

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2007.03.29	(73) Titular(es): THE BOEING COMPANY 100 NORTH RIVERSIDE PLAZA CHICAGO, IL 60606-2016 US
(30) Prioridade(s): 2006.03.29 US 277888	
(43) Data de publicação do pedido: 2008.12.24	(72) Inventor(es):
(45) Data e BPI da concessão: 2015.12.02 040/2016	QUYNHGIAO N. LE US RON MURAKAMI US ERIC R.STEELE US JAMES F. KIRCHNER US
	(74) Mandatário: ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA ESTRUTURA COMPÓSITA**

(57) Resumo:

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS COMPÓSITAS E MÉTODO DE PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS COMPÓSITAS CONTRA DESCARGAS DE RAIOS. UMA CAMADA DIELÉTRICA É FIXA POR CIMA E COBRE COMPLETAMENTE OS ELEMENTOS DE SUPERFÍCIE DE METAL, E. G., ELEMENTOS DE LIGAÇÃO DO REVESTIMENTO ATRAVÉS DE UM REVESTIMENTO COMPÓSITO ATÉ UM TANQUE DE COMBUSTÍVEL DE ASA. UMA CAMADA CONDUTORA É FIXA POR CIMA E COBRE COMPLETAMENTE A CAMADA DIELÉTRICA E ESTENDE-SE ATÉ UMA LIGAÇÃO EXTERIOR ATÉ UMA PLATAFORMA DE MASSA. A CAMADA CONDUTORA DIRIGE A CORRENTE DAS DESCARGAS DE RAIOS PARA LONGE DOS ELEMENTOS DE SUPERFÍCIE DE METAL, E. G., ATÉ À PLATAFORMA DE MASSA PARA IMPEDIR A IGNIÇÃO NO TANQUE DE COMBUSTÍVEL. AMBAS AS CAMADAS PODEM SER SUPORTADAS DE MODO ADESIVO E PRESSIONADAS SEQUENCIALMENTE EM POSIÇÃO.

RESUMO

"SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA ESTRUTURA COMPÓSITA"

Sistema de proteção contra raios para proteção de estruturas compósitas e método de proteção de estruturas compósitas contra descargas de raios. Uma camada dielétrica é fixa por cima e cobre completamente os elementos de superfície de metal, e. g., elementos de ligação do revestimento através de um revestimento compósito até um tanque de combustível de asa. Uma camada condutora é fixa por cima e cobre completamente a camada dielétrica e estende-se até uma ligação exterior até uma plataforma de massa. A camada condutora dirige a corrente das descargas de raios para longe dos elementos de superfície de metal, e. g., até à plataforma de massa para impedir a ignição no tanque de combustível. Ambas as camadas podem ser suportadas de modo adesivo e pressionadas sequencialmente em posição.

DESCRIÇÃO

"SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS PARA ESTRUTURA COMPÓSITA"

Campo da Invenção

Esta descrição refere-se, de um modo geral, a estruturas compósitas de proteção contra descargas de raios, e de um modo mais particular, a uma aplicação para proteção de aeronaves compósitas contra descargas de raios.

Antecedentes da Descrição

Dado o alumínio e outros metais serem altamente condutores, uma carga transitória proveniente de uma descarga de raios num corpo de metal descarrega no corpo de metal, distribuindo-se a corrente proveniente da descarga relativamente de modo uniforme sobre o corpo. Assim, uma descarga de raios típica numa aeronave de metal não provoca danos ou apenas provoca danos menores nos componentes da aeronave. Contudo, os compósitos de fibra de carbono possuem, de um modo geral, uma razão de resistência-peso mais elevado do que o alumínio, e deste modo, estão cada vez mais a substituir os componentes estruturais de alumínio. Infelizmente, os compósitos típicos do estado da técnica, tal como, Plástico Reforçado por Fibra de Carbono (CFRP), são aproximadamente 2000 vezes mais resistivos do que o alumínio.

Deste modo, uma descarga de raios em componentes desprotegidos, embebidos, que passam através ou estão fixos no revestimento da aeronave de CRFP, que é de um modo geral de 35-40% de resina, não dissipa tão facilmente como no metal. Uma descarga de raios pode provocar danos consideráveis no revestimento da aeronave de CRFP, destruindo mesmo porções críticas da aeronave. Tipicamente, a temperatura influencia o nível de dano. A corrente de descarga através da resistência do revestimento compósito dissipa uma explosão de energia que faz com que as fibras de carbono se tornem muito quentes, tão quentes, que a temperatura do revestimento se torna muito mais quente numa estrutura de CRFP do que num revestimento de alumínio do estado da técnica. A temperatura pode exceder a temperatura de pirólise da resina de CRFP, fazendo com que a resina se vaporize, transformando parte da mesma de um sólido num gás. Algum do gás pode ser aprisionado no interior da camada do revestimento de CRFP. Conseqüentemente, a pressão de gás interior da resina vaporizada pode danificar a estrutura provocando a delaminação e, possivelmente, a perfuração dos sistemas ou da estrutura subjacentes. Além disso, quando a resina vaporizada escapa de modo explosivo do revestimento, ejetam-se partículas quentes (faíscas) (e. g., a partir de interfaces de ligação e de uniões compósitas de CRFP) do CRFP.

Deste modo, uma descarga de raios que pode ter um pequeno efeito, ou nenhum, numa estrutura de alumínio, pode ser desastrosa em componentes de CRFP desprotegidos. Para uma proteção contra raios adequada para uma estrutura de asa compósita, a estrutura de CRFP exterior deve suportar não apenas a descarga de raios inicial, mas também pelo menos cem kiloamperes (100kA) de corrente de descarga sem afetar ou ter um impacto adverso na segurança de voo. Além disso, os elementos de

fixação do revestimento numa superfície exposta são mais vulneráveis a uma descarga de raios direta e é mais provável que uma tal descarga de raios provoque faíscas em uniões estruturais e, de modo mais importante, no tanque de combustível. Consequentemente, uma aeronave de estrutura compósita deve possuir alguma proteção, especialmente em elementos de fixação do revestimento expostos, e especialmente nos acoplamentos de combustível e hidráulicos no tanque de combustível para minimizar estas faíscas. Contudo, é igualmente importante que esta proteção seja exequível economicamente, na sua aplicação inicial, na sua eficácia para minimizar danos resultantes e, em reparações ou substituições consequentes subsequentes, para uma fiabilidade de voo da aeronave continuada e para satisfazer objetivos de reparação económicos.

Infelizmente, as abordagens típicas para minimizar a possibilidade da ignição do combustível e redução de danos são complicadas e difíceis de implementar no CFRP. Uma abordagem envolve a integração de modo seletivo de metal (e. g., folha de cobre) no interior ou sobre o laminado compósito nas áreas de fixação. Além disso, esta nova abordagem tem sido dispendiosa, é frequentemente difícil de implementar/retrabalhar com processos de aplicação de mão-de-obra intensiva, anteriores e posteriores à montagem; e não tem exibido consistentemente uma proteção de EME aceitável. As folhas de cobre, por exemplo, têm sido sujeitas à formação de pregas durante a sobreposição/cura. A perfuração do laminado para instalação de elementos de fixação pode contaminar o tanque de combustível com cobre. Mesmo com esta proteção adicional, na ausência de outra proteção de suporte (e. g., isolamento do colar de fixação, vedação de carenagem/tampões), a estrutura pode ter ainda um limite contra faíscas baixo. Além de uma complexidade acrescida, a integração

de uma camada de proteção de superfície condutora no revestimento da asa compósita pode acarretar uma penalização de peso inaceitável. Além disso, mostram-se sistemas de proteção contra raios nos documentos US2005/181203 A1 e US4628402 A que divulgam as características do preâmbulo das reivindicações 1 e 8.

Assim, existe uma necessidade de uma proteção contra raios eficaz para estruturas compósitas que é de peso leve, relativamente económica, bem como, simples de aplicar e reparar, e especialmente de uma tal proteção contra raios para aeronaves compósitas.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com a invenção, proporciona-se um sistema de proteção contra raios de acordo com a reivindicação 1 e um método de acordo com a reivindicação 8.

Uma forma de realização reduz os danos de descargas de raios na aeronave e em particular, a ignição do tanque de combustível a partir de descargas de raios em superfícies compósitas. Deste modo, uma forma de realização simplifica a proteção da aeronave compósita e em particular dos tanques de combustível na asa de descargas de raios e simplifica a reparação de danos no sistema de proteção contra descargas de raios de aeronaves.

De um modo mais particular, as formas de realização incluem um sistema de proteção contra raios numa aplicação de proteção contra raios, uma aeronave incluindo o sistema de proteção

contra raios e o método de proteção de uma aeronave contra descargas de raios. Uma camada dielétrica é fixa (e. g., ligada) por cima e cobrindo completamente os elementos de fixação do revestimento metálico. Uma camada condutora é fixa (e. g., ligada) por cima e cobrindo completamente a camada dielétrica e estende-se até uma ligação exterior, e. g., até uma plataforma de massa. A camada condutora dirige a corrente da descarga de raios para longe das áreas críticas. Ambas as camadas podem ser apoiadas de modo adesivo e pressionadas sequencialmente em posição.

Vantajosamente, uma aplicação de proteção contra raios preferida proporciona flexibilidade na conceção de proteção contra raios sem aumentar o peso da aeronave apreciavelmente e com um desempenho e proteção superiores. As camadas, dielétrica e condutora, da aplicação são simplesmente pressionadas sequencialmente em posição sobre o revestimento para evitar a adição de uma camada condutora embebida ou requerer uma camada de proteção de superfície condutora num revestimento de CRFP. Deste modo, um sistema de proteção contra raios preferido simplifica a conceção do revestimento da aeronave enquanto reduz o peso. Além do peso, realizam-se economias a partir de requisitos de fabricação da camada dielétrica e condutora simples, bem como, da simplicidade de manutenção. Embora a idade possa tornar a remoção cada vez mais difícil, uma aplicação preferida total pode ser substituída através de destacamento da(s) camada(s) antiga(s) e da compressão de nova(s) em posição.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os objetivos, aspetos e vantagens anteriores e outros serão melhor entendidos a partir da descrição pormenorizada que se segue de uma forma de realização preferida da invenção com referência aos desenhos, nos quais:

A Figura 1 mostra um exemplo de uma secção transversal do revestimento da aeronave através da asa com a aplicação de proteção contra raios (LPA) de acordo com uma forma de realização vantajosa da presente invenção.

A Figura 2 mostra um exemplo de uma LPA preferida fixa na asa de uma aeronave.

DESCRIÇÃO DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

Com referência agora aos desenhos e, de um modo mais particular, a Figura 1 mostra um exemplo de um sistema de proteção contra raios de acordo com uma forma de realização vantajosa numa secção 100 transversal de uma aeronave. Neste exemplo, a secção 100 transversal é tirada através do revestimento 102 compósito, e. g., um revestimento de Plástico Reforçado com Fibra de Carbono (CRFP) da asa da aeronave, protegido por uma Aplicação 104 de Proteção Contra Raios (LPA) de uma forma de realização preferida. O revestimento 102 compósito é fixo numa nervura (metal ou CRFP) 106 ou, de um modo semelhante, a uma longarina (CRFP), através de elementos 108 de fixação do revestimento que se estendem através do revestimento 102 e da flange 107 de ligação de corte, mantida em posição por colares ou porcas 110. Neste exemplo, a secção 100

transversal faz parte de um tanque de combustível de uma secção de asa. Embora se mostrem neste exemplo elementos 108 de fixação do revestimento de proteção num tanque de combustível da asa, isto é meramente para exemplo. Pode utilizar-se uma LPA 104 preferida para proteger qualquer área de superfície da estrutura compósita em que o metal está exposto na superfície do revestimento e deste modo, está exposto a níveis de perigo contra raios semelhantes, incluindo outras áreas de uma aeronave compósita.

De um modo preferido, a aplicação 104 de proteção contra raios inclui uma camada 112 dielétrica que isola eletricamente e isola os elementos 108 de fixação do revestimento, e. g., de uma descarga de raios, e uma camada 114 condutora que diverge a energia elétrica de uma tal descarga de raios para longe dos elementos 108 de fixação do revestimento isolados. Além disso, a camada 114 condutora estende-se, pelo menos, 1,0" (2,54 cm) para lá da camada 112 dielétrica nos elementos 108 de fixação do revestimento, neste exemplo, até um contacto 116 de massa, e. g., um perno ou um rebite, que está separado dos elementos 108 de ligação do revestimento e localizado longe do tanque de combustível. O contacto 116 de massa está ligado a uma plataforma 118 de massa e é mantido em posição por uma fixação 120 adequada, e. g., uma porca. Alternativamente, a camada 114 condutora é selecionada suficientemente larga para que a corrente da descarga de raios disperse em volta da superfície da estrutura para aquilo que são áreas não críticas e sem ligação da camada 114 condutora à plataforma 118 de massa.

A camada 112 dielétrica pode ser, por exemplo, um isolamento eletricamente adequado ou película 112D dielétrica com uma espessura apropriada, e. g., 0,003" a 0,010"

(0,076-0,254 mm) e um suporte 112A de fixação, e. g., de adesivo sensível à pressão, de um modo preferido, com uma espessura de 0,002" (0,050 mm). O material específico selecionado para a película 112D dielétrica de isolamento elétrico depende das condições de instalação pretendidas e da concepção do sistema. Para ambientes exigentes ou concepções onde não se pretende tinta sobre a aplicação, o material de isolamento selecionado pode ser uma película de um fluoropolímero, tal como, por exemplo, politetrafluoretileno (PTFE); ou um terpolímero de tetrafluoretileno, hexafluorpropileno e fluoreto de vinilideno (THV); ou propileno etileno fluorado (FEP); ou perfluoralcóxitetrafluoretileno (PFA). Para aplicações em que pode desejar-se ou pode ser necessário pintar a aplicação, as películas de poliéster, poliimida ou poliuretano podem ser mais apropriadas para facilitar a adesão da tinta.

A camada 114 condutora neste exemplo inclui uma camada 114C central condutora colocada entre e encapsulada por uma camada 114S de superfície protetora e um suporte 114A de fixação. De um modo preferido, a camada 114C central condutora inclui uma camada (sólida ou em rede) metálica com 0,001" a 0,004" (0,025-0,102 mm) de espessura incorporada num adesivo. A camada 114S de superfície protetora preferida proporciona a camada 114C central condutora com uma proteção ambiental parcial e promove uma adesão do primário/revestimento superior para uma pintura subsequente, se necessário. Igualmente, a camada 114S de superfície protetora preferida é uma película de isolamento elétrico com 0,002" a 0,004" (0,051-0,102 mm) de espessura, que pode ser o mesmo material da película 112D de isolamento elétrico na camada 112 dielétrica. O suporte 114A de fixação pode ser uma camada de adesivo sensível à pressão com 0,002" a 0,008" (0,051-0,203 mm) de espessura. Ambos os suportes de

fixação 112A e 114A proporcionam adesão para fixação da camada 112, 114 respectiva à estrutura subjacente, *i. e.*, o revestimento de CRFP e/ou a camada 112 dielétrica. A camada metálica na camada 114C central condutora pode ser incorporada no mesmo material adesivo. Igualmente, pode aplicar-se um vedante ao longo dos bordos das camadas 112, 114, *e. g.*, para impedir a erosão química/ambiental.

A camada 112 dielétrica é aplicada numa fita no revestimento 102 cobrindo todos os elementos 108 de fixação do revestimento na área de exposição. Se aplicável, a camada 112 dielétrica cobre igualmente quaisquer outros elementos de metal da superfície expostos. Dado a fita 112 da camada dielétrica poder estar limitada apenas à área em torno do metal de superfície, tal como, dos elementos 108 de fixação do revestimento, a fita 112 proporciona uma economia de peso significativa em relação a uma abordagem mais envolvente. Exemplos de tais abordagens envolventes incluem, por exemplo, o Pedido de Patente U.S. Publicado N.º 20050181203, intitulado "Appliqué" de Diane C. Rawlings *et al.*, e o Pedido de Patente U.S. Publicado N.º. 20050150596 intitulado "Method and Materials for Reducing Damage from Environmental Electromagnetic Effect" de Terrence G. Vargo *et al.*, ambos os quais são atribuídos à requerente da presente invenção e aqui incorporados como referência. A distância de sobreposição que a fita 112 de camada dielétrica deve sobrepor o metal de superfície depende da resistência do revestimento e do nível de proteção desejada. Contudo, de um modo preferido, para um CRFP do estado da técnica e para uma descarga de raios de cem kiloamperes (100kA), a sobreposição é de, pelo menos, 1,8" (4,57 cm) para isolar suficientemente os elementos da superfície metálicos.

A camada 114 condutora possui uma cobertura de área significativamente maior do que a fita 112 de camada dielétrica e é aplicada diretamente sobre a fita 112 de camada dielétrica e o revestimento 102 de CRFP. Dependendo dos requisitos de concepção, a camada 114 condutora preferida pode cobrir a estrutura total (e. g., aeronave ou outra estrutura compósita) ou apenas secções selecionadas da estrutura (e. g., secções selecionadas de uma asa ou fuselagem compósitas), e. g., para redução de peso. A camada 114 condutora proporciona uma trajetória de corrente elevada para a plataforma 118 de massa que dirige a corrente das descargas de raios para longe dos elementos 108 de fixação do revestimento isolados e através de pernos 116 e porcas 120 de massa. Deste modo, os pernos 116 de massa devem estar igualmente distanciados adequadamente longe dos elementos 108 de ligação do revestimento, dependendo da resistência do revestimento 102 e do nível de proteção desejado. Assim, a camada 114 condutora sobrepõe e cobre completamente uma área significativamente maior do que a camada 112 dielétrica. A resistência muito menor da camada 114 condutora garante que muito pouca corrente, se alguma, flui através dos elementos 108 de ligação do revestimento isolados. Assim, pelo contrário, substancialmente todos os efeitos de uma descarga de raios são dirigidos bem para longe da secção de caixa da asa crítica e assim, para longe do tanque de combustível. Consequentemente, uma aplicação 104 de proteção contra raios preferida é capaz de satisfazer com sucesso os requisitos de proteção contra raios para a zona 2 de descarga de raios (100 kA) como estabelecido na norma Internacional da SAE Nº. ARP5412.

A Figura 2 mostra um exemplo de uma aeronave 121 com uma aplicação de proteção contra raios preferida (e. g., a LPA 104 da Figura 1) fixa no revestimento 102 da asa, e. g., sobre os

elementos de metal na asa. Como salientado anteriormente, os elementos de metal podem ser elementos de fixação no tanque de combustível. Além disso, dado a camada condutora preferida proporcionar esta trajetória de corrente elevada exterior, não é necessário adicionar peso ao revestimento de CRFP através da inclusão de uma camada de proteção de superfície condutora. Deste modo, a aplicação 104 de proteção contra raios da forma de realização preferida, que contém a proteção contra descarga de raios, evita o peso substancial de inclusão de uma camada de proteção de superfície condutora. Em particular, uma aplicação 104 de proteção contra raios preferida pode ser aplicada após montagem depois da instalação de elementos de fixação e é facilmente inspecionada, mantida e substituída se necessário. Além disso, para uma implementação seletiva, a aplicação 104 de proteção contra raios preferida pode ser igualmente configurada/concebida unicamente para satisfazer os requisitos de Efeito Eletromagnético (EME) de uma zona de descarga de raios particular. De um modo geral, uma descarga de raios esperada superior transporta um nível de corrente maior e requer uma espessura de condutor maior. Deste modo, as espessuras da camada (112D, 114D na Figura 1) dielétrica e a espessura do elemento (114C na Figura 1) condutor podem ser selecionadas correspondentemente de modo a satisfazer o nível de requisito de proteção contra raios particular de cada zona de descarga de raios particular.

Vantajosamente, a aplicação de proteção contra raios preferida proporciona flexibilidade na concepção da proteção contra raios sem aumentar o peso da aeronave apreciavelmente, e com um desempenho e uma proteção superiores. Ao contrário da adição de uma camada condutora embebida ou de necessitar de uma camada de proteção de superfície condutora para o revestimento

de CRFP, as camadas dielétrica e condutora são simplesmente pressionadas sequencialmente em posição no revestimento. Deste modo, a presente invenção simplifica a conceção do revestimento das aeronaves, ao mesmo tempo que reduz o peso. Além do peso, realizam-se economias a partir dos requisitos de fabricação da camada dielétrica e condutora simples, bem como, da simplicidade de manutenção. Uma aplicação total pode ser substituída apenas através de destacamento da(s) camada(s) antiga(s) e compressão de nova(s) camada(s) em posição.

Embora se tenha descrito em termos das formas de realização preferidas, os especialistas da técnica reconhecerão que a invenção pode ser praticada com modificação dentro do âmbito das reivindicações anexas. Pretende-se que todas essas variações e modificações caiam dentro do âmbito das reivindicações anexas. Os exemplos e desenhos devem conseqüentemente ser considerados como ilustrativos em vez de restritivos.

Lisboa, 21 de janeiro de 2016

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de proteção contra raios compreendendo:

uma camada (112) dielétrica capaz de ser fixa numa superfície (102) compósita por cima e cobrindo completamente, pelo menos, um elemento de superfície de metal, sendo cada referido, pelo menos, um elemento de superfície de metal um elemento protegido; e

uma camada (114) condutora capaz de ser fixa na referida superfície compósita e capaz de ser ligada eletricamente a qualquer elemento desprotegido condutor, cobrindo a referida camada (114) condutora completamente a referida camada (112) dielétrica, em que a corrente das descargas de raios é dispersada através da referida camada (114) condutora, em que a referida camada (112) dielétrica e a referida camada (114) condutora são capazes de serem fixas numa asa compósita de uma aeronave (121) e o referido, pelo menos, um elemento de superfície de metal inclui um elemento (108) de ligação do revestimento, caracterizado por a referida camada (114) condutora consistir em:

uma camada (114S) de superfície protetora;

uma camada (114C) central condutora; e

uma camada (114A) de suporte de fixação adjacente à referida camada central condutora e que é capaz de

fixar de modo condutor a referida camada central condutora à referida asa compósita, estando a referida camada central condutora colocada entre a referida camada de superfície protetora e a referida camada de suporte de fixação.

2. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 1, em que a referida camada (114S) de superfície protetora é uma película dielétrica, a referida camada (114C) central condutora inclui uma camada metálica e a referida camada (114A) de suporte de fixação é uma camada de adesivo sensível à pressão.
3. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 2, em que a referida camada metálica compreende uma rede de metal com 0,001" a 0,004" (0,025-0,102 mm) de espessura incorporada num adesivo.
4. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 2, em que a referida camada (112) dielétrica compreende:
 - uma camada da referida película (112D) dielétrica; e
 - uma camada (112A) de adesivo sensível à pressão que fixa a referida camada de película dielétrica à referida asa compósita.
5. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 4, em que a referida película (112D) dielétrica é uma película de material dielétrico selecionado de um grupo de materiais consistindo em um fluoropolímero, um poliéster, uma poliimida e um poliuretano.

6. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 4, em que a referida película (112D) dielétrica em cada referida camada compreende um enchimento de vidro.

7. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 1, compreendendo ainda:

uma plataforma (118) de massa; e

uma ligação exterior à referida plataforma de massa, contactando a referida camada (114) condutora a referida ligação exterior, dispersando a corrente das descargas de raios através da referida plataforma de massa.

8. Método de proteção de uma estrutura compósita contra descargas de raios, compreendendo o referido método os passos de:

fixação de uma camada (112) dielétrica num revestimento (102) compósito, cobrindo a referida camada dielétrica completamente, pelo menos, um elemento de superfície de metal, sendo o referido, pelo menos, um elemento de superfície de metal um elemento protegido; e caracterizado por

fixação de uma camada (114) condutora no referido revestimento compósito, cobrindo a referida camada condutora a referida camada dielétrica e ligada eletricamente a qualquer elemento desprotegido condutor, ligada de modo condutor ao referido

revestimento compósito e proporcionando uma trajetória de massa para a corrente proveniente das descargas de raios, em que a referida camada (114) condutora consiste em:

uma camada (114S) de superfície protetora;

uma camada (114C) central condutora; e

uma camada (114A) de suporte de fixação adjacente à referida camada central condutora e que é capaz de fixar de modo condutor a referida camada central condutora ao referido revestimento compósito, estando a referida camada central condutora colocada entre a referida camada de superfície protetora e a referida camada de suporte de fixação.

9. Método de proteção de uma estrutura compósita contra descargas de raios como na reivindicação 8, em que o passo de fixação da referida camada dielétrica compreende:

seleção de uma área de superfície exposta sobre o referido revestimento compósito, englobando a referida área de superfície exposta o referido, pelo menos, um elemento de superfície de metal;

proporcionar uma película dielétrica de suporte adesivo, sendo a referida película dielétrica de suporte adesivo maior do que a referida área de superfície exposta com uma quantidade de sobreposição selecionada; e

aplicação da referida película dielétrica de suporte adesivo na referida área de superfície exposta, sobrepondo a referida película dielétrica de suporte adesivo cada um dos referidos, pelo menos, um elemento de superfície de metal com a referida quantidade de sobreposição selecionada.

10. Método de proteção de uma estrutura compósita contra descargas de raios como na reivindicação 9, em que a referida estrutura compósita é uma aeronave, o referido revestimento compósito está num tanque de combustível da asa e o referido, pelo menos, um elemento de superfície de metal inclui uma pluralidade de elementos de ligação do revestimento, e o passo de seleção da referida área de superfície exposta compreende a determinação de um perímetro definido pela referida pluralidade de elementos de ligação do revestimento, definindo o referido perímetro a referida área de superfície exposta.

11. Método de proteção de uma estrutura compósita contra descargas de raios como na reivindicação 8, em que o passo de fixação da referida camada condutora compreende:

proporcionar uma camada condutora de suporte adesiva, sendo a referida camada condutora de suporte adesiva maior do que a referida camada dielétrica por uma quantidade selecionada e suficientemente grande para se estender até uma ligação exterior até uma plataforma de massa; e

aplicação da referida camada condutora de suporte adesiva sobre a referida camada dielétrica e referida ligação exterior, em que a descarga de raios na

referida camada condutora é isolada dos elementos de superfície de metal protegidos pela referida camada dielétrica e a corrente de uma descarga de raios é divergida através da referida camada condutora para a referida plataforma de massa.

12. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 1, 2, 4 ou 5 capaz de ser fixo num revestimento compósito por cima de elementos de superfície de metal e no exterior de um tanque de combustível, estando o referido sistema de proteção contra raios adaptado para proteger o referido tanque de combustível das descargas de raios, compreendendo o referido sistema de proteção contra raios:

uma trajetória de plataforma de massa;

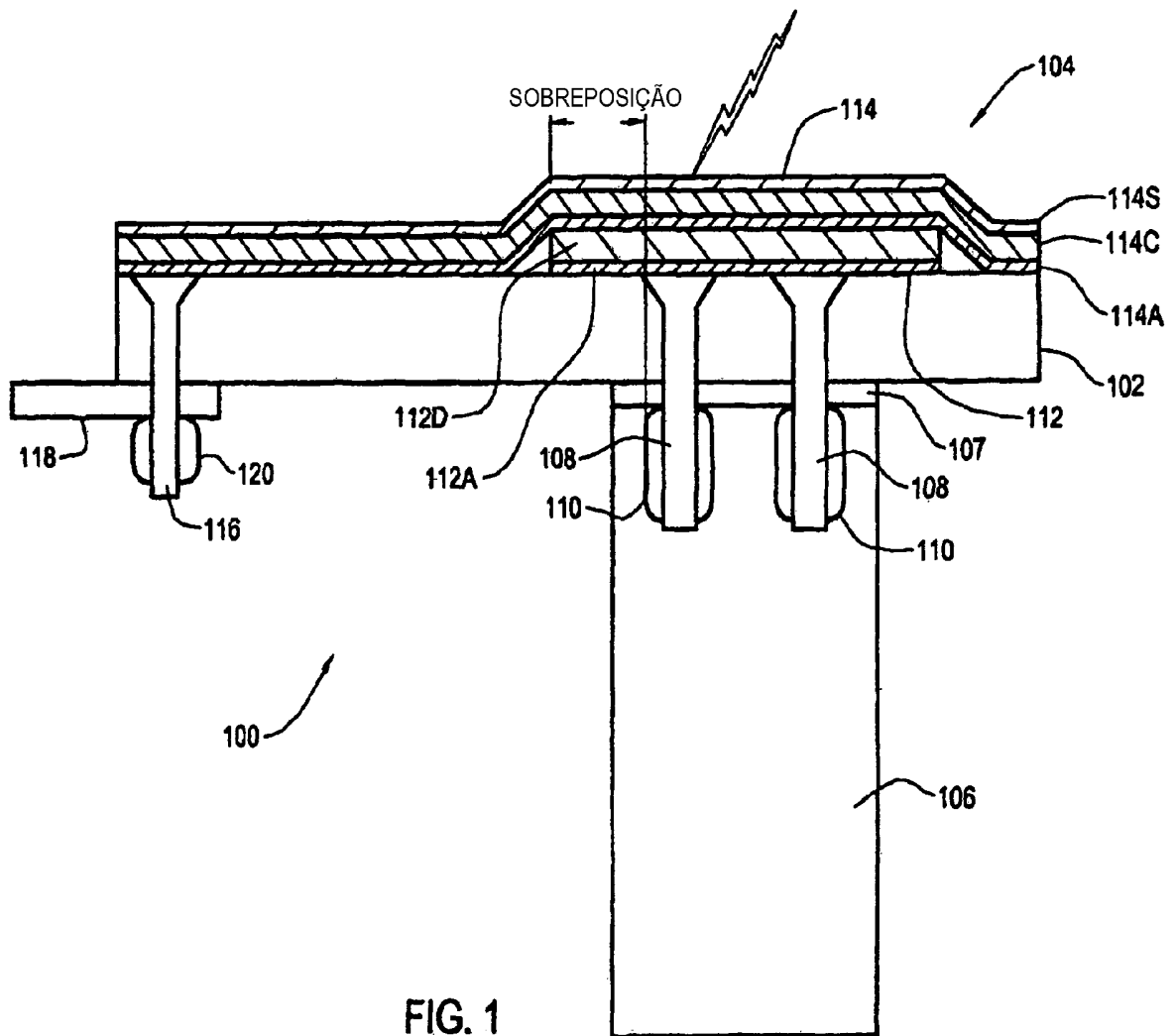
uma ligação de superfície à referida trajetória de plataforma de massa; e

a referida camada (114) condutora fixa por cima e cobrindo completamente a referida camada dielétrica e estendendo-se até à referida ligação de superfície, dirigindo a referida camada condutora a corrente das descargas de raios até à referida trajetória de plataforma de massa.

13. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 12, em que a referida rede metálica compreende uma rede metálica com 0,001" a 0,004" (0,025-0,102 mm) de espessura incorporada numa camada de adesivo com 0,002" a 0,008" (0,050-0,210 mm).

14. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 13, em que cada referida película dielétrica compreende um enchimento de vidro, a referida película dielétrica na referida camada condutora possui uma espessura de 0,002" a 0,0035" (0,050-0,089 mm), e a referida película dielétrica na referida camada dielétrica possui uma espessura de 0,003" a 0,010" (0,076-0,254 mm).
15. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 14, em que o enchimento de vidro compreende um tecido de vidro ou partículas de vidro.
16. Sistema de proteção contra raios como na reivindicação 13, em que o referido revestimento compósito é uma parte da asa de uma aeronave compósita no exterior de um tanque de combustível e os referidos um ou mais elementos de superfície de metal são elementos de fixação do revestimento que penetram o referido revestimento compósito no referido tanque de combustível e mantêm o referido revestimento compósito em posição.

Lisboa, 21 de janeiro de 2016



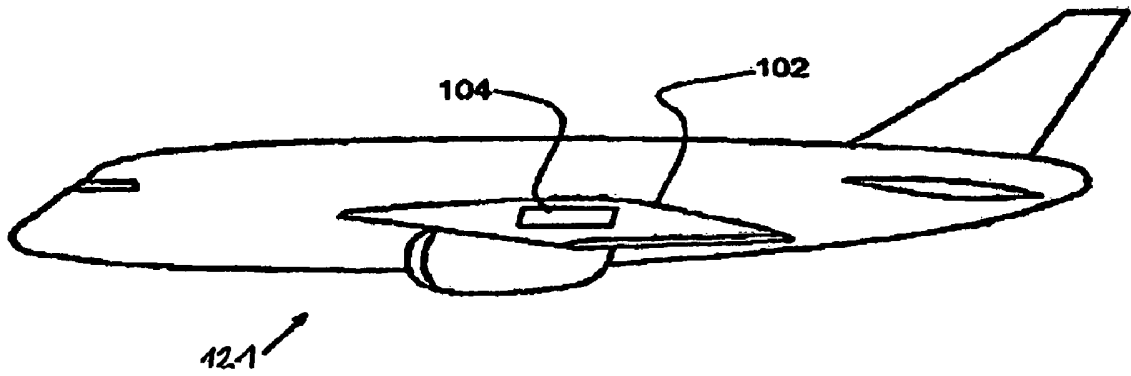


Fig. 2