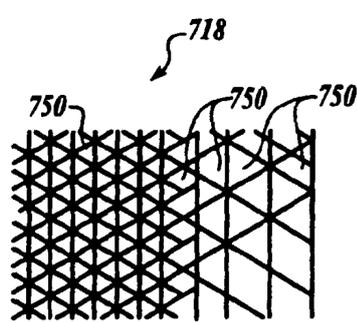


FIG. 14B

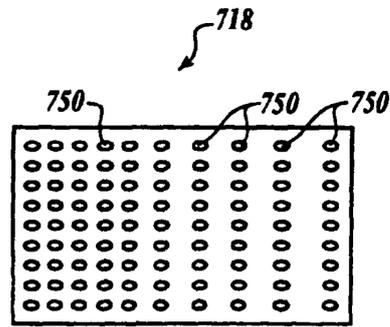


FIG. 14C