



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0905850-8 B1



(22) Data do Depósito: 23/03/2009

(45) Data de Concessão: 29/09/2020

(54) Título: UNIDADE DE AERONAVE

(51) Int.Cl.: B64C 1/00; B64D 45/02; F16B 5/02; F16B 33/06; F16B 35/00.

(30) Prioridade Unionista: 24/03/2008 JP 2008-076547.

(73) Titular(es): MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD..

(72) Inventor(es): YUICHIRO KAMINO; KAZUYUKI OGURI; KOICHI NAKAMURA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2009055712 de 23/03/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/119526 de 01/10/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 07/05/2010

(57) Resumo: UNIDADE DE AERONAVE. É provida uma unidade de aeronave equipada com uma estrutura de proteção contra raios que não é facilmente destruído por corrente de raio e que é altamente confiável. Em uma unidade de aeronave incluindo um revestimento (10) em que a CFRP camada (12) serve como uma estrutura principal; uma ligação por cisalhamento (11) que suporta o revestimento (10) e a ligação por cisalhamento (11), uma lâmina de cobre (13) e uma camada de GRFP externa (14) são providas sobre um lado de superfície externa do revestimento (10), nesta ordem para o exterior, e a camada de pintura de cobre (19), que contém pó de cobre, é provida sobre a camada de GRFP exterior (14).

“UNIDADE DE AERONAVE”

Campo Técnico

[0001] A presente invenção se refere a uma unidade de aeronave, tal como uma asa principal e uma fuselagem de uma aeronave, tendo uma estrutura de proteção contra raios.

Técnica Anterior

[0002] Um material leve, de alta resistência durável é requerido como o material para a fuselagem (revestimento) de uma aeronave, e, nos anos recentes, ocorreu um uso crescente de resinas reforçadas com fibras (materiais compósitos).

[0003] Na qualidade de tais materiais compósitos, por exemplo, plástico reforçado com fibras de carbono (CFRP) em que fibras de carbono são endurecidas com resina de epóxi, etc., e plástico reforçado com fibras de vidro (GFRP) em que fibras de vidro são endurecidas com resina de epóxi, etc., são frequentemente usados.

[0004] Com esses materiais compósitos, existe um problema na medida em que eles têm baixa resistência contra uma incidência de raio em comparação com metal. Em adição, porque os fixadores para prender um revestimento em um elemento estrutural interno são feitos de metal (por exemplo, liga de titânio), existe um risco de geração de flash (faísca) no mesmo via corrente elétrica gerada por uma incidência de raio (corrente de raio) que passa através dos fixadores.

[0005] Por conseguinte, quando do uso de um material compósito em um revestimento, é requerido levar uma estrutura em consideração com respeito a propriedades de proteção contra raios, especialmente a estrutura que previne que raios passem através dos fixadores.

[0006] Na qualidade de tais estruturas de proteção contra raios, foram propostas, por exemplo, as revelações das Citações de Patente 1 e 2.

[0007] A estrutura revelada na Citação de Patente 1 tem uma tampa de isolamento afixada a uma extremidade externa da cabeça de um fixador, e foram feitas muitas propostas para prevenir a passagem de raios com tais modificações na estrutura de um fixador.

[0008] Na estrutura revelada na Citação de Patente 2, uma tira de metal (camada condutora) é afixada em torno de um fixador e uma camada de isolamento é provida acima da cabeça do fixador, dispersando assim a corrente de raio devido a uma incidência de raio sobre a superfície de revestimento.

[0009] Citação de Patente 1: Patente Norte-Americana No. 4.630.168, descrição.

[0010] Citação de Patente 2: Patente Norte-Americana No. 5.845.872, descrição.

Descrição da Invenção

[0011] Todavia, com a descrição da Citação de Patente 1, as tampas de isolamento são posicionadas na superfície do revestimento, e existe um problema em que, quando corrente de raio flui ao longo da superfície, a corrente de raio tem que fluir em torno dessas tampas de isolamento, e o fluxo da corrente de raio é assim obstruído.

[0012] Em adição, a configuração na descrição da Citação de Patente 2 é de um tal modo que somente uma camada de lâmina de metal é provida como a camada condutora para dispersar corrente de raio; por conseguinte, existe um risco de ela ser facilmente destruída pela corrente de raio. Além disso, existe um problema com uma lâmina de metal em que, embora ela dependa de sua espessura, a capacidade de transporte para transportar a corrente de raio sem ser destruída é pequena.

[0013] A presente invenção foi concebida à luz das circunstâncias acima descritas, e um objetivo da mesma é prover uma unidade de aeronave provida com uma estrutura de proteção contra raios que não é facilmente destruída por corrente de raio e que é altamente confiável.

[0014] Para solucionar os problemas acima descritos, uma unidade de aeronave da presente invenção emprega as seguintes soluções.

[0015] Isto é, um primeiro aspecto de uma unidade de aeronave de acordo com a presente invenção é uma unidade de aeronave que inclui um revestimento no qual a resina reforçada com fibras serve como uma estrutura principal; um elemento estrutural que suporta o revestimento a partir do interior; e um fixador que acopla o revestimento e o elemento estrutural; em que uma lâmina condutora é provida sobre um lado de superfície externa do revestimento, e uma camada de resina condutora

contendo pó condutor é provida acima da lâmina condutora.

[0016] Quando uma unidade de aeronave é impactada por uma incidência de raio, uma corrente elétrica gerada pela queda de raio (doravante, referida como "corrente de raio") flui na camada de resina condutora posicionada em uma camada superior. Em comparação com uma lâmina condutora, esta camada de resina condutora, porque ela é formada de f resina contendo pó condutor, tem uma maior capacidade de transporte para a corrente de raio e tem uma capacidade mais elevada para dispersar a corrente de raio. Por conseguinte, é possível minimizar o dano causado por uma incidência de raio.

[0017] Em adição, porque uma lâmina condutora é provida abaixo da camada de resina condutora, mesmo em um caso improvável de a camada de resina condutora ser destruída por uma incidência de raio, a corrente de raio pode ser dispersa por esta lâmina condutora. Além disso, a lâmina condutora não é do tipo de malha, mas é uma lâmina plana se estendendo uniformemente com uma área seccional predeterminada; por conseguinte, a capacidade da mesma de transportar a corrente de raio é superior em comparação com a do tipo de malha.

[0018] Note que, como a "camada de resina condutora", uma resina de fenol com partículas de cobre misturadas na mesma é preferível.

[0019] Além disso, no primeiro aspecto acima mencionado, o fixador pode ser inserido em um furo de inserção que penetra através da estrutura principal do revestimento, a lâmina condutora, e o elemento estrutural; e uma porção de cabeça do fixador posicionada sobre o lado de superfície externa do revestimento pode ter a camada de resina condutora revestida sobre a mesma.

[0020] Os fixadores são dispostos inseridos nos inserção que penetram através da estrutura principal do revestimento, da lâmina condutora, e do elemento estrutural. O topo da porção de cabeça dos fixadores é revestido com a camada de resina condutora. Por conseguinte, é possível prevenir que a corrente de raio penetre nos fixadores.

[0021] Note que para melhorar a propriedade de proteção contra raios dos fixadores, é preferível que pelo menos uma porção do exterior das cabeças de

fixador seja formada de material de isolamento. Como este material de isolamento, uma resina de poliimida termoplástica, PEEK, ou similar, é preferível.

[0022] Além disso, no primeiro aspecto acima descrito, o fixador pode ter uma porção de ponta que se salienta ainda mais para dentro a partir do elemento estrutural; a porção de ponta pode ser provida com um acessório que é inserido na porção de ponta para prender o revestimento e o elemento estrutural; uma arruela de isolamento tendo uma superfície revestida com um material de isolamento pode ser interposta entre o elemento estrutural e o acessório; e um espaçador de isolamento pode ser interposto entre o elemento estrutural e a arruela de isolamento.

[0023] Em adição a uma arruela de isolamento cuja superfície é revestida com um material de isolamento, um espaçador de isolamento é provido; por conseguinte, isolamento pode ser assegurado pelo espaçador de isolamento mesmo se o revestimento de isolamento da arruela de isolamento se descascar devido a uma força de cisalhamento exercida pela deformação no instante da montagem. Desta maneira, a confiabilidade é melhorada pelo isolamento duplo com a arruela de isolamento e o espaçador de isolamento.

[0024] Adicionalmente, quando a corrente de raio passa através do fixador, existe um risco de ocorrência de faísca em um pequeno entre o acessório (por exemplo, uma porca) e o elemento estrutural. Na presente invenção, pela interposição da arruela de isolamento e do espaçador de isolamento entre o acessório e o elemento estrutural, a faísca é impedida de ocorrer no pequeno interstício. Especificamente, pela adoção de uma tal configuração em que o espaçador de isolamento é deformado compressivamente pelo elemento estrutural e a arruela de isolamento, é possível absorver um pequeno interstício desigual criado por erros durante a montagem do fixador.

[0025] Na qualidade do espaçador de isolamento, poliimida é apropriada, e é ainda preferível que a configuração do mesmo seja de um tal modo que uma pluralidade de lâminas é laminada na direção em que a força compressiva é aplicada. Isto é, porque, com a configuração com uma pluralidade de lâminas, mesmo se uma camada das lâminas for danificada, as lâminas nas outras camadas

funcionam eficazmente.

[0026] Além disso, no primeiro aspecto acima descrito, um selante de isolamento pode ser provido entre o fixador e o furo de inserção.

[0027] Provendo o selante de isolamento entre o fixador e o furo de inserção, as propriedades de isolamento podem ser melhoradas ainda mais entre o fixador e o revestimento.

[0028] Note que com o selante de isolamento provido entre o fixador e o furo de inserção, o fixador não é precisamente posicionado em relação ao furo de inserção quando da inserção do fixador no mesmo. Especificamente, o fixador é inserido no furo de inserção depois do selante de isolamento ser aplicado ao fixador que é então fixado ao mesmo pela solidificação do selante de isolamento; por conseguinte, no instante da inserção, o fixador não é posicionado em contato com o furo de inserção. Em outras palavras, no momento da inserção, o fixador é colocado frouxamente no furo de inserção (assim chamado ajuste com folga). Porque a posição relativa entre o furo de inserção e o fixador não é precisamente determinada com um tal ajuste com folga, um pequeno interstício desigual não intencionado se forma entre o fixador e o acessório, que se torna a causa de uma faísca. Se o espaçador de isolamento, que é comprimido pelo elemento estrutural e a arruela de isolamento, for provido em um tal caso, mesmo com um ajuste com folga, uma distribuição desigual de pequenos interstícios pode ser prevenida pela deformação compressiva do espaçador de isolamento, prevenindo assim a ocorrência de faísca.

[0029] Além disso, um segundo aspecto de uma unidade de aeronave da presente invenção é uma unidade de aeronave que inclui um revestimento no qual a resina reforçada com fibras serve como uma estrutura principal; um elemento estrutural que suporta o revestimento a partir do interior; e um fixador que acopla o revestimento e o elemento estrutural; em que o fixador tem uma porção de ponta que se salienta ainda mais para dentro a partir do elemento estrutural; a porção de ponta é provida, via uma arruela de isolamento tendo uma superfície revestida com um material de isolamento, com um acessório que é inserido na porção de ponta para prender o revestimento e o elemento estrutural; e um espaçador de isolamento

é interposto entre o elemento estrutural e a arruela de isolamento.

[0030] Em adição a uma arruela de isolamento, cuja superfície é revestida com um material de isolamento, um espaçador de isolamento é provido; por conseguinte, isolamento pode ser assegurado com o espaçador de isolamento mesmo se o revestimento de material de isolamento sobre a arruela de isolamento se descascar devido a uma força de cisalhamento exercida pela deformação no instante de montagem. Desta maneira, confiabilidade é melhorada pelo isolamento duplo com a arruela de isolamento e o espaçador de isolamento.

[0031] Adicionalmente, quando a corrente de raio passa através de o fixador, existe um risco de ocorrência de faísca em um pequeno interstício entre o acessório (por exemplo, uma porca) e o elemento estrutural. No segundo aspecto acima descrito, pela interposição do espaçador de isolamento e da arruela de isolamento revestida com o material de isolamento entre o acessório e o elemento estrutural, a faísca é impedida de ocorrer no pequeno interstício. Especificamente, pela adoção de uma tal configuração em que o espaçador de isolamento é deformado compressivamente pelo elemento estrutural e a arruela de isolamento, é possível absorver um pequeno interstício desigual interstício criado por erros durante a montagem do fixador.

[0032] Na qualidade do espaçador de isolamento, poliimida é apropriada, e é ainda preferível que a configuração do mesmo seja de um tal modo que uma pluralidade de lâminas é laminada na direção em que uma força compressiva é aplicada. Isto é porque, com a configuração com uma pluralidade de lâminas, mesmo se uma camada das lâminas for danificada, as lâminas nas outras camadas funcionam eficazmente.

[0033] Com a presente invenção, os seguintes efeitos e vantagens são proporcionados.

[0034] Porque a camada de resina condutora é provida juntamente com a lâmina condutora provida abaixo da mesma, é possível obter uma unidade de aeronave equipado com uma estrutura de proteção contra raios que não é facilmente destruído pela corrente de raio e é altamente confiável.

[0035] Em adição, a arruela de isolamento e o espaçador de isolamento são interpostos entre o acessório e o elemento estrutural, tornando assim possível melhorar a confiabilidade pelo isolamento duplo.

Breve Descrição dos Desenhos

[0036] A figura 1 é uma vista plana mostrando uma asa principal, que é uma unidade de aeronave da presente invenção.

[0037] A figura 2 é uma vista seccional, mostrando esquematicamente a relação posicional entre uma ligação por cisalhamento e um revestimento.

[0038] A figura 3 é uma vista seccional mostrando a figura 2 em mais detalhe.

[0039] A figura 4 é uma vista seccional lateral de um fixador de acordo com a presente forma de concretização, com uma porção do mesmo mostrada em seção transversal.

[0040] A figura 5 é uma vista seccional de fita de alumínio usada como exemplo comparativo 1 nas formas de concretização.

Explicação de Referência:

1 fixador

10 revestimento

11 ligação por cisalhamento (elemento estrutural)

13 lâmina de cobre (lâmina condutora)

14 camada de GFRP externa (camada de isolamento)

17 colar (acessório)

18 selante de isolamento

19 camada de pintura de cobre (camada de resina condutora)

21 arruela de isolamento

22 espaçador de isolamento

Melhor Maneira para Realizar a Invenção

[0041] Uma forma de concretização de acordo com a presente invenção será descrita abaixo, com referência aos desenhos.

[0042] A figura 1 mostra uma vista plana de uma asa principal (unidade de aeronave) A de uma aeronave. Uma linha de nervura B inclui uma posição na qual

uma ligação por cisalhamento (elemento estrutural) 11, descrita posteriormente, é disposta, e mostra uma região onde pintura de cobre (camada de resina condutora) 19 ou uma lâmina de cobre (lâmina condutora) 13, descrita posteriormente, é disposta.

[0043] A figura 2 mostra esquematicamente a relação posicional entre um revestimento 10 e a ligação por cisalhamento 11. A ligação por cisalhamento 11 é um elemento que une o revestimento 10 e uma longarina, uma nervura, e similar, e é assumida ser de um material condutor, tal como liga de alumínio ou liga de titânio, ou CFRP (plástico reforçado com fibras de carbono). O revestimento 10 e a ligação por cisalhamento 11 são fixados com um fixador 1. Especificamente, um colar (porca) 17 é atarraxado na ponta do fixador 1, fixando assim o revestimento 10 e a ligação por cisalhamento 11 para prendê-los conjuntamente.

[0044] Uma arruela de isolamento 21 e um espaçador de isolamento 22 são interpostos entre os colares 17 e as ligações de cisalhamento 11.

[0045] Como mostrado no lado direito da figura 2, o colar 17, a arruela de isolamento 21, e o espaçador de isolamento 22 são inteiramente cobertos por uma tampa de isolamento 24 que é formada de um material de isolamento, tal como resina, etc. A tampa de isolamento 24 pode também servir para a finalidade dupla como uma vedação de combustível por ser presa em estreito contato com as ligações de cisalhamento 11.

[0046] A figura 3 mostra a seção mostrada na figura 2 em mais detalhe. Em adição, a figura 4 é uma vista em seção transversal do fixador 1.

[0047] Como mostrado nas figuras 3 e 4, o fixador 1 é constituído principalmente de um corpo principal de fixador 4, que tem uma porção de eixo configurada cilindricamente (haste) 2; uma porção de cabeça (cabeça rente: cabeça rente) 3 provida em uma extremidade da porção de eixo 2 e tendo uma forma substancialmente troncônica cujo diâmetro aumenta com distância crescente a partir da porção de eixo 2; e uma porção de cabeça isolante 5 posicionada em uma extremidade (porção superior posicionada no lado superior das figuras 3 e 4) da porção de cabeça 3.

[0048] O corpo principal de fixador 4 é integralmente formado da porção de eixo 2 e da porção de cabeça 3 e é fabricado usando uma liga de, por exemplo, titânio (Ti-6Al-4V: material temperado), Inconel, ou similar.

[0049] Uma porção de rosca externa 2a que é rosqueada em uma porção de rosca interna de um colar (porca, acessório), descrito posteriormente, é formada na outra extremidade (porção de extremidade no lado inferior nas figuras 3 e 4) da porção de eixo 2.

[0050] Uma porção de engate do lado de fixador 7, na qual a porção de cabeça isolante 5 é presa, é provida na porção superior da porção de cabeça 3. A porção de engate do lado de fixador 7 é localizada no lado oposto à porção de eixo 2 (o lado superior nas figuras 3 e 4), e é provida com uma porção convexa 7a que se salienta radialmente para fora em torno da direção circunferencial (aumenta em diâmetro) e uma porção côncava 7b que se conecta (liga) à porção de eixo 2 e à porção convexa 7a e que é rebaixada radialmente para dentro em torno da direção circunferencial.

[0051] Note que o diâmetro da porção de cabeça 3 em uma superfície de extremidade é, por exemplo, cerca de 12,7 mm (1/2 polegada).

[0052] A porção de cabeça isolante 5 é assumida ser um elemento do tipo de disco. Como um material para a porção de cabeça isolante 5, por exemplo, uma resina de poliimida termoplástica (por exemplo, AURUM que pode ser obtida de Mitsui Chemicals, Inc.), que tem resistência ao calor e resistência superiores, é apropriado. Exemplos de materiais diferentes destes que incluem outras resinas termoplásticas (por exemplo, imida-poliéter (PEI) tendo resistência ao calor e resistência em adição a uma alta voltagem de interrupção dielétrica, poliéter-éter-cetona (PEEK) tendo resistência ao calor e resistência superiores em adição à capacidade de formação e versatilidade superiores, sulfeto de polifenilo (PPS) tendo resistência ao calor e resistência em adição a capacidade de formação e versatilidade superiores, e poliamida-imida (PAI) tendo particularmente resistência ao calor e resistência superiores)) e resinas termoestáveis, etc.

[0053] Uma porção de engate do lado da camada de isolamento 8, que é presa na porção de engate do lado de fixador 7, é provida sobre uma porção de borda

circunferencial (porção de extremidade no lado inferior nas figuras 3 e 4) da porção de cabeça isolante 5. A porção de engate do lado da camada de isolamento 8 é provida com uma porção côncava 8a que é rebaixada radialmente para dentro em torno da direção circunferencial e que se acopla com a porção convexa 7a da porção de engate do lado de fixador 7 e uma porção convexa 8b que se salienta (aumenta em diâmetro) radialmente para fora em torno da direção circunferencial e que se acopla com a porção côncava 7b da porção de engate do lado de fixador 7.

[0054] Em adição, a porção de cabeça isolante 5 é formada por moldagem por injeção de modo a ser afixada à porção de engate do lado de fixador 7 da porção de cabeça 3. Por conseguinte, superfícies externas da porção de engate do lado de fixador 7 e superfícies internas da porção de engate do lado da camada de isolamento 8 estão em estreito contato sobre a totalidade das mesmas; por conseguinte, a porção de cabeça isolante 5 é firmemente presa na porção de cabeça 3 pela força adesiva que a porção de cabeça isolante 5 propriamente dita possui.

[0055] Note que é desejável produzir a espessura de placa da porção de cabeça isolante 5 (o comprimento entre a superfície superior (a superfície plana posicionada no lado superior nas figuras 3 e 4) e a superfície inferior (a superfície plana posicionada no lado inferior nas figuras 3 e 4), por exemplo, cerca de 0,5 mm to 1,0 mm, de modo a prover suficiente resistência dielétrica até mesmo contra a voltagem de teste de descarga elétrica da MIL-STD-1757A, Zona 1 (cerca de 40 kV).

[0056] O revestimento 10 é principalmente construído de um CFRP (plástico reforçado com fibras de carbono) camada 12, que é um material de resina tendo condutividade (condutividade de cerca de 1/100 a 1/1000 daquela de alumínio). A superfície externa inteira (a superfície posicionada no exterior depois da montagem) da camada de CFRP 12 é provida com uma camada de GFRP exterior 14, que é GFRP (plástico reforçado com fibras de vidro) tendo propriedades de isolamento, e a superfície interna inteira (a superfície posicionada internamente depois da montagem) da camada de CFRP 12 é revestida com uma camada de GFRP interna 15.

[0057] Em adição, uma lâmina de cobre (lâmina condutora) 13, que tem condutividade como um todo, é provida entre a camada de CFRP 12 e a camada de GFRP exterior 14. A espessura da lâmina de cobre 13 é assumida ser cerca de 70 μm .

[0058] As ligações de cisalhamento 11 são feitas de, por exemplo, liga de alumínio, material de titânio, ou CFRP (plástico reforçado com fibras de carbono) e são dispostas em uma posição predeterminada a superfície dorsal (a superfície posicionada dentro depois da montagem) do GFRP interno 15.

[0059] Furos de inserção 16, que são capazes de receber os fixadores 1, são formados em posições predeterminadas do elemento estrutural, nas quais as ligações de cisalhamento 11 são dispostas na superfície dorsal do GFRP interno 15, penetrando o revestimento 10 e o elemento estrutural 11 na direção de espessura de placa. Os fixadores 1 são acomodados nos furos de inserção individuais 16, e os colares 17, que são fabricados usando, por exemplo, uma liga de titânio, Inconel ou similar, são atarraxados nas as porções de rosca externa 2a que se projetam para dentro a partir da superfície dorsal das ligações de cisalhamento 11.

[0060] Um selante de isolamento 18 é provido entre o fixador 1 e o furo de inserção 16. Como o selante de isolamento, sulfeto de polifenilo (PPS) pode ser apropriadamente usado. No instante de montagem, o fixador 1 é inserido no furo de inserção 16 depois de a porção de eixo 2 e a porção de cabeça 3 do fixador 1 serem revestidas com o selante de isolamento 18. Por conseguinte, o formato externo do fixador 1 é menor que aquele do furo de inserção 16 de um tal modo que o fixador 1 é colocado frouxamente no furo de inserção 16 (assim chamado ajuste com folga).

[0061] Uma camada de pintura de cobre (camada de resina condutora) 19 é provida sobre o lado de superfície externa do fixador 1, isto é, no lado da porção de cabeça de isolamento 5. A camada de pintura de cobre 19 é provida de modo a revestir o fixador 1 e a periferia do mesmo.

[0062] A camada de pintura de cobre 19 é principalmente constituída de uma resina de fenol e pó de cobre. Como o pó de cobre, pó de cobre eletrolítico com um tamanho de grão variando de 2 a 10 μm , com um valor médio de cerca de 5

μm , é usado. Porque o pó de cobre eletrolítico tem um formato pontiagudo dendrítico, ele é preferível para assegurar condutividade.

[0063] A razão de mistura da resina de fenol e o pó de cobre é assumida ser 40 a 60%, preferivelmente 50%, em volume do pó de cobre.

[0064] A camada de pintura de cobre 19 é formada por solidificação, seguindo seu revestimento sobre a camada de GFRP exterior 14 do revestimento 10 e da porção de cabeça isolante 5 do fixador 1.

[0065] A espessura da camada de pintura de cobre 19 é assumida ser cerca de 150 μm .

[0066] Note que uma resina à base de epóxi ou à base de acrílica pode ser usada em lugar da resina de fenol usada na camada de pintura de cobre 19. Em adição, em lugar do pó de cobre, grãos condutores, tais como Ni, Au, Ag, Cu revestido com Ag (grãos de Cu revestidos com Ag), grafite, etc. podem ser usados.

[0067] Embora não mostrado na figura 3, a camada de pintura de cobre 19 é revestida com um revestimento de demão à base de epóxi de cerca de 20 μm em espessura, no topo do qual um revestimento superior à base de uretano de cerca de 50 μm em espessura é ainda aplicado.

[0068] A arruela de isolamento 21 e o espaçador de isolamento 22 são interpostos entre a ligação por cisalhamento 11 e o colar 17.

[0069] A arruela de isolamento 21 é configurada tendo um corpo principal feito de material de metal tal como aço inoxidável, etc., a superfície externa do qual é revestida com material de isolamento tal como resina (por exemplo, resina contendo pó de alumínio).

[0070] O espaçador de isolamento 22 tem uma estrutura em que uma pluralidade de filmes de poliimida é laminada. O espaçador de isolamento 22 é configurado de modo a ser deformado por uma força compressiva aplicada ao mesmo através do aperto do colar 17. Mesmo quando deformado desta maneira, porque o espaçador de isolamento 22 tem uma estrutura em que uma pluralidade de filmes de isolamento é laminada, mesmo se um dos filmes de isolamento for rompido, o rompimento não é propagado para os outros filmes de isolamento; por conseguinte,

a estrutura como um todo é resistente ao rompimento. Note que o espaçador de isolamento 22 pode ser ainda laminado com fibras, empregando assim uma estrutura com uma resistência até mesmo maior ao rompimento.

[0071] O espaçador de isolamento 22 é assumido ter um diâmetro substancialmente equivalente à arruela de isolamento 21, Isto é para prevenir que fissura seja formada devido à pressão da arruela de isolamento.

[0072] Em adição, uma borda periférica externa e uma borda periférica interna de uma superfície de extremidade do colar 17 no lado da arruela de isolamento 21 podem ser chanfradas. Ao realizar isto, dano na arruela de isolamento 21 pode ser prevenido.

[0073] Um teste de proteção contra raios foi conduzido para uma unidade de aeronave configurada de acordo com a forma de concretização acima descrita.

[0074] Configurações da presente invenção e Exemplos Comparativos 1 e 2 são mostrados em uma tabela abaixo. Configurações diferentes que aquelas mostradas na tabela abaixo são todas equivalentes com respeito à presente invenção e os Exemplos Comparativos 1 e 2.

[Tabela 1]

Amostra	Topo de nervura	Linha de nervura	Faixa presente/ausente
Exemplo comparativo 1	Fita de alumínio	Lâmina de cobre	Presente
Exemplo comparativo 2	Pintura de cobre	Malha de cobre	Presente
Presente invenção	Pintura de cobre	Lâmina de cobre	Ausente

[0075] Na tabela 1, "topo de nervura" indica a posição da camada de pintura de cobre 19 na figura 3 e indica um elemento posicionado imediatamente acima do fixador 1,

[0076] Como mostrado na figura 5, a fita de alumínio é formada por laminação com uma camada de poliuretano 31 com 30 µm de espessura, uma camada adesiva

32 com 30 μm de espessura, uma camada de Al 33 com 20 μm de espessura, e uma camada adesiva 34 com 30 μm de espessura, nesta ordem a partir do lado da superfície externa para o interior.

[0077] As espessuras das camadas de pintura de cobre usada no exemplo comparativo 2 e da presente invenção são assumidas ser 150 μm em espessura. Isto é selecionado de modo a ter uma resistência elétrica equivalente àquela da fita de alumínio.

[0078] Na tabela 1, "linha de nervura" indica a posição da lâmina de cobre 13 na figura 3 e indica uma região periférica do fixador 1, A espessura da lâmina de cobre é assumida ser 70 μm . Diferentemente da lâmina, que é assumida ser sólida, a malha de cobre usada no exemplo comparativo 2 é assumida ser do tipo de malha na vista plana.

[0079] O teste de proteção contra raios foi conduzido de acordo com a SAE APR5412A. A presença/ausência de uma faísca foi avaliada pela detecção de uma faísca de 0,02 mJ usando uma câmera digital equivalente a ASA3000, Imagens foram capturadas a partir do lado da superfície interna (lado da ligação por cisalhamento 11 na figura 3).

[0080] Os testes de proteção contra raios foram individualmente conduzidos em nove painéis de teste com base nas condições mostradas na tabela abaixo; aquelas nas quais uma faísca foi detectada uma vez foram avaliadas como faísca presente, e aquelas nas quais nenhuma faísca foi detectada foram avaliadas como faísca ausente.

[Tabela 2]

Zona aplicada	Comp D	Comp B	Comp C*	Nota
2A+	Pico I = 150 KA A1 = 1,125 x 10 ⁶ A2S	Transferência de Carga Max = 10C	Amp > 400A Tempo de Permanência = 45 ms	50% margem
2A	Pico I = 100	Transferência	Amp > 400A	

	KA AI = 0,25 x 10 ⁶ A2S	de Carga Max = 10C	Tempo de Permanência = 45 ms	
3+	Pico I = 60 KA AI = 0,18 x 10 ⁶ A2S	Transferência de Carga Max = 10C	Amp > 400A Tempo de Permanência = 45 ms	50% margem

[0081] Na Tabela 2, "Zona aplicada" indica uma zona de contramedidas de proteção contra raios para uma aeronave. "+" indica avaliações em um nível de corrente de raio 50% maior.

[0082] "Comp D", "Comp B", e "Comp C*" indicam componentes de corrente de raio, respectivamente.

[0083] Como mostrado na Tabela 1, somente para a presente invenção, nenhuma ocorrência de faísca foi sobretudo observada. A partir de uma comparação com o exemplo comparativo 1, este resultado é devido à camada de pintura de cobre 19, e a partir de uma comparação com o exemplo comparativo 2, o resultado é devido à lâmina de cobre 13. Tendo em vista que um mecanismo detalhado para este resultado não foi elucidado, ele é meramente especulação; todavia, é provável que a camada de pintura de cobre 19 tenha capacidade de transporte superior e capacidade de dispersão superior da corrente de raio que a fita de alumínio, e, em adição, a lâmina de cobre 13 tem superior capacidade de transporte e capacidade de dispersão superior da corrente de raio que a malha de cobre.

[0084] Como foi descrito acima, esta forma de concretização proporciona os seguintes efeitos e vantagens.

[0085] Quando um raio atinge a asa principal A, a corrente de raio flui na camada de pintura de cobre 19 posicionada na camada superior. Porque esta camada de pintura de cobre 19 é resina contendo pó de cobre, em comparação com lâminas condutoras, tais como fita de alumínio e similares, sua capacidade de transporte para a corrente de raio é maior e tem maior capacidade de dispersar a corrente de raio. Por conseguinte, é possível minimizar dano causado por um raio incidente.

[0086] Em adição, porque a lâmina de cobre 13 é provida abaixo da camada de pintura de cobre 19, mesmo no caso improvável de a camada de pintura de cobre 19 ser destruída por uma incidência de raio, a corrente de raio pode ser dispersa pela lâmina de cobre 13. Além disso, a lâmina de cobre 13 não é do tipo de malha, mas é uma lâmina plana que uniformemente se estende com uma área seccional predeterminada; por conseguinte, a capacidade da mesma de transportar a corrente de raio é superior em comparação com a capacidade do tipo de malha.

[0087] A porção de cabeça isolante 5 do fixador 1 é revestida com a camada de pintura de cobre 19. Por conseguinte, é possível prevenir que a corrente de raio penetre no fixador 1.

[0088] Em adição, quando a corrente de raio passa através do fixador 1, existe um risco de ocorrência de faísca no pequeno interstício entre o colar 17 e a ligação por cisalhamento 11. Com esta forma de concretização, a faísca é impedida de ocorrer no pequeno interstício pela interposição da arruela de isolamento 21, que é revestida com um material de isolamento, e o espaçador de isolamento 22 entre o colar 17 e a ligação por cisalhamento 11. Por conseguinte, pelo isolamento duplo com a arruela de isolamento 21 e o espaçador de isolamento 22, a confiabilidade pode ser melhorada. Especificamente, pela adoção de uma tal configuração em que o espaçador de isolamento 22 é deformado compressivamente pela ligação por cisalhamento 11 e pela arruela de isolamento 21, é possível absorver um pequeno interstício desigual criado por erros durante a montagem do fixador 1.

[0089] Porque o fixador 1 é ajustado com folga no furo de inserção 16, a posição relativa entre o furo de inserção 16 e o fixador 1 não é precisamente determinada; por conseguinte, uma folga de minuto não intencionalmente desigual entre a ligação por cisalhamento 11, o fixador 1 e o colar 17, e assim existe um risco da fração se tornar a causa de uma faísca. Desta forma de concretização, porque o espaçador de isolamento 22, que é comprimido pela ligação por cisalhamento 11 e a arruela de isolamento 21, é provida, mesmo com um ajuste com folga, uma distribuição desigual do pequeno interstício pode ser prevenido pela deformação compressiva do espaçador de isolamento 22; tornando assim possível prevenir a ocorrência de

faísca.

[0090] Em adição, porque o espaçador de isolamento 22 é configurado com uma pluralidade de lâminas que são laminadas na direção em que a força compressiva é aplicada, mesmo se uma camada das lâminas for danificada, é possível fazer com que lâminas nas outras camadas funcionem eficazmente.

[0091] Note que na forma de concretização acima descrita, a asa principal A foi descrita como um exemplo de uma unidade de aeronave; todavia, a unidade de aeronave não é limitada a isto, e, por exemplo, uma fuselagem, asa de cauda, e similar são também aplicáveis.

[0092] Em adição, o espaçador de isolamento 22 foi descrito em termos de uma configuração em que uma pluralidade de lâminas é laminada; todavia, a presente invenção não é limitada a isto, e ele pode ser de uma resina de poliimida termoplástica de camada única (por exemplo, AURUM disponível de Mitsui Chemicals, Inc.).

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade de aeronave, caracterizada pelo fato de compreender:
um revestimento (10) no qual a resina reforçada com fibras serve como uma estrutura principal;
um elemento estrutural (11) que suporta o revestimento (10) a partir do interior; e
um fixador (1) que acopla o revestimento (10) e o elemento estrutural (11);
em que uma lâmina condutora (13) é provida sobre um lado de superfície externa do revestimento (10), e
uma camada de resina condutora (19) contendo pó condutor é provida acima da lâmina condutora (13).

2. Unidade de aeronave de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o fixador (1) é inserido em um furo de inserção (16) que penetra através da estrutura principal do revestimento (10), da lâmina condutora (13), e do elemento estrutural (11); e
uma porção de cabeça (3) do fixador (1) posicionada sobre o lado de superfície externa do revestimento (10) tem a camada de resina condutora (19) revestida sobre a mesma.

3. Unidade de aeronave de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que
o fixador (1) tem uma porção de ponta que se salienta ainda mais para dentro a partir do elemento estrutural (11);
a porção de ponta é provida com um acessório (17) que é inserido na porção de ponta para prender o revestimento (10) e o elemento estrutural (11);
uma arruela de isolamento (21) tendo uma superfície revestida com um material de isolamento é interposta entre o elemento estrutural (11) e o acessório (17); e
um espaçador de isolamento (22) é interposto entre o elemento estrutural (11) e a arruela de isolamento (21).

4. Unidade de aeronave de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de que um selante de isolamento (18) é provido entre o fixador (1) e o furo de inserção (16).

FIG. 1

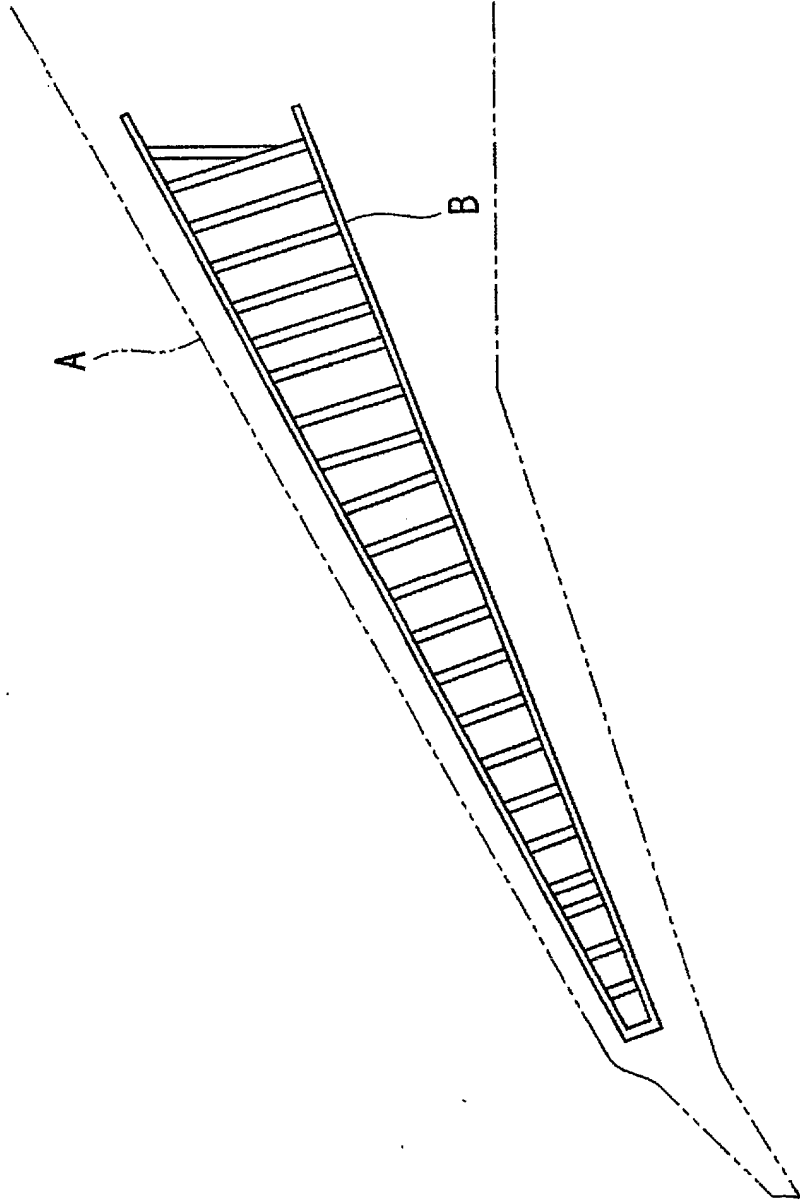
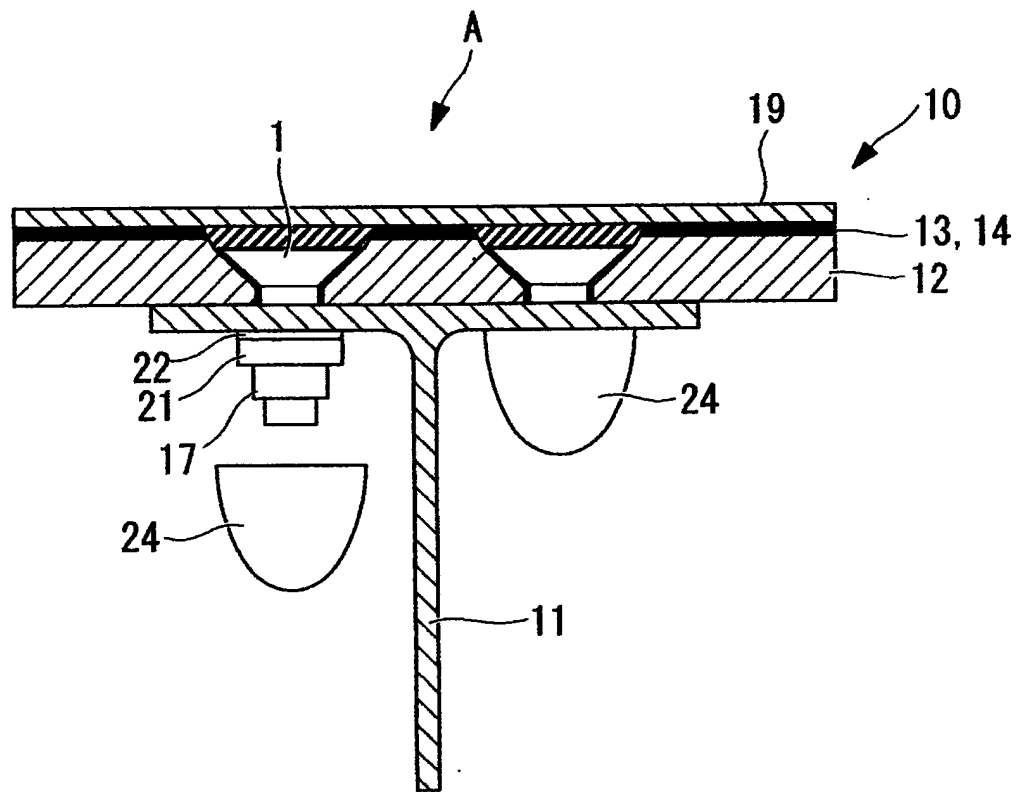


FIG. 2



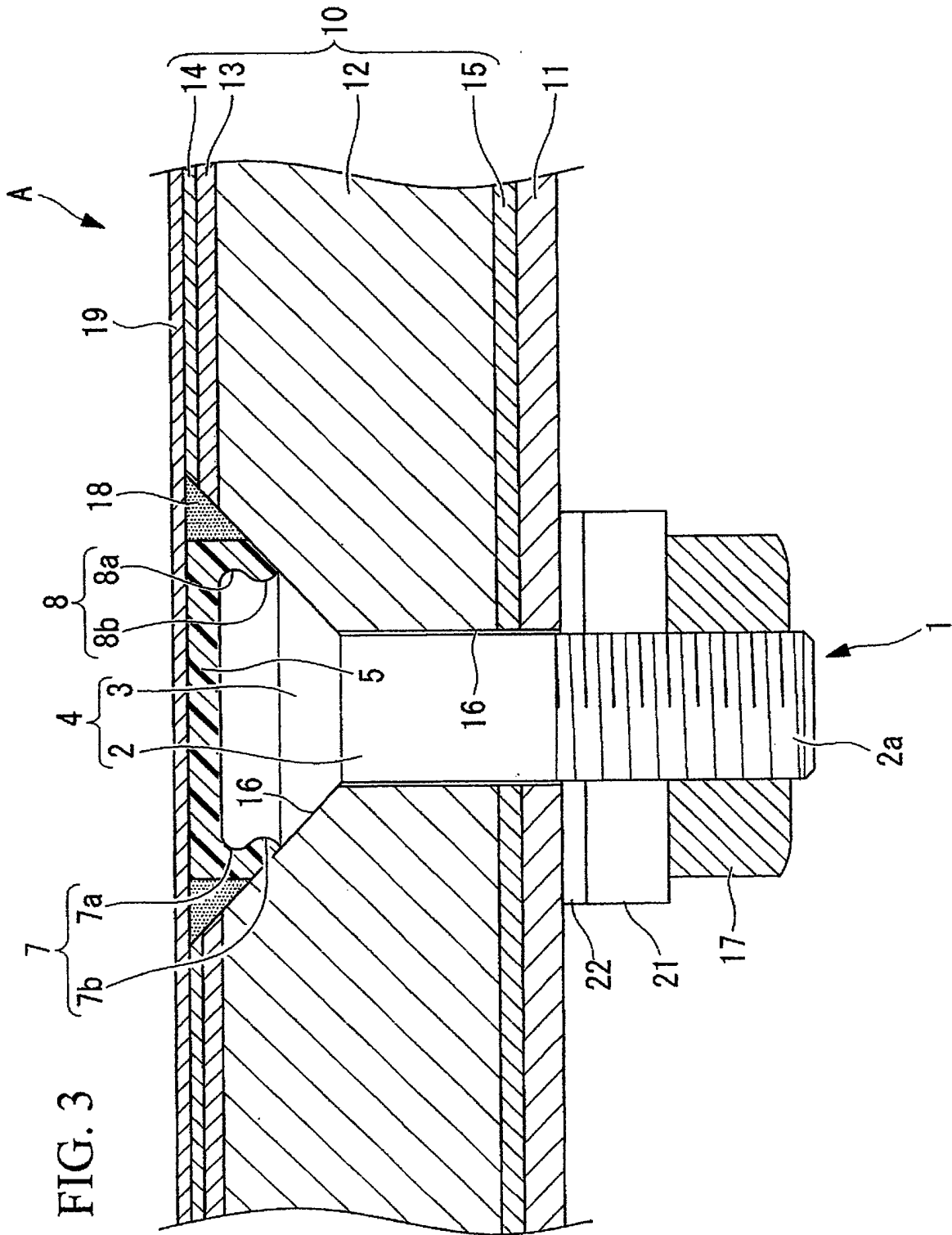


FIG. 4

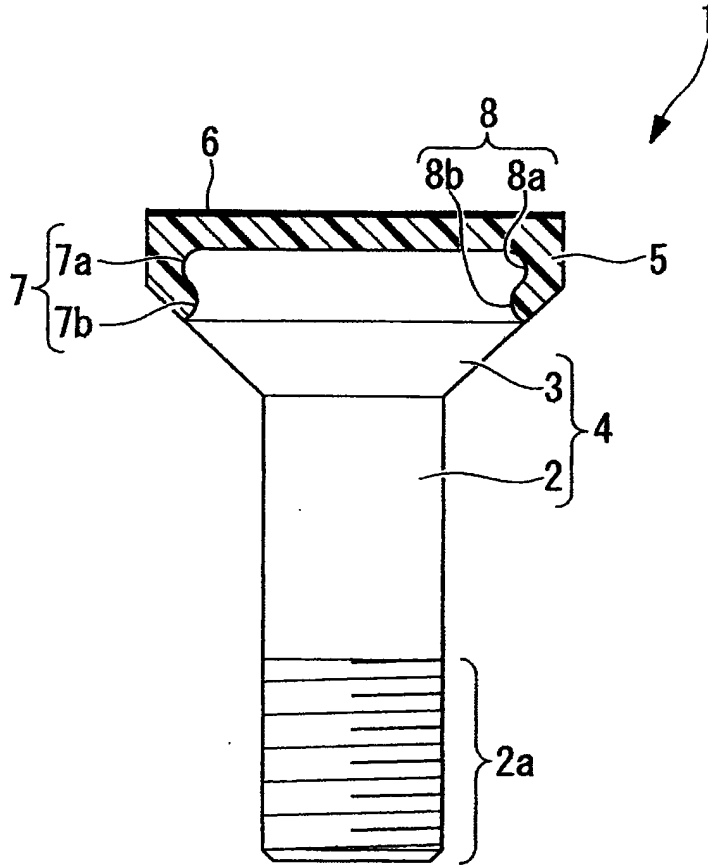


FIG. 5

