



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

(21) BR 112015006133-8 A2



(22) Data do Depósito: 09/10/2013

(43) Data da Publicação Nacional: 19/11/2019

(54) **Título:** MATERIAL ESTRUTURAL PARA ESTRUTURA, TANQUE DE COMBUSTÍVEL, ASA PRINCIPAL, E AERONAVE

(51) **Int. Cl.:** C08J 7/04; B64C 3/34; B64D 45/02.

(30) **Prioridade Unionista:** 09/10/2012 JP 2012-224141.

(71) **Depositante(es):** MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD..

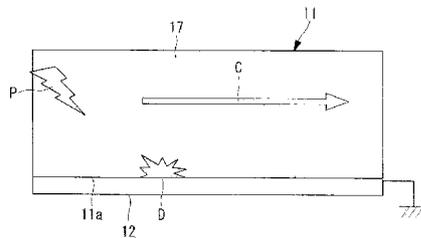
(72) **Inventor(es):** NOBUYUKI KAMIHARA; TOSHIO ABE; AKIHISA OKUDA; AKIRA IKADA; MASAYUKI YAMASHITA; KAZUAKI KISHIMOTO; YUICHIRO KAMINO.

(86) **Pedido PCT:** PCT JP2013077434 de 09/10/2013

(87) **Publicação PCT:** WO 2014/057960 de 17/04/2014

(85) **Data da Fase Nacional:** 19/03/2015

(57) **Resumo:** RESUMO "MATERIAL ESTRUTURAL PARA ESTRUTURA, TANQUE DE COMBUSTÍVEL, ASA PRINCIPAL, E AERONAVE" O propósito da presente invenção é fornecer: um material estrutural para estruturas que é capaz de redução em tempo e custo de trabalho em etapas de produção e de evitar um aumento no peso; um tanque de combustível; uma asa principal; e uma aeronave. Uma nervura (11) como o material estrutural para estruturas é caracterizada por compreender um plástico reforçado de fibras de carbono em que o reforço compreende fibras de carbono e a matriz compreende um plástico, e a superfície do plástico reforçado de fibras de carbono foi revestido com um material de proteção de superfície de baixa viscosidade (18) tendo condutividade conferida a isso.



"MATERIAL ESTRUTURAL PARA ESTRUTURA, TANQUE DE COMBUSTÍVEL, ASA PRINCIPAL, E AERONAVE"

CAMPO DA TÉCNICA

[001]A presente invenção refere-se a uma estrutura material para estruturas que usam plástico reforçado de fibras de carbono, um tanque de combustível, uma asa principal, e uma aeronave.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002]A asa principal de uma aeronave pode ser usada como um tanque de combustível capaz de armazenar combustível. Um tanque de combustível que forma uma parte integrante da asa principal, a estrutura da asa tendo uma estrutura impermeável a líquidos que evita o vazamento de combustível é chamado de um tanque integral. Materiais compósitos tais como plástico reforçado de fibras de carbono (CFRP) tendem a ser usados para tanques integrais com a meta de redução de peso. Em CFRP, fibras de carbono são usadas como um material de reforço, e uma resina sintética é usada como a matriz.

[003]Documento de Patente 1 revela uma invenção de um material de resina compósita tridimensional reforçada com fibras em que linhas de selvage são formadas de um material eletricamente condutivo tendo um nível superior de condutividade elétrica do que linhas no plano direcional para conferir condutividade elétrica ao material de resina compósita reforçada com fibras sem reduzir produtividade. Documento de Patente 2 revela uma invenção de um prepreg e um material de fibra de carbono reforçada compósita em que fibras ou partículas eletricamente condutivas são incluídas para fornecer tanto resistência a impacto superior como condutividade elétrica superior. Documento de Patente 3 revela uma invenção de um material compósito aprimorado que contém partículas eletricamente condutivas dispersas dentro de uma resina de polímero para conferir condutividade elétrica enquanto substancialmente ou completamente evitar o aumento de peso ao longo de um material compósito padrão.

LISTA DE REFERÊNCIAS

Literaturas de patentes

[004]Documento de Patente 1: Publicação de Aplicação de Patente Não-examinada Japonesa n° 2007-301838A

[005]Documento de Patente 2: Publicação de Aplicação de Patente Não-examinada Japonesa n° 2010-280904A

[006]Documento de Patente 3: Publicação de Aplicação de Patente Não-examinada Japonesa n° 2011-168792A

RESUMO DA INVENÇÃO

Problema técnico

[007]Entretanto, quando CFRP é usado em um tanque de combustível de uma aeronave, as extremidades microscópicas das fibras de carbono são expostas ao interior do tanque de combustível em superfícies do artigo de CFRP, especificamente, superfícies cortadas formadas por corte.

[008]Em tais casos, há um risco de descarga elétrica entre as fibras de carbono que estão nas extremidades das fibras de carbono quando a asa principal é atingida por um raio e corrente elétrica flui através das superfícies ou superfícies cortadas do artigo de CFRP. Um método de combater tal descarga é aplicar um selante ou similares para as superfícies ou superfícies cortadas do artigo de CFRP, selando faíscas geradas pelas descargas elétricas dentro do interior. Entretanto, o selante precisa ser adequadamente grosso para poder vedar faíscas geradas por descarga elétrica, aumentando o tempo e custo de trabalho do processo de manufatura do tanque de combustível. Além disso, o selante grosso aplicado aumenta o peso da asa principal.

[009]Além disso, em métodos envolvendo a aplicação de selante, controle rigoroso da espessura do selante de qualidade é necessário uma vez que a espessura predeterminada do selante tiver sido obtida a fim de se obter o desempenho

de vedação de ignição. Isso pode aumentar consideravelmente tanto o tempo quanto o custo da inspeção de qualidade.

[010]A presente invenção foi concebida tendo em vista as circunstâncias descritas acima, e tem como objeto de fornecer uma estrutura material para estruturas que é capaz de redução no tempo e custo de trabalho durante o processo de fabricação e prevenindo aumento de peso; um tanque de combustível; uma asa principal; e uma aeronave.

Solução do problema

[011]A fim de resolver os problemas descritos acima, o material estrutural para estruturas, tanque de combustível, asa principal, e aeronaves da presente invenção utilizam os seguintes meios.

[012]Ou seja, uma estrutura material para estruturas de acordo com a presente invenção inclui plástico reforçado de fibras de carbono onde um material de reforço inclui fibras de carbono e uma matriz inclui um plástico, sendo que um material de proteção de superfície de baixa viscosidade fornecida com condutividade elétrica é aplicado a superfície do plástico reforçado de fibras de carbono.

[013]De acordo com essa invenção, um material de reforço do plástico reforçado de fibras de carbono inclui fibras de carbono e uma matriz do mesmo inclui um plástico, e um material de proteção de superfície aplicado à superfície de plástico reforçado de fibras de carbono é conferida com condutividade elétrica e tem baixa viscosidade. Porque o material de proteção à superfície eletricamente condutiva é aplicada à superfície, a condução elétrica entre as extremidades das fibras de carbono presentes na superfície é assegurada, mesmo quando a corrente elétrica flui através do mesmo ao ser atingida por um raio, permitindo a prevenção de descarga elétrica entre as extremidades das fibras de carbono. Além disso, porque o material de proteção de superfície é baixo em viscosidade, é de fácil aplicação e exibe uma elevada ligação de superfície. Além disso, porque o material de proteção de superfície necessita somente asse-

gurar condução elétrica entre as extremidades das fibras de carbono, ao contrário de um selante ou similares usados para vedar faíscas, a espessura pode ser menor que quando um selante é usado, e o controle de qualidade da espessura do revestimento pode ser facilitado.

[014]Na invenção descrita acima, a matriz pode ser conferida de condutividade elétrica.

[015]De acordo com essa invenção, a matriz do plástico reforçado de fibras de carbono é conferida de condutividade elétrica, assegurando condução elétrica entre os materiais de reforço constituído por fibras de carbono, e permitindo a prevenção de descarga elétrica nas extremidades do membro estrutural.

[016]Na invenção descrita acima, a resistividade volumétrica pode ser 0,5 Ω cm ou menos.

[017]De acordo com essa invenção, porque a resistividade volumétrica do material estrutural para estruturas é 0,5 Ω cm ou menos, valor da corrente de geração de faísca é mais alto que em casos em que a resistividade volumétrica é elevada, inibindo a geração de faísca.

[018]Tanque de combustível de acordo com a presente invenção inclui o material estrutural para estruturas descrito acima, e uma superfície revestida criada por meio de aplicação do material de proteção de superfície à superfície do mesmo voltado para o interior, onde combustível é armazenado.

[019]De acordo com essa invenção, no material estrutural para estruturas do tanque de combustível, mesmo quando a superfície revestida do material de proteção de superfície fica voltado para o interior, onde o combustível é armazenado, porque o material de proteção de superfície foi conferido de condutividade elétrica, condução elétrica é assegurada entre as extremidades das fibras de carbono, permitindo a prevenção de descarga elétrica nas extremidades do plástico reforçado de fibras de carbono.

[020]Em uma asa principal de acordo com a presente invenção, o tanque de combustível descrito acima constitui a estrutura do mesmo.

[021]De acordo com essa invenção, o tanque de combustível constitui a estrutura da asa principal, e a estrutura material para estruturas do tanque de combustível é plástico reforçado de fibras de carbono. Porque o material de proteção à superfície eletricamente condutiva é aplicado à superfície do plástico reforçado de fibras de carbono, a condução elétrica entre as extremidades das fibras de carbono presentes na superfície é assegurada, mesmo quando a corrente elétrica flui através do mesmo ao ser atingida por um raio, permitindo a prevenção de descarga elétrica entre as extremidades das fibras de carbono.

[022]Uma aeronave de acordo com a presente invenção inclui a asa principal descrita acima.

[023]De acordo com essa invenção, o tanque de combustível constitui a estrutura da asa principal da aeronave, e a estrutura material para estruturas do tanque de combustível é plástico reforçado de fibras de carbono. Porque o material de proteção à superfície eletricamente condutiva é aplicado à superfície do plástico reforçado de fibras de carbono, a condução elétrica entre as extremidades das fibras de carbono presentes na superfície é assegurada, mesmo quando a corrente elétrica flui através do mesmo ao ser atingida por um raio, permitindo a prevenção de descarga elétrica entre as extremidades das fibras de carbono.

Efeitos vantajosos da invenção

[024]De acordo com a presente invenção, o material de proteção de superfície aplicado à superfície do plástico reforçado de fibras de carbono foi conferido de condutividade elétrica, assegurando assim condução elétrica entre os materiais de reforço constituídos pelas fibras de carbono sobre a superfície do plástico reforçado de fibras de carbono, permitindo a prevenção de descarga elétrica entre os materiais de reforço na extremidade do membro estrutural, reduzindo o tempo e

custo de trabalho durante o processo de fabricação, e permitindo a prevenção de aumento de peso.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[025]Figura 1 é uma vista em perspectiva parcialmente cortada ilustrando uma asa principal de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[026]Figura 2 é uma vista em seção transversal longitudinal da asa principal de acordo com a mesma modalidade.

[027]Figura 3 é uma vista da extremidade de uma flange de uma nervura de acordo com a mesma modalidade que dizem respeito às setas III-III na Figura 5.

[028]Figura 4 é uma vista parcial em seção transversal longitudinal de uma cobertura superior e uma nervura de acordo com a mesma modalidade cortada ao longo da linha IV-IV na Figura 2.

[029]Figura 5 é uma vista superior ilustrando a flange da nervura de acordo com a mesma modalidade.

[030]Figura 6 é uma vista superior de uma flange de uma nervura convencional.

[031]Figura 7 é um gráfico mostrando o relacionamento entre corrente de geração relativa de faísca (%) e a resistividade volumétrica ($\Omega \cdot \text{cm}$) de uma peça de teste.

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES

[032]Uma modalidade da presente invenção será agora descrita com referência aos desenhos.

[033]Primeiro, a configuração de uma asa principal 1 de uma aeronave de acordo com a modalidade será descrita.

[034]Conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2, a asa principal 1 inclui uma cobertura superior 3, uma cobertura inferior 5, uma longarina frontal 7, uma longarina traseira 9, e uma pluralidade de nervuras 11, e similares.

[035]A cobertura superior 3 e a cobertura inferior 5 constituem o exterior da asa principal 1, e são placas finas que também atuam como superfícies aerodinâmicas. A cobertura superior 3 e a cobertura inferior 5, juntamente com a longarina frontal 7, a longarina traseira 9, e longerons (não ilustrados) suportam parcialmente cargas de tração e cargas de compressão na asa principal 1.

[036]Conforme ilustrado na Figura 1, a longarina frontal 7 e a longarina traseira 9 são membros estruturais que se estendem na direção longitudinal da asa principal 1, e são dispostas entre a cobertura superior 3 e a cobertura inferior 5. Uma pluralidade de longerons são membros auxiliares que se estendem na direção longitudinal da asa principal 1 na superfície interna da cobertura superior 3 ou da cobertura inferior 5 e são dispostas entre a longarina frontal 7 e a longarina traseira 9.

[037]Conforme ilustrado na Figura 1, as nervuras 11 são membros estruturais fornecidas no sentido da largura da asa principal 1, e são dispostas entre a cobertura superior 3 e a cobertura inferior 5. Especificamente, as nervuras 11 são membros estruturais que se estendem em uma direção aproximadamente ortogonal a uma longarina frontal 7 e a longarina traseira 9, e são membros em forma de placa formados no formato da seção transversal longitudinal da asa principal 1. Conforme ilustrado nas Figuras 1 e 2, uma pluralidade de aberturas 14 são formadas nas nervuras 11 na direção longitudinal.

[038]Na asa principal 1, a seção circundada pela longarina frontal 7, a longarina traseira 9, a cobertura superior 3, e a cobertura inferior 5 é usada como um tanque de combustível 13 onde combustível é armazenado. O tanque de combustível 13 é p que é conhecido como um tanque integral, onde a estrutura da aeronave em si é usada como um recipiente. A longarina frontal 7, a longarina traseira 9, a cobertura superior 3, a cobertura inferior 5, e as nervuras 11 também são membros estruturais do tanque de combustível 13. O tanque de combustível 13 tem uma es-

estrutura impermeável a líquidos que impede que combustível vaze para o exterior.

[039]Uma tubulação de combustível (não ilustrada) para suprir combustível ao tanque de combustível 13, uma pluralidade de medidores de combustível (não ilustrados) para detectar nível de combustível, fiação (não ilustrado) para os medidores de combustível, e similares são dispostos dentro do tanque de combustível 13.

[040]Posteriormente, os membros estruturais do tanque de combustível 13 serão descritos.

[041]Plástico reforçado de fibras de carbono (CFRP) é usado para os membros estruturais do tanque de combustível 13, isto é, a longarina frontal 7, a longarina traseira 9, a cobertura superior 3, a cobertura inferior 5, e as nervuras 11. Conforme ilustrado na Figura 3, um material de reforço 15 do CFRP de acordo com a modalidade usada para o tanque de combustível 13 inclui fibras de carbono, e uma matriz 17 do mesmo inclui um plástico. Uma nervura 11 é ilustrada na Figura 3, mas o mesmo é verdade para os outros membros.

[042]No tanque de combustível 13, a longarina frontal 7, a longarina traseira 9, a cobertura superior 3, a cobertura inferior 5, e as nervuras 11 podem não ser formadas inteiramente de CFRP, ou podem ser parcialmente formadas de um metal como uma liga de alumínio.

[043]A matriz 17 inclui um plástico como uma resina termorrígida, como um poliéster insaturado ou resina epóxi.

[044]Os membros estruturais do CFRP do tanque de combustível 13 têm cortes na superfície e similares formados por cortes dentro do tanque de combustível 13, onde combustível é armazenado, e uma superfície de material protetor 18 (vide Figura 5) é aplicado às superfícies cortadas e similares. Se, por exemplo, as nervuras 11 são, cada um, constituídas por uma flange 11A, uma manta 11B, e similares, conforme ilustrado na Figura 4, o material de proteção de superfície 18 é

aplicado a uma superfície cortada 11a em uma extremidade da flange 11A. A superfície onde o material de proteção de superfície 18 é aplicado fica voltado para o interior do tanque de combustível 13. Além de superfícies cortadas formadas por cortes, o material de proteção de superfície 18 é aplicado a outras superfícies do artigo de CFRP, tal como superfícies escavadas, e superfícies usinadas de jatos de água.

[045]O material de proteção de superfície 18 é um selante eletricamente condutivo, iniciador, material de revestimento, ou similares. Várias técnicas para conferir condutividade elétrica ao selante, iniciador, material de revestimento, ou similares pode ser aplicada como o método de conferir o material de proteção de superfície 18 com condutividade elétrica, cuja descrição detalhada será omitida no presente relatório descritivo. Um método de conferir o material de proteção de superfície 18 com condutividade elétrica é, por exemplo, usar níquel como um enchimento.

[046]O material de proteção de superfície 18 tem baixa viscosidade. Como resultado, o material de proteção de superfície 18 é de fácil aplicação, e aplicado com elevada ligação à superfície do artigo de CFRP. Em outras palavras, descolamento a partir do material de proteção de superfície 18 a partir da superfície do artigo de CFRP pode ser evitado. Para impedir descontinuidade no material de proteção de superfície 18 e assegurar aplicação confiável, o material de proteção de superfície 18 pode ser conferido de uma cor (como laranja) que é diferente do artigo de CFRP. Isso permite a presença de revestimento do material de proteção de superfície 18 de ser confirmada visualmente. Depois da aplicação ap artigo de CFRP, o material de proteção de superfície 18 é deixado para secar à temperatura ambiente durante cerca de uma semana, completando o processo de aplicação.

[047]Porque a superfície do artigo de CFRP é conferida de condutividade elétrica pelo material de proteção de superfície 18, condução elétrica entre os ma-

teriais de reforço 15 é assegurada mesmo se a superfície ou a superfície cortada 11a fica voltado para o interior do tanque de combustível 13, permitindo a prevenção de descarga elétrica entre os materiais de reforço 15 na superfície cortada 11a do membro estrutural.

[048]Na modalidade, condução elétrica é assegurada na superfície do membro estrutural de CFRP, suprimindo a geração de faíscas entre as extremidades dos materiais de reforço que contém fibras de carbono 15 via condução elétrica quando uma corrente grande flui através do CFRP (como quando atingido por um raio), em oposição a técnicas em que um material de revestimento anti-estático é aplicado a uma superfície de um material estrutural de CFRP como um iniciador, assim prevenindo corrosão induzida por eletricidade e ao mesmo tempo prevenindo estática.

[049]Conforme ilustrado na Figura 6, quando um raio atinge uma nervura 11 da asa principal 1, há um risco de descarga elétrica D que ocorre entre os materiais de reforço 15 nas extremidades dos materiais de reforço 15 quando a corrente de um raio C flui de um ponto de impacto P através de uma superfície ou um corte de superfície 11a do artigo de CFRP.

[050]Um método convencional de combater essa descarga é aplicar um selante 12 ou similares a uma superfície ou a uma superfície cortada 11a do artigo de CFRP, vedando faíscas geradas por descarga elétrica dentro do interior, conforme ilustrado na Figura 6. Entretanto, o selante 12 precisa ser suficientemente grosso para vedar faíscas geradas por descarga elétrica, aumentando o tempo e custo de trabalho do processo de manufaturação do tanque de combustível 13. Além disso, o selante grosso aplicado 12 aumenta o peso da asa principal 1. Além disso, em métodos envolvendo a aplicação de selante 12, controle rigoroso de qualidade da espessura do selante 12 é necessária uma vez que a espessura predeterminada do selante tiver sido obtida a fim de se obter o desempenho de vedação de ignição. Isso pode aumen-

tar consideravelmente tanto o tempo quanto o custo da inspeção de qualidade.

[051]De acordo com a modalidade, em contraste, o material de proteção de superfície 18 aplicado à superfície ou à superfície cortada 11a do artigo de CFRP tem sido conferida de condutividade elétrica e é baixo em viscosidade. Porque o material de proteção de superfície eletricamente condutiva 18 é aplicado à superfície ou à superfície cortada 11a, condução elétrica é assegurada entre as extremidades dos materiais de reforço 15 presentes sobre a superfície ou na superfície cortada 11a do artigo de CFRP, assim permitindo a prevenção de descarga elétrica entre as extremidades dos materiais de reforço 15 mesmo se corrente de raio C fluir de um ponto de impacto P através de uma superfície uma superfície cortada 11a do artigo de CFRP. Além disso, porque o material de proteção de superfície 18 é baixo em viscosidade, ele é de fácil aplicação, e é aplicado com elevada ligação à superfície ou à superfície cortada 11a. Além disso, porque o material de proteção de superfície 18 necessita somente assegurar condução elétrica entre as extremidades dos materiais de reforço 15, ao contrário de um selante 12 usado para vedar faíscas, a espessura pode ser menor que quando um selante 12 é aplicado, e controle de qualidade da espessura do revestimento pode ser facilitado. Como resultado, o tempo de trabalho para uma aplicação pode ser diminuído, o peso pode ser reduzido, e tempo de inspeção de qualidade pode também ser significativamente diminuído. Todos esses benefícios também permitem a redução de custos.

[052]Os inventores conduziram um teste de avaliação do brilho da borda do material de proteção de superfície 18 com o uso de um material de proteção de superfície A que tem uma taxa de condutividade elétrica de $0,36 \Omega \cdot \text{cm}$ e um tempo de cura de cinco horas e um material de proteção de superfície B que foi conferida de condutividade elétrica (embora a taxa de condutividade elétrica seja incerta) e um tempo de cura de 36 horas. No teste de avaliação do brilho da borda, uma tensão foi aplicada a peças de teste onde os materiais de proteção de superfície A, B foram aplicadas, e o

valor da corrente quando faíscas começaram a ser geradas (valor da corrente de geração de faísca) foi medida. Quanto maior o valor da corrente de geração de faísca for, mais geração de faísca pode ser inibida. Quanto menor o tempo de cura dos materiais de proteção de superfície A, B forem, menor será sua viscosidade. O valor da corrente de geração de faísca foi 5 kA para o material de proteção de superfície A e 30 kA para o material de proteção de superfície B. O valor da corrente de geração de faísca foi elevado em ambos os casos, in both cases, obtendo-se o efeito de geração de faísca inibida.

[053] Depois, os resultados de um teste de resistência a raios conduzido nas peças de teste de acordo com a modalidade será descrita com referência à Figura 7. O método do teste utilizado para o método de resistência a raios foi de aplicar uma corrente componente A em formato de ondas que se conformam a SAE Internacional ARP5412A (Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms) às peças de teste via uma entrada conduzida que se conforma a ARP5416 (Aircraft Lightning Test Methods). Faíscas foram confirmadas usando uma câmara que se conforma a ARP5416.

[054] Figura 7 mostra o relacionamento entre corrente de geração relativa de faísca (%) e a resistividade volumétrica ($\Omega \cdot \text{cm}$) de uma peça de teste. Os resultados mostrados na Figura 7 foram obtidos pelo resultado de executar o teste de resistência a raios sobre uma pluralidade de peças de teste de diferentes resistividades volumétricas. Na Figura 7, as correntes de geração de faíscas das outras peças de teste são mostrados como proporções onde 100% indica a o valor da corrente de geração de faísca da peça de teste fora da pluralidade de peças de teste contendo a maior resistividade volumétrica.

[055] Como é aparente dos resultados dos testes, se a resistividade volumétrica for $0,5 \Omega \cdot \text{cm}$ ou menos, a peça de teste de acordo com a modalidade tem uma corrente de geração de faísca aproximadamente duas vezes ou mais que a de

uma peça de teste que tem uma resistividade volumétrica de aproximadamente 3 $\Omega \cdot \text{cm}$.

[056]Em outras palavras, foi confirmado que a peça de teste de acordo com a modalidade, que possui uma resistividade volumétrica de 0,5 $\Omega \cdot \text{cm}$ ou menos, inibi a geração de faísca melhor que uma peça de teste que tem uma maior resistividade volumétrica.

[057]Na modalidade descrita acima, a matriz 17 do CFRP pode ter baixa condutividade elétrica, mas também é aceitável para conferir a CFRP usada nos membros estruturais do tanque de combustível 13 com condutividade elétrica por meio de conferir a matriz 17 com condutividade elétrica.

[058]Várias técnicas de conferir condutividade elétrica a um plástico como uma resina termorrígida ou similares pode ser aplicada como o método de conferir a matriz 17 com condutividade elétrica, descrição detalhada que será omitida no presente relatório descritivo. Métodos de conferir a matriz 17 com condutividade elétrica incluem, por exemplo, incluindo partículas eletricamente condutivas ou fibras no plástico, ou conferir o plástico em si com condutividade elétrica. A resistividade da matriz 17 é, por exemplo, vários $\Omega \cdot \text{cm}$.

[059]Porque a matriz 17 foi conferida de condutividade elétrica, quando raios atingem uma nervura 11 da asa principal 1, eletricidade é conduzida entre os materiais de reforço 15 quando uma corrente de raio C flui de um ponto de impacto P através de uma superfície ou uma superfície cortada 11a do artigo de CFRP, conforme ilustrado na Figura 5. Como resultado, a ocorrência de descarga elétrica entre os materiais de reforço 15 na superfície cortada 11a do CFRP é inibida.

[060]Os membros estruturais do tanque de combustível 13 é CFRP em que o material de reforço 15 inclui fibras de carbono e a matriz 17 inclui um plástico, e onde condutividade elétrica foi conferida. Porque a matriz 17 foi conferida de condutividade elétrica, mesmo se descontinuidades se formam no material de proteção de superfície

18 descrito acima e a superfície cortada 11a é exposta pro interior do tanque de combustível 13, condução elétrica entre os materiais de reforço 15 é assegurada, permitindo a prevenção de descarga elétrica entre os materiais de reforço 15 na superfície cortada 11a do membro estrutural.

[061]Na modalidade descrita acima, o material estrutural para estruturas é aplicado, por exemplo, a uma aeronave, mas a presente invenção não se limita a esse exemplo; por exemplo, o material pode ser aplicado a uma turbina de vento marinha, ou à estrutura de um automóvel, vagão ferroviário, ou similares.

LISTA DE SINAIS DE REFERÊNCIA

- 1 Asa principal
- 3 Cobertura superior
- 5 Cobertura inferior
- 7 Longarina frontal
- 9 Longarina traseira
- 11 Nervura(s)
- 11a Superfície de corte
- 11A Flange
- 11B Manta
- 12 Selante
- 13 Tanque de combustível
- 15 Material de reforço
- 17 Matriz
- 18 Material de proteção de superfície

REIVINDICAÇÕES

1. Material estrutural para estruturas, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

plástico reforçado de fibras de carbono em que um material de reforço inclui fibras de carbono e a matriz inclui um plástico,

um material de proteção de superfície de baixa viscosidade conferida com condutividade elétrica sendo aplicada a uma superfície do plástico reforçado de fibras de carbono.

2. Material estrutural para estruturas de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a matriz é conferida com condutividade elétrica.

3. Material estrutural para estruturas de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que tem uma resistividade volumétrica de 0,5 $\Omega \cdot \text{cm}$ ou menos.

4. Tanque de combustível **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende um material estrutural para estruturas descrito em qualquer uma das reivindicações 1 a 3, uma superfície revestida criada por meio da aplicação do material de proteção de superfície à superfície voltada para um interior onde combustível é armazenado.

5. Asa principal, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender um tanque de combustível descrito na reivindicação 4 que constitui uma estrutura.

6. Aeronave, **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender uma asa principal descrita na reivindicação 5.

Figura 1

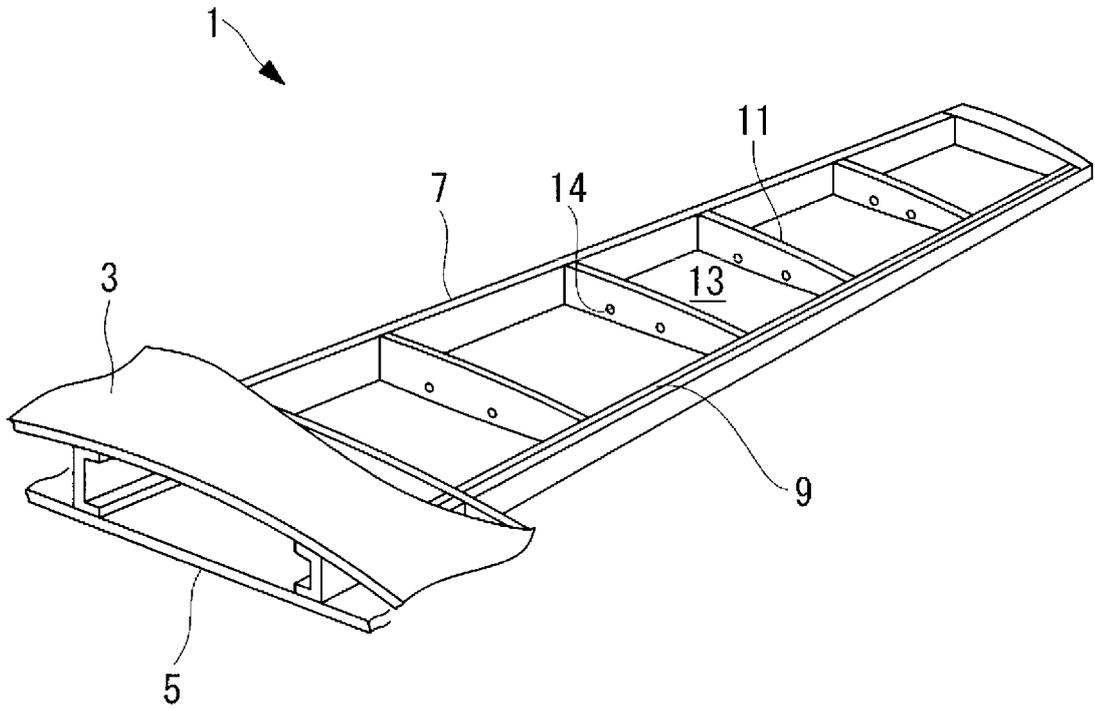


Figura 2

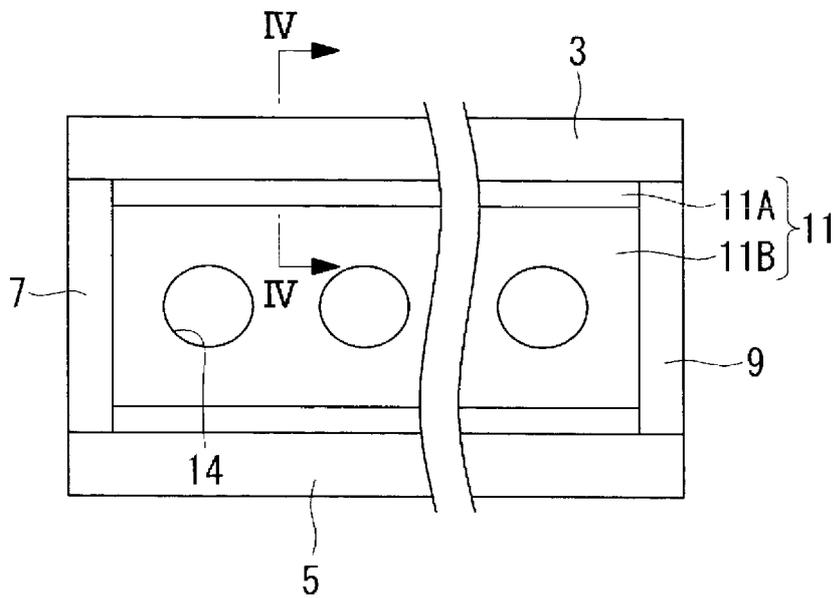


Figura 3

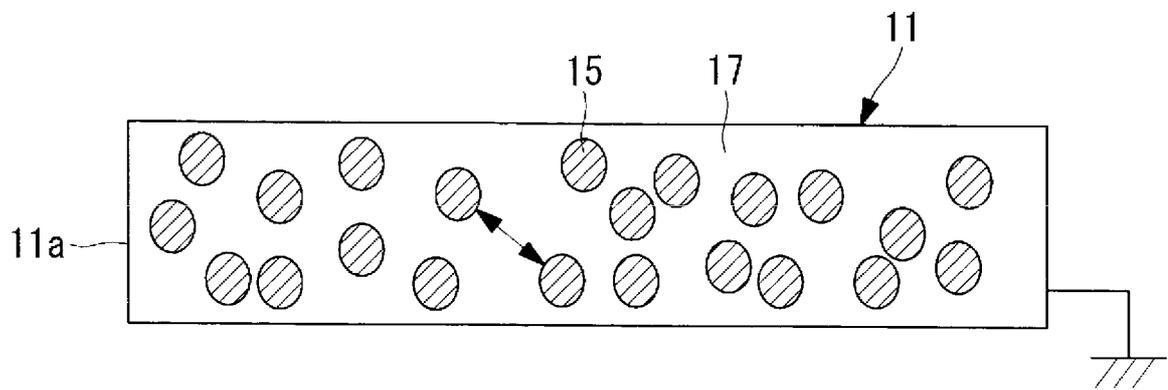


Figura 4

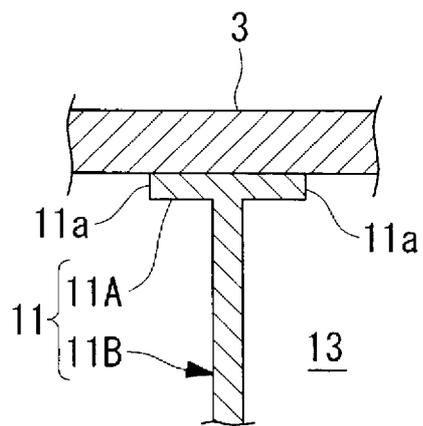


Figura 5

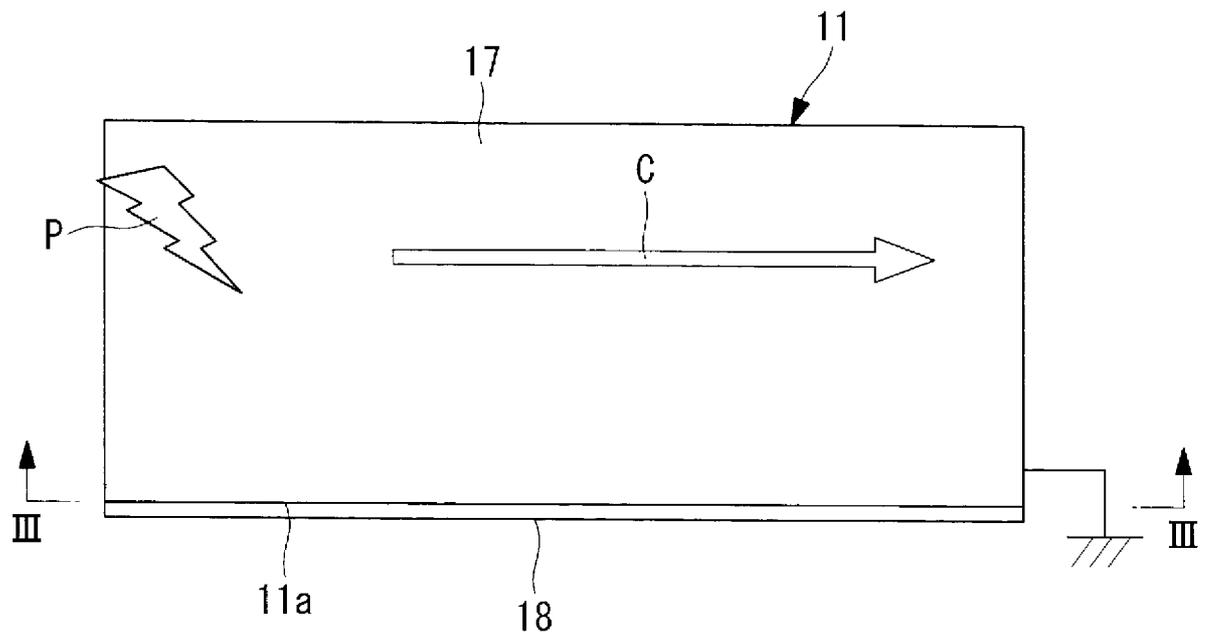


Figura 6

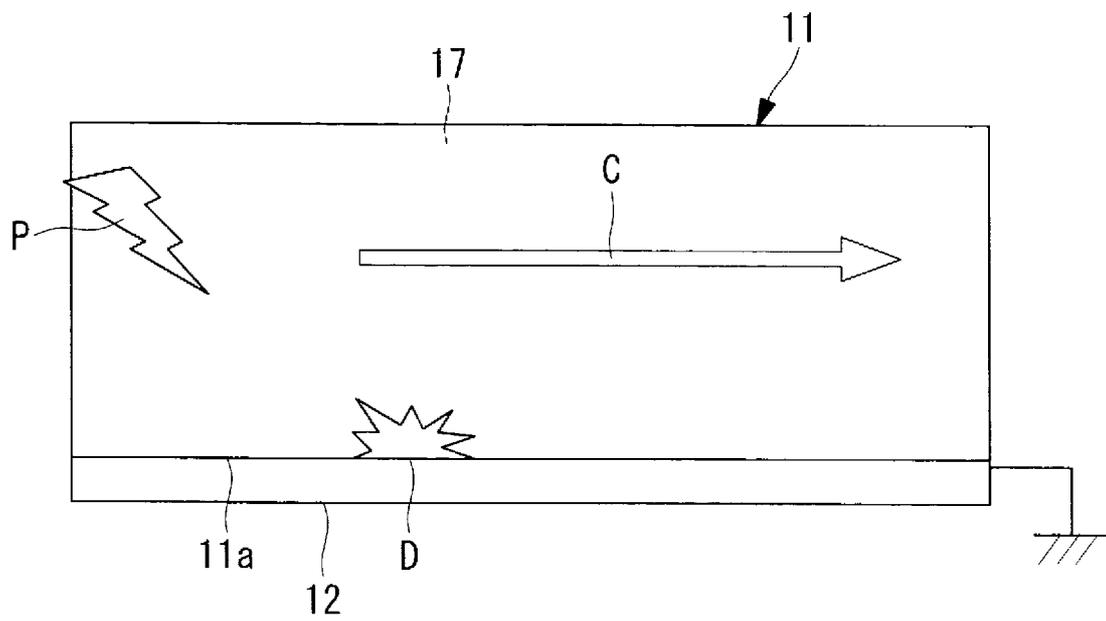
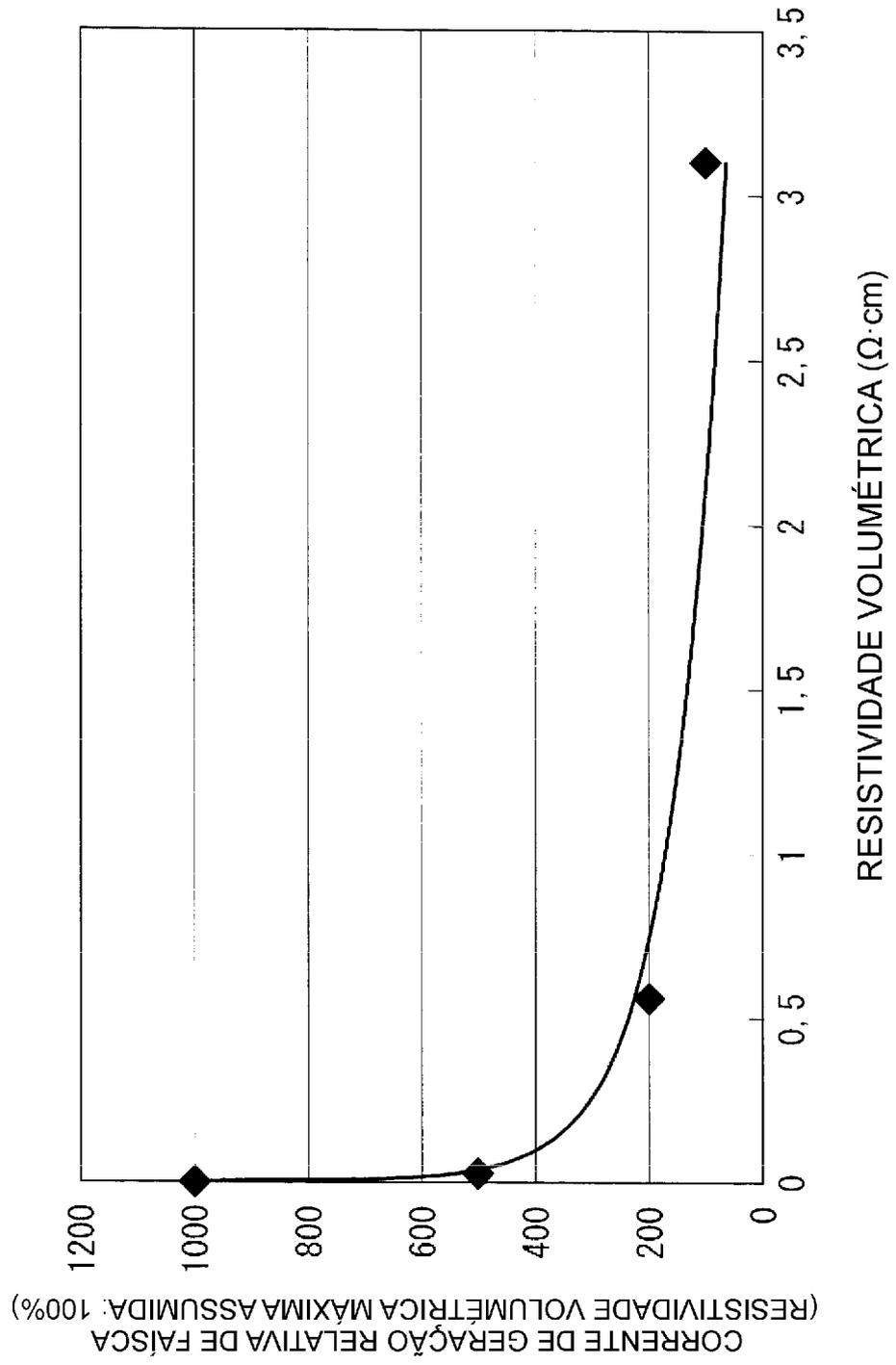


Figura 7



RESUMO

"MATERIAL ESTRUTURAL PARA ESTRUTURA, TANQUE DE COMBUSTÍVEL, ASA PRINCIPAL, E AERONAVE"

O propósito da presente invenção é fornecer: um material estrutural para estruturas que é capaz de redução em tempo e custo de trabalho em etapas de produção e de evitar um aumento no peso; um tanque de combustível; uma asa principal; e uma aeronave. Uma nervura (11) como o material estrutural para estruturas é caracterizada por compreender um plástico reforçado de fibras de carbono em que o reforço compreende fibras de carbono e a matriz compreende um plástico, e a superfície do plástico reforçado de fibras de carbono foi revestido com um material de proteção de superfície de baixa viscosidade (18) tendo condutividade conferida a isso.

REIVINDICAÇÕES

EMENDADAS (ARTIGO DE TRATADO 19)

[RECEBIDO PELA AGÊNCIA INTERNACIONAL EM 7 DE MARÇO DE 2014 (07/03/2014)]

1. Material estrutural para estruturas, **CARACTERIZADO** pelo fato de compreender:

plástico reforçado de fibras de carbono em que um material de reforço inclui fibras de carbono e a matriz inclui um plástico,

um material de proteção de superfície de baixa viscosidade dotada de condutividade elétrica sendo aplicado a uma superfície do plástico reforçado de fibras de carbono nas extremidades em que as fibras de carbono são expostas.

2. Material estrutural para estruturas de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a matriz é dotada de condutividade elétrica.

3. Material estrutural para estruturas de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a resistividade volumétrica é $0,5 \Omega \cdot \text{cm}$ ou menos.

4. Tanque de combustível **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende um material estrutural para estruturas conforme descrito em qualquer uma das reivindicações 1 a 3, uma superfície revestida criada por meio da aplicação do material de proteção de superfície à superfície voltada para um interior onde combustível é armazenado.

5. Asa principal, **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender um tanque de combustível conforme descrito na reivindicação 4 que constitui uma estrutura.

6. Aeronave, **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender uma asa principal conforme descrita na reivindicação 5.