



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

(11) PI 0817281-1 B1



(22) Data do Depósito: 25/09/2008

(45) Data de Concessão: 14/04/2020

(54) Título: FIXADOR DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS, E, CONJUNTO DE AERONAVE

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

(30) Prioridade Unionista: 28/09/2007 JP 2007-255438.

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

(72) Inventor(es): MASAHIRO KASHIWAGI; YUICHIRO KAMINO; KAZUYUKI OGURI; TAKEYASU TARUMI; MASAHIRO BESSHO; HIDEO YAMAKOSHI; NAOMOTO ISHIKAWA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2008067230 de 25/09/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/041459 de 02/04/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 24/03/2010

(57) Resumo: FIXADOR DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS, E, CONJUNTO DE AERONAVE É provido um fixador de proteção contra raios que é capaz de impedir confiavelmente o desprendimento de uma camada isolante durante a operação de uma aeronave e de melhorar a capacidade e confiabilidade de proteção contra descarga elétrica do raio. Existe um fixador de proteção contra raios (1) que fixa um revestimento (10) de uma aeronave e um elemento estrutural (11) posicionado dentro do revestimento (10), em que a própria camada isolante (5) é aderida por fusão de maneira a cobrir uma superfície extrema de uma parte da cabeça (3) e também de engatar mecanicamente em uma parte de engate do lado do fixador (parte de engate) (7) formada na superfície extrema.

“FIXADOR DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS, E, CONJUNTO DE AERONAVE”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção diz respeito a um fixador e, mais particularmente, a um fixador de proteção contra raios, usado quando se emprega material plástico condutor (por exemplo, CRFP (plástico reforçado com fibra de carbono) como o revestimento de uma aeronave.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] Um fixador conhecido convencionalmente usado quando se emprega material plástico condutor como revestimento de uma aeronave tem uma superfície extrema de uma parte da cabeça coberta com uma tampa isolante (por exemplo, referir-se ao documento de patente 1).

[0003] Documento de patente 1: relatório descritivo da patente U.S. 4.630.168.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0004] Entretanto, o fixador revelado no documento supramencionado tem um problema em que a tampa isolante pode se desprender (se soltar) da parte da cabeça do fixador durante operação da aeronave.

[0005] A presente invenção foi concebida sob a luz da situação supradescrita, e um objetivo desta é prover um fixador de proteção contra raios que é capaz de impedir de forma confiável o desprendimento de uma tampa isolante durante operação de uma aeronave e que é capaz de melhorar a capacidade contra descarga elétrica do raio do fixador e a sua confiabilidade.

[0006] A fim de solucionar os problemas supradescritos, a presente invenção adota as seguintes soluções.

[0007] Um fixador de proteção contra raios de acordo com um primeiro aspecto da presente invenção é um fixador de proteção contra raios que fixa um revestimento de uma aeronave e um elemento estrutural posicionado dentro do revestimento, o revestimento sendo constituído de material plástico como um elemento principal e tendo fora do mesmo um elemento condutor laminado, em que uma camada isolante é aderida por fusão de maneira a cobrir uma superfície extrema de uma parte da cabeça e também é engatada mecanicamente em uma

parte de engate formada na superfície extrema, e a superfície extrema da parte de cabeça coberta com a camada isolante é isolada do elemento condutor circundante.

[0008] Com o fixador de proteção contra raios de acordo com o primeiro aspecto, é possível impedir confiavelmente o desprendimento (soltura) da camada isolante 5 da parte da cabeça 3 durante operação de uma aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios 1 em uma condição favorável, por exemplo, como mostrado nas figuras 1 e 2, em virtude de a camada isolante ser aderida (anexada) por fusão em uma parte de engate no lado do fixador da parte da cabeça e na superfície externa da parte de engate do lado do fixador 7, e a superfície interna de uma parte de engate no lado da camada isolante 8 estar em contato imediato por toda sua extensão; e também em virtude de uma parte convexa 7a da parte de engate do lado do fixador 7 e uma parte côncava 8a da parte de engate no lado da camada isolante 8, mostrado nas figuras 1 e 2, serem engatadas mecanicamente (geometricamente) uma na outra, e a parte côncava 7b da parte de engate no lado do fixador 7 e a parte convexa 8b da parte de engate no lado da camada isolante 8 serem também mecanicamente (geometricamente) engatadas uma na outra, levando assim a um estado no qual a camada isolante 5 e a parte da cabeça 3 são presas (fixas) mecanicamente.

[0009] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é ainda mais preferível que a camada isolante seja forma por moldagem de inserto.

[0010] Em um fixador de proteção contra raios como este, por exemplo, a camada isolante, formada de termoplástico, ou plástico de termocura, é aderida (anexada) por fusão na parte de engate do lado do fixador da parte da cabeça por moldagem de inserto (por exemplo, moldagem por injeção, moldagem por compressão, e assim por diante), a superfície externa da parte de engate do lado do fixador 7 e a superfície interna da parte de engate no lado da camada isolante 8 ficam, como mostrados nas figuras 1 e 2, em contato íntimo por toda sua extensão, e também a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixa na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5; portanto, é possível fixar (anexar) mais confiavelmente) a camada isolante 5 na parte da cabeça 3 e melhorar ainda

mais a confiabilidade do fixador de proteção contra raios 1.

[0011] Além do mais, com um fixador de proteção contra raios como este, em virtude de a camada isolante formada, por exemplo, de termoplástico ou plástico de termocura, ser anexada na parte de engate do lado do fixador da parte da cabeça por moldagem de inserto (por exemplo, moldagem por injeção, moldagem por compressão, e assim por diante), é possível realizar produção em grande escala, possibilitando assim reduzir o custo de fabricação.

[0012] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é ainda mais preferível que a parte da borda circunferencial da parte de engate tenha uma forma redonda ao longo de uma direção circunferencial.

[0013] Com um fixador de cabeça chata convencional, uma parte da borda circunferencial de uma cabeça chata é processada como uma aresta viva, e o raio normalmente colide seletivamente no fixador em virtude de o campo elétrico concentrar na parte da borda circunferencial da cabeça chata, causando uma faixa de luz durante a fase precursora antes da incidência de um raio. Com um fixador de proteção contra raios como este, entretanto, em virtude de a parte da borda circunferencial da parte de engate do lado do fixador formada na parte da cabeça ser feita de maneira que sua forma em vista seccional transversal seja, por exemplo, redonda, como mostrado nas figuras 1 e 2 (por exemplo, ela é processada de maneira a ter um raio (R) de cerca de 0,1 mm a 0,3 mm), é possível impedir concentração de campo elétrico durante a fase precursora imediatamente antes da incidência de um raio, e assim pode-se impedir a descarga elétrica do raio no fixador de proteção contra raios, além da capacidade anti-raio da camada isolante.

[0014] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é ainda mais preferível que a camada isolante seja formada de maneira a envolver a parte da borda circunferencial da parte de engate.

[0015] Com um fixador de proteção contra raios como este, uma descarga elétrica do raio no fixador de proteção contra raios pode ser mais confiavelmente impedida, em virtude de a superfície de topo da parte de engate do lado do fixador (ou seja, a superfície de topo da parte da cabeça do fixador) e a superfície

circunferencial externa da parte de engate do lado do fixador serem cobertas com a camada isolante.

[0016] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é ainda mais preferível que o pré-processamento para formar uma rugosidade superficial fina seja aplicado a pelo menos uma parte da superfície da parte de engate.

[0017] Com um fixador de proteção contra raios como este, é possível impedir mais confiavelmente o desprendimento (soltura) da camada isolante da parte da cabeça durante operação da aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios em uma condição favorável, em virtude de as propriedades de contato entre a superfície da parte de engate e a camada isolante serem melhoradas ainda mais.

[0018] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é preferível que o fixador de proteção contra raios seja usado como um fixador que fixa o revestimento da aeronave em que o material plástico tendo uma propriedade isolante é laminado entre o material plástico condutor e o elemento condutor, e o elemento estrutural posicionado dentro do revestimento.

[0019] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é ainda mais preferível que a camada isolante seja formada de material com propriedades de contato superiores com a superfície da parte de engate (por exemplo, poliéter-sulfona (PES), poliimida de termocura, etc.).

[0020] Com um fixador de proteção contra raios como este, é possível impedir mais confiavelmente o desprendimento (soltura) da camada isolante da parte da cabeça durante a operação da aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios em uma condição favorável, em virtude de as propriedades de contato entre a superfície da parte de engate e a camada isolante serem melhoradas ainda mais.

[0021] No fixador de proteção contra raios supradescrito, é preferível que a camada isolante tenha uma primeira camada que cobre a superfície da parte de engate e pelo menos uma camada que é uma camada que cobre a primeira camada, por exemplo, a primeira camada é formada por revestimento, ao passo que

a segunda camada é formada por moldagem de inserto, ou a primeira camada e a segunda camada são formadas por moldagem de inserto em duas etapas; é ainda mais preferível que o material para a primeira camada seja um com propriedades de contato superiores com a superfície da parte de engate (por exemplo, poliéter-sulfona (PES), poliimida de termocura, etc.).

[0022] Com um fixador de proteção contra raios como este, é possível impedir mais confiavelmente o desprendimento (soltura) da camada isolante da parte da cabeça durante a operação da aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios em uma condição favorável, em virtude de as propriedades de contato entre a superfície da parte de engate e a camada isolante serem melhoradas ainda mais.

[0023] Um fixador de proteção contra raios de acordo com um segundo aspecto da presente invenção é um fixador de proteção contra raios que fixa um revestimento de uma aeronave e um elemento estrutural posicionado dentro do revestimento, o revestimento sendo constituído de material plástico como um elemento principal e tendo fora do mesmo um elemento condutor laminado, em que uma parte da borda circunferencial de uma parte de engate formada em uma superfície extrema da parte da cabeça tem uma forma redonda ao longo de uma direção circunferencial.

[0024] Com o fixador de proteção contra raios de acordo com o segundo aspecto, é possível impedir confiavelmente o desprendimento (soltura) da camada isolante 5 da parte da cabeça 3 durante a operação de uma aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios 1 em uma condição favorável em virtude de, por exemplo, a parte convexa 7a da parte de engate do lado do fixador 7 e da parte côncava 8a da parte de engate no lado da camada isolante 8, mostrados nas figuras 1 e 2, serem engatadas mecanicamente uma na outra, e a parte côncava 7b da parte de engate do lado do fixador 7 e a parte convexa 8b da parte de engate no lado da camada isolante 8 serem também mecanicamente engatadas uma na outra, levando assim a um estado no qual a camada isolante 5 e a parte da cabeça 3 são presas (fixas).

[0025] Um conjunto de aeronave de acordo com um terceiro aspecto da presente invenção é um conjunto de aeronave que tem um revestimento constituído de material plástico condutor como um elemento principal, um elemento estrutural que suporta o revestimento por dentro, e um fixador que fixa o revestimento e o elemento estrutural, no qual qualquer dos fixadores de proteção contra raios supradescritos é provido como o fixador.

[0026] Com o conjunto de aeronave de acordo com o terceiro aspecto da presente invenção, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio que tenta passar em direção ao corpo principal do fixador ser bloqueada (reduzida) pela camada isolante, centelhas que ocorrem em uma parte de anexação do fixador por causa da corrente da descarga elétrica do raio podem ser impedidas.

[0027] Além do mais, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio que tenta passar em direção ao corpo principal do fixador ser bloqueada (reduzida) pela camada isolante, é possível remover completamente um DI (Isolante dielétrico; chapa isolante), convencionalmente necessária para impedir centelhas entre o elemento estrutural e o colar, bem como uma tampa de borracha isolante anexada de maneira a cobrir a parte da ponta da parte do parafuso macho do fixador e todo o colar (anexado para impedir descarga secundária pelo colar); portanto, é possível reduzir significativamente o peso da aeronave.

[0028] No conjunto de aeronave supradescrito, é preferível que uma folga entre o fixador de proteção contra raios e o revestimento seja preenchida com material de vedação.

[0029] Com um conjunto de aeronave como este, é possível suprimir a ocorrência de um faixa de luz, que é a fase precursora de uma descarga elétrica do raio, que ocorre na parte em volta da cabeça chata do fixador na qual há a incidência do raio a uma frequência particularmente alta por causa da concentração do campo elétrico causada pela aresta viva; portanto, é possível suprimir a descarga elétrica do raio no fixador de proteção contra raios.

[0030] No conjunto da aeronave supradescrito, é preferível que a camada isolante seja formada de maneira a permitir a formação de uma folga entre um furo

feito no revestimento e uma superfície da camada isolante que opõe ao furo.

[0031] Com um conjunto de aeronave como este, quando o fixador de proteção contra raios é inserido no furo formado no revestimento e é anexado nele, é possível impedir que a superfície da camada isolante (por exemplo, a superfície da base cônica, quando uma conicidade é formada, como mostrado nas figuras 1 e 2) seja pressionada contra a superfície do furo oposta a ele; portanto, é possível impedir danos (trincas) na camada isolante.

[0032] No conjunto de aeronave supradescrito, é preferível que a superfície de topo da camada isolante e a superfície do revestimento sejam processadas para ficar niveladas uma com a outra.

[0033] Com um conjunto de aeronave como este, se a camada isolante salientar-se para fora com relação à superfície do revestimento quando o fixador de proteção contra raios for inserido no furo formado no revestimento e anexado nele, a superfície da camada isolante é removida de forma que a superfície de topo da camada isolante e a superfície do revestimento fiquem niveladas uma com a outra. Alternativamente, a camada isolante é formada com uma espessura ligeiramente maior (por exemplo, a dimensão necessária + 0,1 mm) de antemão e é processada depois da montagem para torná-la nivelada com a superfície do revestimento. Assim, o desempenho aerodinâmico pode ser melhorado, e o consumo de combustível pode ser reduzido.

[0034] O fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção proporciona a vantagem em que o desprendimento durante operação de uma aeronave pode ser confiavelmente impedido e que a confiabilidade pode ser aumentada.

[0035] No conjunto de aeronave supradescrito, é preferível que material plástico tendo uma propriedade isolante seja laminado entre o material plástico condutor e o elemento condutor.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0036] A figura 1 é uma vista seccional transversal de um conjunto de aeronave mostrando um estado em que um revestimento e um elemento estrutural são presos

por meio de um fixador de proteção contra raios de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

[0037] A figura 2 é uma elevação frontal do fixador de proteção contra raios de acordo com a primeira modalidade da presente invenção.

[0038] A figura 3A é uma elevação frontal de um fixador de proteção contra raios de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção.

[0039] A figura 3B é uma vista seccional transversal da figura 3A feita ao longo das setas III-III.

[0040] A figura 4A é uma elevação frontal de um fixador de proteção contra raios de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção.

[0041] A figura 4B é uma vista seccional transversal da figura 4A feita ao longo das setas IV-IV.

[0042] A figura 5 é uma vista plana de um molde de fundição de metal para moldagem de inserto usado para fabricar o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção.

[0043] A figura 6A é um diagrama explanatório para explicar um método de fabricação do fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção.

[0044] A figura 6B é um diagrama explanatório para explicar o método de fabricação do fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção.

[0045] A figura 6C é um diagrama explanatório para explicar o método de fabricação do fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção.

[0046] A figura 7A é um diagrama explanatório para explicar um método de instalação quando o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção é usado para fixar um revestimento de uma aeronave e um elemento estrutural.

[0047] A figura 7B é um diagrama explanatório para explicar o método de instalação quando o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção é usado para fixar o revestimento da aeronave e o elemento estrutural.

[0048] A figura 7C é um diagrama explanatório para explicar o método de instalação quando o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente

invenção é usado para fixar o revestimento da aeronave e o elemento estrutural.

[0049] A figura 7D é um diagrama explanatório para explicar o método de instalação quando o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção é usado para fixar o revestimento da aeronave e o elemento estrutural.

[0050] A figura 8 é uma vista seccional longitudinal mostrando uma outra modalidade de um conjunto de aeronave no qual o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção pode ser aplicado.

MELHOR MANEIRA DE REALIZAR A INVENÇÃO

[0051] Uma primeira modalidade de um fixador de proteção contra raios (fixador) de acordo com a presente invenção será descrita a seguir com referência às figuras 1 e 2.

[0052] Como mostrado nas figuras 1 e 2, um fixador de proteção contra raios (um fixador do tipo para-raio) 1 de acordo com esta modalidade é constituído basicamente de uma parte de eixo tipo haste cilíndrica (haste) 2, um corpo principal do fixador 4 com uma parte da cabeça substancialmente em forma de tronco de cone (cabeça chata) 3 que é provido em uma extremidade da parte do eixo 2 e cujo diâmetro aumenta com o aumento da distância da parte do eixo 2, uma camada isolante 5 disposta de maneira a cobrir uma parte de extremidade (a parte de cima localizada no lado de topo das figuras 1 e 2) da parte da cabeça 3, e uma camada condutora 6 disposta de maneira a cobrir uma superfície extrema (a superfície extrema no lado de topo nas figuras 1 e 2) da camada isolante 5.

[0053] O corpo principal do fixador 4 é formado integralmente pela parte do eixo 2 e a parte da cabeça 3, e é fabricado usando, por exemplo, ligas tais como liga de titânio (material recozido de Ti-6Al-4V) e Inconel.

[0054] A parte do parafuso macho 2a que é rosqueada em uma parte do parafuso fêmea de um colar (porca), descrita posteriormente, é provida (formada) na outra parte de extremidade (a parte de extremidade no lado de fundo nas figuras 1 e 2) da parte do eixo 2.

[0055] Uma parte de engate do lado do fixador (parte de engate) 7, na qual a camada isolante 5 é presa, é provida (formada) em uma parte de extremidade

(partes de topo) da parte da cabeça 3. A parte de engate do lado do fixador 7 fica localizada no lado oposto da parte do eixo 2 (o lado de topo nas figuras 1 e 2) e é provida com uma parte convexa 7a que salienta-se (aumenta de diâmetro) radialmente para fora em torno da direção circunferencial e uma parte côncava 7b que conecta (une) a parte do eixo 2 e a parte convexa 7a e que é rebaixada (dentada) radialmente para dentro em torno da direção circunferencial. A parte convexa 7a e a parte côncava 7 são respectivamente formadas de maneira que as suas formas em uma vista seccional transversal sejam redondas, como mostrado nas figuras 1 e 2 (por exemplo, elas são processadas de maneira a ter um raio (R) de cerca de 0,1 mm a 0,3 mm).

[0056] Note que o diâmetro em uma superfície extrema da parte da cabeça 3 é, por exemplo, cerca de 6 mm.

[0057] A camada isolante 5 é um elemento em forma de disco fabricado usando, por exemplo, termoplástico (por exemplo, poliéter-imida (PEI) com uma resistência térmica e resistência mecânica e, adicionalmente, uma alta tensão de ruptura dielétrica, poliéter-éter-cetona (PEEK) com resistência térmica e resistência mecânica superiores e, adicionalmente, conformabilidade e versatilidade superiores, polifenilsufeto (PPS) com resistência térmica e resistência mecânica e, adicionalmente, conformabilidade e versatilidade superiores, e poliamida-imida (PAI) com resistência térmica e resistência mecânica particularmente superiores); ou plástico de termocura (por exemplo, poli-imida (PI) com resistência térmica e resistência mecânica particularmente superiores. Uma parte de engate no lado da camada isolante 8, que é presa na parte de engate do lado do fixador 7, é provida (formada) em uma parte de borda circunferencial (a parte de extremidade no lado de fundo nas figuras 1 e 2) da camada isolante 5. A parte de engate no lado da camada isolante 8 é provida com uma parte côncava 8a que é rebaixada (dentada) radialmente para dentro em torno da direção circunferencial e que acopla na parte convexa 7a da parte de engate do lado do fixador 7 e uma parte convexa 8b que salienta-se (aumenta de diâmetro) radialmente para fora em torno da direção circunferencial e que acopla na parte côncava 7b da parte de engate do lado do

fixador 7.

[0058] Além do mais, a camada isolante 5 é formada por moldagem por injeção de maneira a ficar anexada na parte de engate do lado do fixador 7 da parte da cabeça 3. Assim, superfícies externas da parte de engate do lado do fixador 7 (com mais detalhes, a superfície de topo (superfície plana) da parte de engate do lado do fixador 7, uma superfície lateral (superfície circunferencial externa) da parte convexa 7a, e uma superfície lateral (superfície circunferencial externa) da parte côncava 7b) e superfícies internas da parte de engate no lado da camada isolante 8 (com mais detalhes, uma superfície de fundo (a superfície plana localizada no lado de fundo nas figuras 1 e 2) da parte de engate no lado da camada isolante 8, uma superfície lateral (superfície circunferencial interna) da parte côncava 8a, e uma superfície lateral (superfície circunferencial interna) da parte convexa 8b) ficam em contato imediato em toda sua extensão; portanto, a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixa na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5.

[0059] Note que é preferível fazer a espessura de chapa da camada isolante 5 (o comprimento entre a superfície de topo (a superfície plana localizada no lado de topo nas figuras 1 e 2) e a superfície de fundo (a superfície plana localizada no lado de fundo nas figuras 1 e 2)), por exemplo, com cerca de 0,6 mm a 1,0 mm, de maneira a prover intensidade dielétrica suficiente, mesmo contra a tensão de teste de para-raios da zona 1 MIL-STD-1757A (cerca de 40 kV).

[0060] A camada condutora 6 é, por exemplo, um elemento tipo disco formado de película de cobre com um diâmetro externo que é substancialmente igual em dimensão ao diâmetro externo da camada isolante 5, e fixo (ligado) na superfície de topo da camada isolante 5, por exemplo, com adesivo.

[0061] Note que a camada condutora 6 não é um elemento essencial e pode ser omitido dependendo do nível exigido de confiabilidade.

[0062] O fixador de proteção contra raios assim fabricado 1 é usado, por exemplo, para fixar um revestimento 10 de uma aeronave e um elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e assim por diante) 11, como mostrado

na figura 1. Note que o revestimento 10 e o elemento estrutural 11 são presos pelo fixador de proteção contra raios 1, formando assim um conjunto da aeronave (por exemplo, um conjunto da asa principal, um conjunto da asa traseira, um conjunto da fuselagem, e assim por diante) A.

[0063] O revestimento 10 é feito basicamente de material plástico (por exemplo, CFRP (plástico reforçado com fibra de carbono), referido a seguir como "CFRP") 12 com condutividade (condutividade de cerca de 1/100 a 1/1.000 em relação ao alumínio), cuja toda superfície dianteira (a superfície localizada no lado de fora depois da montagem) e toda a superfície traseira (a superfície localizada no lado de dentro depois da montagem) são laminadas com materiais plásticos com uma propriedade isolante (por exemplo, GFRP (plástico curado com fibra de vidro), referido a seguir como "GFRP") 13 e 14.

[0064] Adicionalmente, a superfície dianteira (a superfície localizada no lado de fora depois da montagem) do GFRP 13, localizada no lado da superfície dianteira do CFRP 12, é laminado com um elemento tipo malha (ou tipo chapa) (por exemplo, cobre, referido a seguir como "malha condutora") 15 cuja toda a largura é condutora.

[0065] O elemento estrutural 11 é feito, por exemplo, de liga de alumínio, material de titânio ou CFRP (plástico reforçado com fibra de carbono) e fica disposto em um local predeterminado na superfície traseira (a superfície localizada no lado de dentro depois da montagem) do GFRP 14.

[0066] Locais côncavos (furos) 16 que penetram no revestimento 10 e no elemento estrutural 11 na direção da espessura da chapa e que são capazes de receber o fixador de proteção contra raios 1 são feitos em locais predeterminados de uma estrutura com o elemento estrutural 11 disposto na superfície traseira do GFRP 14. Então, o fixador de proteção contra raios 1 é acomodado em cada local côncavo 16, e um colar (porca) 17 fabricado usando, por exemplo, ligas tais como liga de titânio e Inconel, é preso na parte do parafuso macho 2a que se salienta para dentro da superfície traseira do elemento estrutural 11.

[0067] Note que, na figura 1, o número de referência 18 é um material de vedação (por exemplo, polímero de polissulfeto de especificação AMS 3281,

fabricado pela PRC-Desoto, item número PR1776M B2) que preenche uma folga entre o fixador de proteção contra raios 1 e local côncavo 16, e o número de referência 19 é uma fita de alumínio fixada com adesivo (ligada) na superfície (com mais detalhes, a superfície da camada condutora 6) do fixador de proteção contra raios 1 e a superfície da malha condutora 15.

[0068] Além do mais, a fita de alumínio 19 não é um elemento essencial e pode ser omitida dependendo do nível exigido de confiabilidade.

[0069] Com o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade, a parte convexa 7a da parte de engate do lado do fixador 7 e a parte côncava 8a da parte de engate no lado da camada isolante 8 engatam mecanicamente uma na outra, e a parte côncava 7b da parte de engate do lado do fixador 7 e a parte convexa 8b da parte de engate no lado da camada isolante 8 engatam mecanicamente uma na outra, levando assim a um estado no qual a camada isolante 5 é mecanicamente presa (fixada) na parte da cabeça 3. Portanto, é possível impedir confiavelmente que a camada isolante 5 se desprenda (se solte) da parte da cabeça 3 durante operação da aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios 1 em uma condição favorável.

[0070] Adicionalmente, com o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade, a camada isolante 5 formada de termoplástico ou plástico de termocura é anexada na parte de engate do lado do fixador 7 da parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, a superfície externa da parte de engate do lado do fixador 7 e a superfície interna da parte de engate no lado da camada isolante 8 ficam em contato imediato em toda sua extensão, e a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixa na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5. Portanto, é possível fixar (anexar) confiavelmente a camada isolante 5 na parte da cabeça 3 e aumentar ainda mais a confiabilidade do fixador de proteção contra raios 1.

[0071] Adicionalmente, com o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade, a parte convexa 7a é feita de maneira que sua forma em uma vista seccional transversal seja redonda, como mostrado nas figuras 1 e 2 (por exemplo,

ela é processada de maneira a ter um raio (R) de cerca de 0,1 a 0,3 mm). Portanto, é possível impedir uma descarga elétrica do raio no fixador de proteção contra raios 1, reduzindo a concentração de campo elétrico nele antes de uma descarga elétrica do raio, melhorando assim o desempenho de proteção contra raios.

[0072] Além disso, com o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade, em virtude de a camada isolante 5 formada de termoplástico ou plástico de termocura ser anexada na parte de engate do lado do fixador 7 da parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, é possível realizar produção em grande escala, possibilitando assim reduzir o custo de fabricação.

[0073] Adicionalmente, em virtude de a camada isolante 5 ficar disposta entre a camada condutora 6 e o corpo principal do fixador 4, mesmo se o raio incidir diretamente na camada condutora 6, é possível bloquear (reduzir) a corrente da descarga elétrica do raio que tenta passar da camada condutora 6 para o corpo principal do fixador 4.

[0074] Adicionalmente, quando o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e assim por diante) 11, como mostrado na figura 1, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio tentar passar da camada condutora 6 para o corpo principal do fixador 4 ser bloqueada (reduzida) pela camada isolante 5, a injeção de corrente da descarga elétrica do raio no CFRP 12 pode ser impedida; portanto, é possível impedir que o CFRP 12 seja danificado pela corrente da descarga elétrica do raio.

[0075] Adicionalmente, quando o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e assim por diante) 11, como mostrado na figura 1, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio ser impedida de passar (dificultada sua passagem) em direção ao corpo principal do fixador 4, é possível remover completamente um DI (isolante dielétrico), convencionalmente necessário para impedir centelhas entre a estrutura 11 e o colar 17, bem como uma tampa de borracha isolante anexada de

maneira a cobrir a parte da ponta da parte do parafuso macho 2a e todo o colar 17 (anexado para impedir descarga secundária do colar 17); portanto, é possível reduzir significativamente o peso da aeronave.

[0076] Note que, quando o fixador de proteção contra raios 1 de acordo com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural 11, como mostrado na figura 1, é mais preferível que a camada isolante 5 seja formada de maneira que uma folga seja formada entre uma superfície cônica da camada isolante 5 (uma superfície oposta a uma superfície cônica do local côncavo 16) e o local côncavo 16 perfurado no revestimento 10 (com mais detalhes, uma superfície cônica do local côncavo 16).

[0077] Dessa maneira, quando o fixador de proteção contra raios 1 é inserido no local côncavo 16 formado no revestimento 10 e é anexado a ele, é possível impedir que a superfície cônica da camada isolante 5 seja pressionada contra a superfície (superfície cônica) do local côncavo 16 e, portanto, é possível impedir danos (trincas) na camada isolante.

[0078] Uma segunda modalidade de um fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção será agora descrito usando as figuras 3A e 3B.

[0079] Um fixador de proteção contra raios 21 de acordo com esta modalidade difere daquele da primeira modalidade supradescrita em que as partes de engate 22 e 23 são providas no lugar das partes de engate 7 e 8 supradescritas. Em virtude de outros componentes serem os mesmos daqueles da primeira modalidade supradescrita, as descrições desses componentes são aqui omitidas.

[0080] Note que números de referência idênticos são atribuídos a elementos idênticos aos da primeira modalidade supradescrita.

[0081] As partes de engate no lado do fixador (partes de engate) 22, nas quais a camada isolante 5 é presa, são providas (formadas) em uma parte de extremidade (partes de topo) da parte da cabeça 3. As partes de engate no lado do fixador 22 são uma pluralidade (oito, nesta modalidade) de furos passantes que penetram na direção da espessura da chapa e ficam dispostos ao longo da parte da borda circunferencial da parte da cabeça 3. Além do mais, como mostrado nas figuras 3A e

3B, cada furo passante estende-se radialmente a partir da superfície de topo (a superfície plana localizada no lado de topo na figura 3A) da parte da cabeça 3 em direção ao lado da parte do eixo 2, ou seja, de maneira que as extremidades da abertura localizadas na superfície de topo da parte da cabeça 3 fiquem localizadas radialmente para dentro das extremidades da abertura na superfície lateral da parte da cabeça 3.

[0082] Como para a parte da borda circunferencial da parte da cabeça do fixador, é mais preferível que ela seja formada de maneira que sua forma em vista seccional transversal seja redonda (processada de maneira a ter um raio (R)).

[0083] As partes de engate do lado da camada isolante 23, que são presas nas partes de engate do lado do fixador 22, são providas (formadas) na superfície de fundo (a superfície plana localizada no lado de fundo na figura 3A) da camada isolante 5. As partes de engate no lado da camada isolante 23 são uma pluralidade (oito, nesta modalidade) de protuberâncias tipo haste circular (partes convexas) que acoplam nas partes de engate do lado do fixador 22 e ficam dispostas em torno da parte da borda circunferencial. Note que, em virtude de a camada isolante 5 ser anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, as partes de engate no lado da camada isolante 23 são moldadas (formadas) no momento da moldagem por injeção de maneira a penetrar nas partes de engate do lado do fixador 22. Então, tendo a camada isolante 5 sido anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, a superfície da camada isolante 5 (com mais detalhes, a superfície de fundo da camada isolante 5 e a superfície circunferencial externa das partes de engate no lado da camada isolante 23) e a superfície da parte da cabeça 3 (com mais detalhes, a superfície de topo da parte da cabeça 3 e a superfície circunferencial interna das partes de engate do lado do fixador 22) ficam em contato imediato em toda sua extensão; portanto, a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixa na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5.

[0084] Com o fixador de proteção contra raios 21 de acordo com esta modalidade, as partes de engate do lado do fixador 22 e as partes de engate no lado da camada isolante 23 engatam mecanicamente uma na outra, levando assim a um

estado em que a camada isolante 5 é mecanicamente presa (fixa) na parte da cabeça 3. Portanto, é possível impedir confiavelmente que a camada isolante 5 se desprenda (se solte) da parte da cabeça 3 durante operação da aeronave e manter continuamente o fixador de proteção contra raios 21 em uma condição favorável.

[0085] Adicionalmente, no fixador de proteção contra raios 21 de acordo com esta modalidade, a camada isolante 5 formada de termoplástico ou plástico de termocura é anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, a superfície da camada isolante 5 e a superfície da parte da cabeça 3 ficam em contato imediato por toda sua extensão, e a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixada na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5. Portanto, é possível fixar (anexar) confiavelmente a camada isolante 5 na parte da cabeça 3 e melhorar ainda mais a confiabilidade do fixador de proteção contra raios 21.

[0086] Além disso, com o fixador de proteção contra raios 21 de acordo com esta modalidade, em virtude de a camada isolante 5 formada de termoplástico ou plástico de termocura ser anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, é possível realizar produção em grande escala, possibilitando assim reduzir o custo de fabricação.

[0087] Adicionalmente, em virtude de a camada isolante 5 ficar disposta entre a camada condutora 6 e o corpo principal do fixador 4, mesmo se o raio incidir diretamente na camada condutora 6, é possível bloquear (reduzir) a corrente da descarga elétrica do raio que tenta passar da camada condutora 6 para o corpo principal do fixador 4.

[0088] Adicionalmente, quando o fixador de proteção contra raios 21 de acordo com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e assim por diante) 11, como mostrado na figura 1, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio que tenta passar da camada condutora 6 para o corpo principal do fixador 4 ser bloqueada (reduzida) pela camada isolante 5, a injeção da corrente da descarga elétrica do raio no CFRP 12 pode ser impedida.

[0089] Adicionalmente, quando o fixador de proteção contra raios 21 de acordo

com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e assim por diante) 11, como mostrado na figura 1, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio ser impedida de passar (dificultada sua passagem) em direção ao corpo principal do fixador 4, é possível remover completamente um DI (isolante dielétrico), convencionalmente necessário para impedir centelhas entre a estrutura 11 e o colar 17, bem como uma tampa de borracha isolante anexada de maneira a cobrir a parte da ponta da parte de parafuso macho 2a e todo o colar 17 (anexada para impedir descarga secundária do colar 17); portanto, é possível reduzir significativamente o peso da aeronave.

[0090] Uma terceira modalidade de um fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção será agora descrita usando as figuras 4A a 6C.

[0091] O fixador de proteção contra raios 31 de acordo com esta modalidade difere daquelas das modalidades supradescritas em que as partes de engate 32 e 33 são providas em substituição às partes de engate 7, 8, 22 e 23 supradescritas. Em virtude de outros componentes serem os mesmos das modalidades supradescritas, as descrições desses componentes são aqui omitidas.

[0092] Note que os números de referência idênticos são atribuídos a elementos idênticos aos das modalidades supradescritas.

[0093] Uma parte de engate do lado do fixador (parte de engate) 32, na qual a camada isolante 5 é presa, é provida (formada) na superfície de topo da parte da cabeça 3. A parte de engate do lado do fixador 32 é provida com uma primeira parte convexa 34 com uma forma circular em vista plana e posicionada na sua parte central e uma segunda parte convexa 35 com uma forma circular em vista plana e posicionada na parte da borda circunferencial. As alturas da primeira parte convexa 34 e da segunda parte convexa 35 (os comprimentos na direção vertical na figura 4A) são estabelecidos de 0,2 mm a 0,4 mm; peitos de pombo 36 são formados, respectivamente, em superfícies laterais (superfícies circunferenciais externas) da primeira parte convexa 34 e da segunda parte convexa 35. Além do mais, é mais preferível que as partes da borda circunferencial da primeira parte convexa 34 e da

segunda parte convexa 35 e a parte da borda circunferencial da parte da cabeça do fixador 3 sejam respectivamente formadas de maneira que suas formas em vista seccional transversal sejam redondas (processadas de maneira a ter um raio (R)).

[0094] Uma parte de engate no lado da camada isolante 32, que é presa na parte de engate do lado do fixador 32, é provida (formada) na superfície de fundo da camada isolante 5 (a superfície plana posicionada no lado de fundo na figura 4A). A parte de engate no lado da camada isolante 33 é provida com uma primeira parte côncava 37 que fica disposta no seu centro e acopla na primeira parte convexa 34 e uma segunda parte côncava 38 que fica disposta ao longo da sua parte de borda circunferencial e acopla na segunda parte convexa 35. Note que, em virtude de a camada isolante 5 ser anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, a camada isolante 5 é moldada (formada) no momento da moldagem por injeção de maneira a penetrar nos peitos de pombo 36 sem folga. Então, tendo a camada isolante 5 sido anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, as superfícies externas da parte de engate do lado do fixador 32 (com mais detalhes, a superfície de topo da primeira parte convexa 34, a superfície lateral da primeira parte convexa 34, a superfície de topo da segunda parte convexa 35, e a superfície lateral da segunda parte convexa 35) e superfícies internas da parte de engate no lado da camada isolante 33 (com mais detalhes, a superfície de fundo da primeira parte côncava 37, a superfície circunferencial interna da primeira parte côncava 37, a superfície de fundo da segunda parte côncava 38 e a superfície circunferencial interna da segunda parte côncava 38) ficam em contato imediato por toda sua extensão; portanto, a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixa na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5.

[0095] Com o fixador de proteção contra raios 31 de acordo com esta modalidade, a parte de engate do lado do fixador 32 e a parte de engate no lado da camada isolante 33 engatam mecanicamente uma na outra, levando assim a um estado em que a camada isolante 5 é presa (fixa) mecanicamente na parte da cabeça 3. Portanto, é possível impedir confiavelmente que a camada isolante 5 se desprenda (se desanexe) da parte da cabeça 3 durante operação da aeronave e

manter continuamente o fixador de proteção contra raios 31 em uma condição favorável.

[0096] Adicionalmente, com o fixador de proteção contra raios 31 de acordo com esta modalidade, a camada isolante 5 formada de termoplástico ou plástico de termocura é anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, as superfícies da camada isolante 5 e a superfície da parte da cabeça 3 ficam em contato imediato por toda sua extensão, e a camada isolante 5 é firmemente (confiavelmente) fixada na parte da cabeça 3 pela força adesiva da própria camada isolante 5; portanto, é possível fixar (anexar) confiavelmente a camada isolante 5 na parte da cabeça 3 e melhorar ainda mais a confiabilidade do fixador de proteção contra raios 31.

[0097] Adicionalmente, com o fixador de proteção contra raios 31 de acordo com esta modalidade, em virtude de a camada isolante 5 formada de termoplástico ou plástico de termocura ser anexada na parte da cabeça 3 por moldagem por injeção, é possível realizar produção em grande escala, possibilitando assim reduzir o custo de fabricação.

[0098] Além disso, em virtude de a camada isolante 5 ficar disposta entre a camada condutora 6 e o corpo principal do fixador 4, mesmo se o raio colidir diretamente com a camada condutora 6, é possível bloquear (reduzir) a corrente da descarga elétrica do raio que tenta passar da camada condutora 6 para o corpo principal do fixador 4.

[0099] Adicionalmente, quando o fixador de proteção contra raios 31 de acordo com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e assim por diante) 11, como mostrado na figura 1, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio que tenda passar da camada condutora 6 para o corpo principal do fixador 4 ser bloqueada (reduzida) pela camada isolante 5, a introdução da corrente da descarga elétrica do raio no CFRP 12 pode ser impedida.

[00100] Adicionalmente, quando o fixador de proteção contra raios 31 de acordo com esta modalidade é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, uma longarina, e

assim por diante) 11, como mostrado na figura 1, em virtude de a corrente da descarga elétrica do raio ser impedida de passar (sua passagem é dificultada) em direção ao corpo principal do fixador 4, é possível remover completamente um DI (isolante dielétrico), convencionalmente necessário para impedir centelhas entre a estrutura 11 e o colar 17, bem como uma tampa de borracha isolante anexada de maneira a cobrir a parte da ponta da parte do parafuso macho 2a e todo o colar 17 (anexado para impedir descarga secundária do colar 17); portanto, é possível reduzir significativamente o peso da aeronave.

[00101] Em seguida, um exemplo de um método de fabricação dos fixadores de proteção contra raios supradescritos 1, 21 e 31 será descrito usando a figura 5 e as figuras 6A a 6C.

[00102] Note que as figuras 6A a 6C são diagramas explanatórios baseados na forma do fixador de proteção contra raios 1, e elas são similarmente aplicáveis aos fixadores de proteção contra raios 21 e 31.

(1) O corpo principal do fixador 4 no qual a parte do parafuso macho 2a é provida na outra parte de extremidade da parte do eixo 2 é preparada, e a parte de engate do lado do fixador 7, no caso do fixador de proteção contra raios 1, uma pluralidade das partes de engate do lado do fixador 22, no caso do fixador de proteção contra raios 21, e a parte de engate do lado do fixador 32, no caso do fixador de proteção contra raios 31, são processadas na parte da cabeça 3.

(2) Em seguida, o fixador de proteção contra raios 1 com a camada isolante 5 é moldado usando uma máquina de moldagem por injeção vertical (não mostrada) com uma força de fixação do molde de 30 toneladas e um molde 41 para moldagem de inserto com uma capacidade de produção de quatro peças (ver figura 5). Poli-imida termoplástica (referida como "plástico" a seguir) é usada como o material para a camada isolante 5, e a temperatura do cilindro é estabelecida em 380 °C. Além do mais, a temperatura do molde ajustada em 180 °C por um aquecedor de cartucho 45 (ver figura 5) embutido no molde.

(3) O molde 41 é anexado a um prato de pressão da máquina de injeção de antemão, e um elemento de tampa 41b do molde 41 é aberto (ver figura 6A). O

corpo principal do fixador 4 com a parte da cabeça processada 3 é inserido na parte do furo 44, formada no corpo principal 41a do molde 41, que recebe o fixador de proteção contra raios. Se o corpo principal do fixador 4 for pré-aquecido na temperatura do molde, ou a uma temperatura nas suas proximidades neste momento, propriedades de contato superiores entre o plástico e o corpo principal do fixador 4, bem como uma boa fluidez do plástico, são obtidos.

(4) O elemento de tampa 41b do molde é fechado (ver figura 6b), uma força de fixação predeterminada é aplicada, e então o enchimento por injeção de plástico é realizado a partir de um ponto de injeção de plástico (canal de entrada) 43a provido perto da parte da cabeça 3, formando assim a camada isolante 5 na parte da cabeça 3. O ponto de injeção 43a é em forma de macho-canal de entrada e fica localizado próximo do centro da parte da cabeça 3. Provendo-se o ponto de injeção de plástico 43a perpendicular ao plano da parte da cabeça 3, o corpo principal do fixador 4 é pressionado contra o corpo principal 41a do molde 41 por pressão de plástico gerada no enchimento de injeção de plástico. Dessa maneira, a folga entre a superfície inclinada da parte da cabeça 3 e a superfície inclinada correspondente do corpo principal 41a do molde 41 é reduzida, e assim a ocorrência de rebarbas é impedida.

(5) Depois que a injeção é completada, pressão de retenção é aplicada por um período de tempo predeterminado para impedir formação de marca de contração durante o resfriamento por um tempo predeterminado; então, o elemento de tampa 41b do molde é aberto, e o fixador de proteção contra raios 1 com a camada isolante 5 na parte da cabeça 3 é retirado.

(6) O fixador de proteção contra raios removido 1 é deixado resfriar por um tempo predeterminado; então, se necessário, uma marca de canal de entrada no produto moldado é pós-processada usando uma tenaz, lixa, uma guilhotina ou similares para completá-lo. Entretanto, o método de processamento para a marca do canal de entrada não está limitado a esses métodos.

[00103] Além do mais, com o propósito de eliminar tensão residual no momento da moldagem, o fixador de proteção contra raios 1 com a camada isolante é

submetido a recozimento de acordo com a necessidade, usando um forno de aquecimento ou similares.

[00104] Note que, em virtude de a pressão de plástico gerada com o enchimento por injeção de plástico ser alta, por exemplo, cerca de 100 MPa, um vazio (vazio) provavelmente ocorrerá entre a camada isolante 5 e a parte da cabeça 3, e assim as propriedades de contato entre a camada isolante 5 e a parte da cabeça 3 podem ser melhoradas.

[00105] Além do mais, como pré-processamento para a moldagem por injeção supradescrita, com o propósito de melhorar as propriedades de contato entre o corpo principal do fixador 4 e a camada isolante de plástico, pré-processamento pode ser aplicado na superfície da parte da cabeça 3, em que forma-se um acabamento superficial fino na parte da cabeça 3 pelo processamento superficial tal como irradiação de plasma a pressão atmosférica, etc. Como o método de pré-processamento, por exemplo, o exemplo concreto seguinte pode ser dado.

(1) Durante irradiação com plasma a pressão atmosférica, ar (oxigênio, nitrogênio, ou gás contendo estes) é usado como gás fonte, e o processamento é aplicado por 20 segundos nessas condições, onde a vazão – $10 \text{ Nc}^3/\text{m}$, pressão = pressão atmosférica, e tocha de corrente contínua (não mostrada) (alternativamente, tocha de RF, tocha de micro-ondas ou tocha a vácuo podem ser usadas) é ajustada a 40 W.

(2) Durante realização do pré-processamento para formação do acabamento superficial da parte da cabeça 3 por jateamento da superfície da parte da cabeça 3 com partículas de jateamento (por exemplo, partículas duras tais como metal, cerâmica, vidro e assim por diante (tal processamento é no geral conhecido como jateamento por granalhas) é realizado com as seguintes condições: pressão – 400 kPa, granalha usada é feita de alumina com granulação #60, tempo de irradiação – 10 s/20 peças, distância entre o bico e o corpo de prova = 100 mm, rugosidade superficial depois da fabricação $R_a = 1,6 \mu\text{m}$ e cobertura = 100 %.

(3) Revestimento por oxidação anódica é aplicado na superfície da parte da cabeça 3.

(4) Como métodos alternativos para rugosidade superficial da parte da cabeça 3, o polimento de marcas, rebarbas e congêneres pode ser usado; ataque químico pode também ser usado.

[00106] Além do mais, uma demão pode ser aplicada na parte da cabeça do fixador a fim de melhorar as propriedades de contato das partes aderidas por fusão da parte da cabeça do fixador e do isolante. Por exemplo, revestindo a parte da cabeça do fixador com poliéter-sulfona (PES), as propriedades de contato entre a poli-imida e o corpo principal do fixador 4 podem ser melhoradas aproximadamente três vezes.

[00107] Alternativamente, as propriedades de contato entre a camada isolante e a parte da cabeça do fixador podem ser melhoradas fazendo a primeira camada isolante fundida aderida na parte da cabeça do fixador usando plástico com melhores propriedades de contato, comparadas com a camada isolante formada nele. Por exemplo, um fixador de proteção contra raios com alto contato bem como alto isolamento pode ser feito usando um elastômero com altas propriedades de contato como a primeira camada isolante, e tendo poli-imida, cuja tensão suportável é alta, moldada nele. Como um método de fabricação, por exemplo, moldagem por injeção de duas cores de elastômero e poli-imida pode ser usada. O uso de isolante elástico, tal como elastômero, como a primeira camada isolante, não somente melhora as propriedades de contato, mas pode também realizar um efeito de suprimir falhas nas partes de engate, aliviando tensão nas partes de engate mecânico.

[00108] A seguir, um método de instalação quando o fixador de proteção contra raios fabricado 31 é usado, por exemplo, para fixar o revestimento 10 da aeronave e o elemento estrutural (por exemplo, uma nervura, longarina e assim por diante) 11 será descrito usando as figuras 7A a 7D.

[00109] Note que as figuras 7A a 7D são diagramas explanatórios baseados na forma do fixador de proteção contra raios 31, e eles são similarmente aplicáveis aos fixadores de proteção contra raios 1 e 21.

(1) Depois que o revestimento 10 de uma aeronave e elemento estrutural

11 são assentados, o local côncavo (furo) 16 é perfurado em um local predeterminado (ver figura 7A) usando uma ferramenta de perfuração (máquina) tal como uma broca.

(2) A superfície interna (superfície circunferencial interna) do local côncavo 16 é revestida com o material de vedação 18 (ver figura 7B).

(3) A parte do eixo 2 do fixador de proteção contra raios 31 é posta (inserida) no furo 16 revestido com o material de vedação 18, e o colar 17 (ver figura 1) é aparafusado na parte do parafuso macho 2a que salienta-se para dentro (até o lado da superfície traseira) a partir do elemento estrutural 11 (ver figura 7C).

(4) A fita de alumínio 19 é aplicada na superfície do fixador de proteção contra raios 31 (com mais detalhes, a superfície da camada condutora 6), na superfície do material de vedação 18 e na superfície da malha condutora 15 (ver figura 7D).

[00110] Note que a presente invenção não está limitada às modalidades supradescritas, e várias modificações podem ser feitas sem fugir do significado da presente invenção.

[00111] Por exemplo, a camada condutora 6 não é um elemento essencial no fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção, e pode ser omitida. Ou seja, a superfície da camada isolante 5 e a superfície da malha condutora 15 podem ser configuradas de maneira a ficar posicionadas no mesmo plano (de forma a ficar alinhadas uma com a outra).

[00112] Além do mais, o fixador de proteção contra raios de acordo com a presente invenção não é usado somente para fixar o elemento estrutural 11 e o revestimento 10 da aeronave, como mostrado na figura 1; ele pode ser também usado, por exemplo, para fixar o elemento estrutural 11 e um revestimento 50 de uma aeronave, como mostrado na figura 8.

[00113] O revestimento 50 é feito basicamente de material plástico (por exemplo, CFRP (plástico reforçado com fibra de carbono) referido como CFRP a seguir) 12 com condutividade (condutividade de cerca de 1/100 a 1/1.000 a do alumínio), cuja superfície total (a superfície localizada no lado de fora depois da montagem) é

laminada com um elemento condutor (por exemplo, cobre) 51 e cuja superfície traseira total (a superfície localizada no lado de dentro depois da montagem) é laminado com material plástico 14 com propriedades isolantes (por exemplo, GFRP (plástico curado com fibra de vidro), referido como GFRP a seguir).

[00114] Adicionalmente, toda a superfície do elemento condutor 51 localizada no lado da superfície dianteira do CFRP 12 é laminada com um material plástico 52 com propriedades isolantes (por exemplo, GFRP (plástico curado com fibra de vidro)).

REIVINDICAÇÕES

1. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) que fixa um revestimento (10) de uma aeronave e um elemento estrutural (11) posicionado dentro do revestimento (10), o revestimento (10) sendo constituído de material plástico como um elemento principal e tendo um elemento condutor laminado fora do mesmo, o fixador de proteção contra raio compreendendo:

um corpo principal de fixador (4) tendo uma parte de cabeça (3), a parte de cabeça (3) tendo uma parte de engate (7) formada em uma superfície extrema da parte de cabeça (3); e

uma camada isolante (5) que cobre a superfície extrema da parte da cabeça (3) de modo que a superfície extrema da parte de cabeça (3) é isolada do elemento condutor isolante,

em que uma parte de borda circunferencial da parte de engate (7) formada na superfície extrema da parte de cabeça (3) possui uma parte convexa (7a) ao longo de uma direção circunferencial, a parte convexa (7a) projetando-se radialmente para fora,

em que a parte convexa (7a) possui uma forma arredondada ao longo da direção circunferencial quando vista em uma vista em seção longitudinal,

em que o corpo principal de fixador (4) inclui uma parte de eixo (2) em um lado oposto da parte de cabeça (3) com relação à parte convexa (7a), e em que a parte de borda circunferencial da parte de engate (7) possui uma parte côncava (7b) ao longo da direção circunferencial, a parte côncava (7b) sendo pressionada radialmente para dentro e conectando a parte convexa (7a) e a parte de eixo (2), a parte côncava (7b) sendo localizado abaixo da parte convexa (7a).

2. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) é formada por moldagem de inserto.

3. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a parte da borda circunferencial (7a, 7b, 8a, 8b) da parte de engate (7, 8) tem uma forma redonda ao longo de uma

direção circunferencial.

4. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) é formada de maneira a circundar a parte da borda circunferencial da parte de engate (7, 8; 22, 23; 32, 33).

5. Fixador de proteção contra raios de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o pré-processamento para formar uma rugosidade superficial fina é aplicado em pelo menos uma parte da superfície da parte de engate (7, 8; 22, 23; 32, 33).

6. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) é formada de material com propriedades de contato superiores com a superfície da parte de engate (7, 8; 22, 23; 32, 33).

7. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) tem uma primeira camada que cobre a superfície da parte de engate (7, 8; 22, 23; 32, 33) e pelo menos uma camada que é uma camada que cobre a primeira camada, e a primeira camada é formada de material com propriedades de contato superiores com a superfície da parte de engate (7, 8; 22, 23; 32, 33).

8. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) é formada por múltiplas etapas de moldagem de inserto.

9. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de ser usado como fixador que fixa o revestimento (10) da aeronave em que material plástico tendo uma propriedade isolante é laminado entre o material plástico condutor e o elemento condutor, e o elemento estrutural (11) posicionado dentro do revestimento (10).

10. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) é diretamente aderida por fusão e cobre uma superfície extrema axial da parte de cabeça (3), e

que é também diretamente aderida por fusão a, mecanicamente engata com, e cobre a parte de engate (7) formada na superfície lateral circunferencial externa de modo que a camada isolante está em contato direto com a superfície extrema axial da parte de cabeça (3) e da parte de engate (7).

11. Fixador de proteção contra raios (1; 21; 31) que fixa um revestimento (10) de uma aeronave e um elemento estrutural (11) posicionado dentro do revestimento (10), o revestimento (10) sendo constituído de material plástico (13, 14) como um elemento principal e tendo fora do mesmo um elemento condutor (15) laminado, caracterizado por:

uma superfície extrema de uma parte de cabeça (3) coberta com uma camada isolante (5) é isolada do elemento condutor circundante, e

uma parte de borda circunferencial de uma parte de engate (7, 8; 22, 23; 32, 33) formada na superfície extrema de uma parte da cabeça (3) tem uma forma redonda ao longo de uma direção circunferencial.

12. Conjunto de aeronave, caracterizado pelo fato de compreender um revestimento (10) constituído de material plástico condutor (12) como um elemento principal, um elemento estrutural (11) que suporta o revestimento (10) por dentro, e um fixador (1; 21; 31) que fixa o revestimento (10) e o elemento estrutural (11), em que

o fixador (1; 21; 31) é o fixador de proteção contra raios conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10.

13. Conjunto de aeronave de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que uma folga entre o fixador de proteção contra raios (7, 8; 22, 23; 32, 33) e o revestimento (10) é preenchida com material de vedação (18).

14. Conjunto de aeronave de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que a camada isolante (5) é formada de maneira a permitir formação de uma folga entre um furo (16) feito no revestimento (10) e uma superfície da camada isolante (5) que se opõe ao furo (16).

15. Conjunto de aeronave de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizado pelo fato de que

uma superfície de topo da camada isolante (5) e uma superfície do revestimento (10) são processadas para ficarem niveladas uma com a outra.

16. Conjunto de aeronave de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 15, caracterizado pelo fato de que o material plástico (13, 14) tendo uma propriedade isolante é laminado entre o material plástico condutor (12) e o elemento condutor (15).

FIG. 2

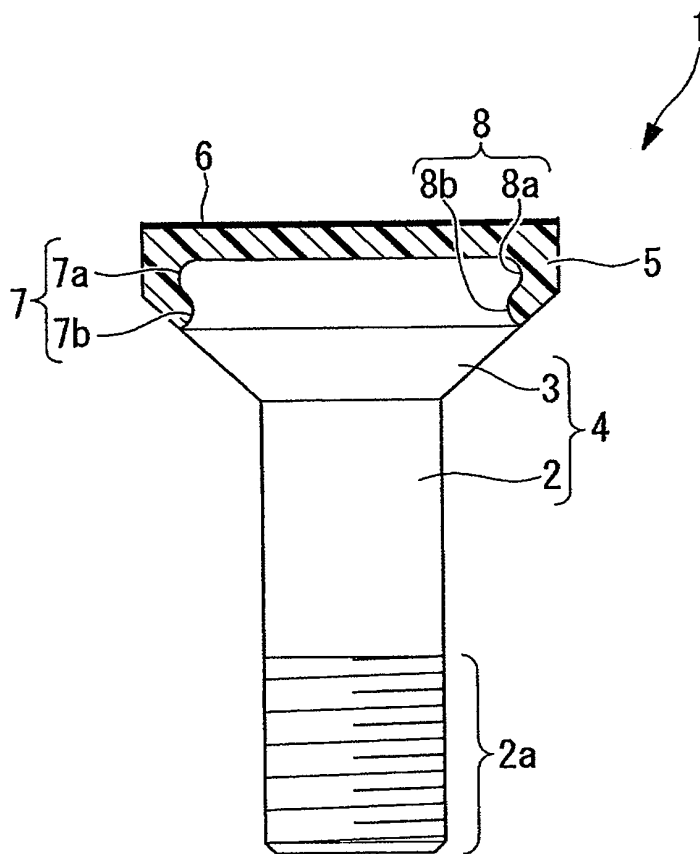


FIG. 3A

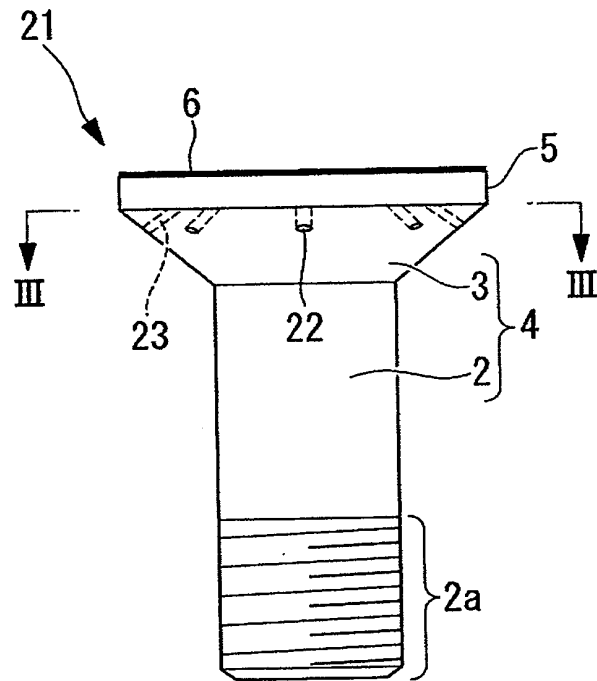


FIG. 3B

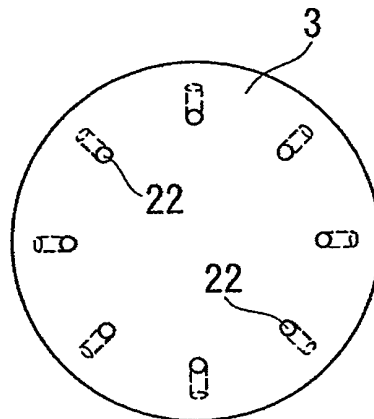


FIG. 4A

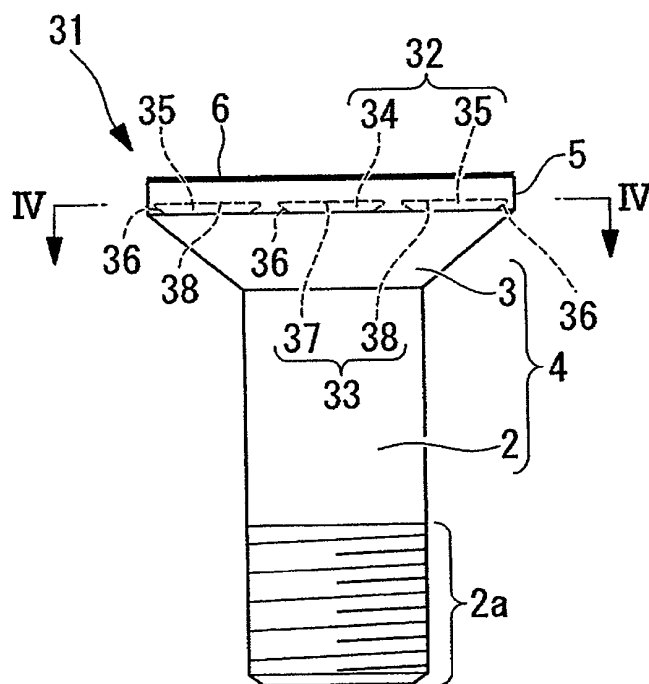


FIG. 4B

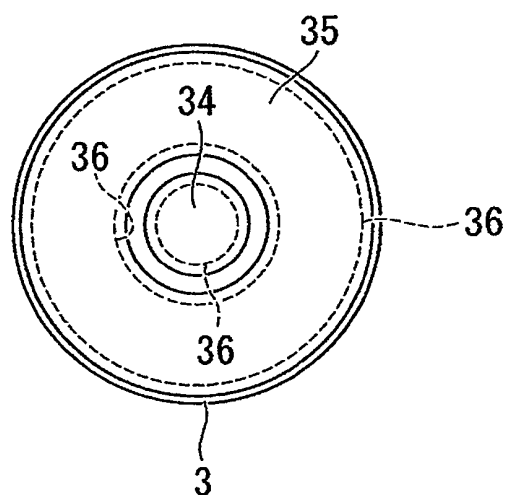


FIG. 5

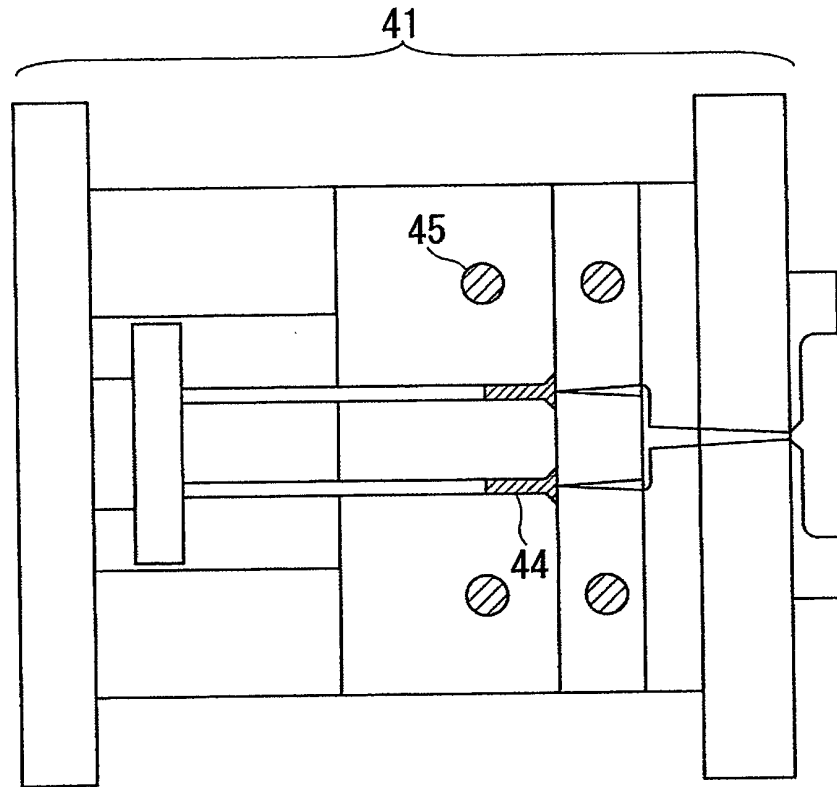


FIG. 6A

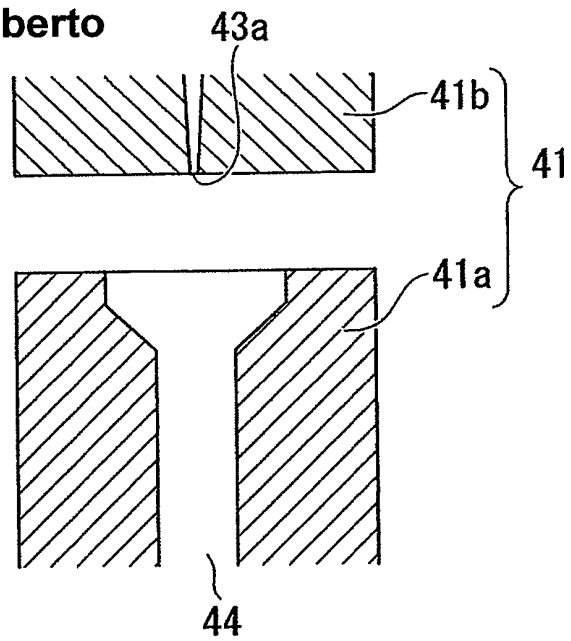
Molde aberto

FIG. 6B

**Molde fechado após
fixador ser inserido**

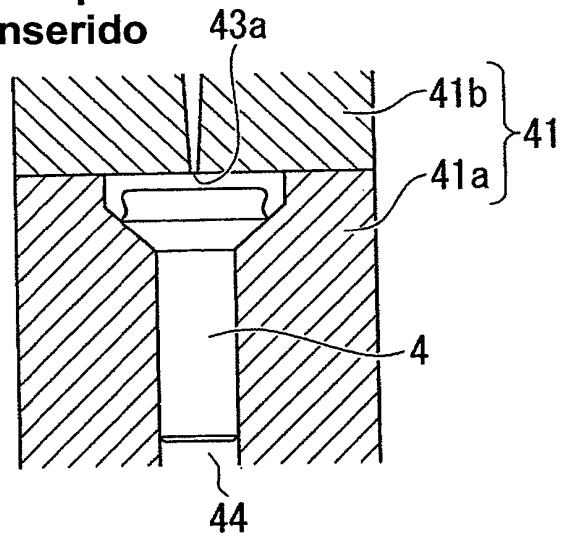


FIG. 6C

Plástico injetado

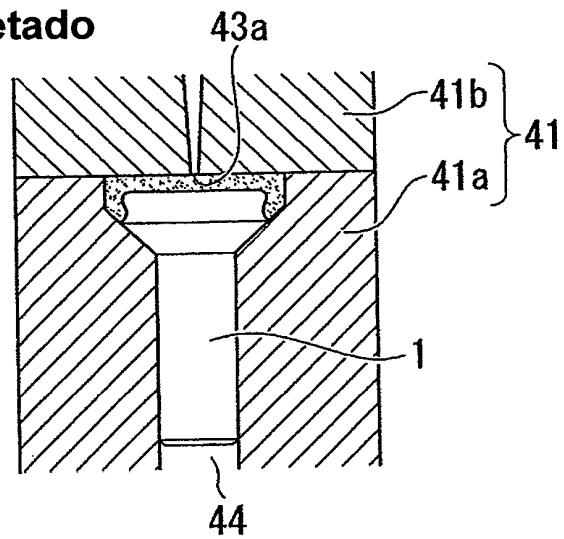


FIG. 7A

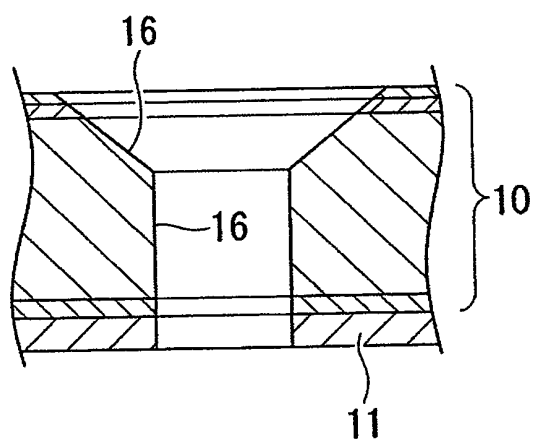


FIG. 7B

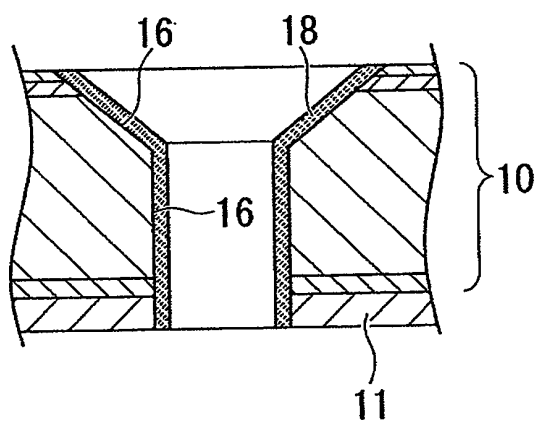


FIG. 7C

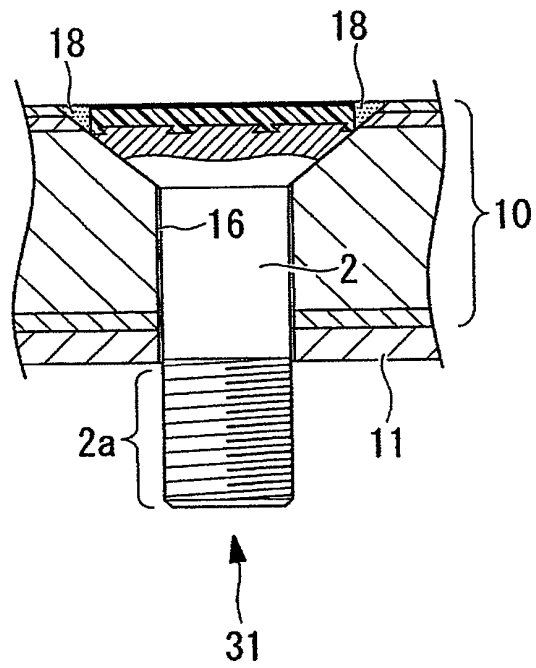


FIG. 7D

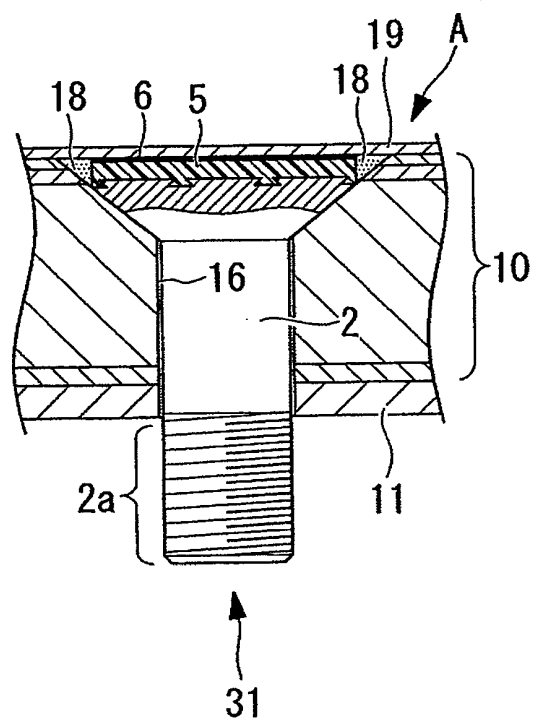


FIG. 8

