



**(11) BR 112013020146-0 B1**



\* B R 1 1 2 0 1 3 0 2 0 1 4 6 B 1 \*

**(22) Data do Depósito: 15/02/2012**

**República Federativa do Brasil**

Ministério da Economia

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(45) Data de Concessão: 07/04/2020**

---

**(54) Título:** ESTRUTURA DE PLÁSTICO REFORÇADA COM FIBRA DE CARBONO E MÉTODOS PARA PRODUÇÃO DA MESMA

**(51) Int.Cl.:** B32B 5/28; B29C 70/68; B64C 1/00; B64C 3/18.

**(30) Prioridade Unionista:** 16/02/2011 JP 2011-030883.

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

**(72) Inventor(es):** HIROYUKI WAKU.

**(86) Pedido PCT:** PCT JP2012053522 de 15/02/2012

**(87) Publicação PCT:** WO 2012/111704 de 23/08/2012

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 07/08/2013

**(57) Resumo:** ESTRUTURA DE PLÁSTICO REFORÇADA COM FIBRA DE CARBONO E MÉTODO PARA PRODUÇÃO DA MESMA Trata a presente invenção de uma verga (2) que inclui uma camada condutora (233) laminada e formada sobre um prepreg de fibra de carbono (231) e uma ponte (24) formada de um condutor que atravessa a camada condutora (233) e o preprep de fibra de carbono (231).

## "ESTRUTURA DE PLÁSTICO REFORÇADA COM FIBRA DE CARBONO E MÉTODOS PARA PRODUÇÃO DA MESMA"

### Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se a uma estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono formada de plástico reforçado com fibra de carbono e a um método para produção da mesma. É reivindicada prioridade para o Pedido de Patente Japonês No. 2011-030883, depositado em 16 de fevereiro de 2011, cujo conteúdo está ora incorporado a título de referência.

### Técnica Precedente

[002] Na técnica relacionada, uma estrutura que consiste de uma asa principal de uma aeronave é geralmente constituída de um elemento metálico como uma liga de alumínio. Por conseguinte, uma estrutura metálica como descrito acima possui uma segunda função, que é a de aterrizar eletricamente, vários dispositivos eletrônicos presos a uma superfície da estrutura, ou seja, assegurar condução com um ponto potencial de referência, bem como uma função como o objeto estrutural.

[003] Contudo, do ponto de vista da redução de peso, o reforço da resistência ou outros, de uma asa principal, foi recentemente formada uma estrutura principal da asa principal, de um material denominado de compósito, por exemplo, plástico reforçado com fibra de carbono, (doravante abreviado como "CFRP") (por exemplo, ver Literatura de Patente 1). Uma estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono (a seguir abreviada como "estrutura CFRP") é configurada por meio de aquecimento de um prepreg (pré-impregnado) de fibra de carbono formado por lamação de uma série de folhas, cada qual dotada de uma fibra de carbono impregnada com uma resina termocurável, e têmpera das resinas termocuráveis para integração à série de folhas. Por conseguinte, na estrutura CFRP supracitada, uma denominada camada de resina é formada sobre uma superfície da estrutura pela resina termocurável exudada da fibra de carbono quando o prepreg de fibra de carbono é aquecido.

### Documento da Técnica Relacionado

### Documento de Patente

### Literatura de Patente 1

Pedido de Patente Japonês não examinado, Primeira publicação No. H9-193296

### Apresentação da Invenção

### Problemas a serem Solucionados pela Presente invenção

[004] Contudo, a própria fibra de carbono é condutora na estrutura de CFRP da técnica relacionada, porém toda a estrutura não é condutora porque sua superfície é coberta com uma camada de resina não condutora. Portanto, a estrutura CFRP da técnica relacionada, provavelmente, não possui a segunda função de aterrarr eletricamente um dispositivo eletrônico ligado à superfície.

[005] A presente invenção foi objetivada em virtude das circunstâncias supracitadas, sendo um objeto da invenção proporcionar meios para adição de uma segunda função, qual seja a de aterrarr eletricamente, um dispositivo eletrônico preso a uma superfície de uma estrutura CFRP formada de CFRP à estrutura CFRP.

### Solução para o Problema

[006] De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, uma estrutura de CFRP inclui: uma camada condutora laminada e formada sobre um prepreg de fibra de carbono; e uma ponte formada de um condutor que penetra através da camada condutora e do prepreg de fibra de carbono.

[007] De acordo com esta configuração, quando um dispositivo eletrônico é colocado em contato com a camada condutora, o dispositivo eletrônico é eletricamente ligado ao prepreg de fibra de carbono prestando-se como um ponto de potencial de referência via camada condutora e ponte. Pelo que, é possível aterrarr eletricamente o dispositivo eletrônico colocado sobre uma estrutura de CFRP.

[008] Adicionalmente, na estrutura de CFRP, a camada condutora pode ser formada sobre uma superfície do prepreg de fibra de carbono. De acordo com a configuração supracitada devido ao fato da camada condutora ser formada sobre a superfície do prepreg de fibra de carbono, o dispositivo eletrônico pode ser colocado em contato direto com a camada condutora. Pelo que, devido à fiação e semelhantes, para a conexão elétrica do dispositivo eletrônico e a camada condutora serem desnecessários, o dispositivo eletrônico pode ser eletricamente aterrado por meio de uma simples configuração.

[009] Além disso, na estrutura CFRP, uma parte de topo em contato com uma superfície da camada condutora pode ser proporcionada numa extremidade da ponte.

[010] De acordo com a configuração supracitada, a ponte e a camada condutora são ligadas eletricamente de modo mais seguro por meio da parte de topo em contato com a camada condutora.

[011] Além disso, de acordo com um segundo aspecto da presente invenção, um método de produzir uma estrutura CFRP inclui as etapas de: formar uma camada condutora sobre uma superfície do prepreg de fibra de carbono; mascarar uma superfície da camada condutora; endurecer o prepreg de fibra de carbono; expor a camada condutora por meio de remoção da máscara; e fazer com que uma ponte formada de um condutor em contato com a camada condutora penetre através do prepreg de fibra de carbono.

[012] De acordo com o método de produção supracitado, é possível estabelecer mais precisamente uma conexão elétrica entre a ponte e a camada condutora, devido a ser possível evitar localmente, que uma camada de resina seja formada sobre uma superfície de um prepreg de fibra de carbono quando o prepreg de fibra de carbono é endurecido.

[013] Além disso, quando o dispositivo eletrônico é colocado em contato com a camada condutora, o dispositivo eletrônico é ligado eletricamente ao prepreg de fibra de carbono prestando-se como um ponto de potencial de referência via camada condutora e a ponte. Desse modo é possível aterrizar eletricamente o dispositivo eletrônico obtido na estrutura de CFRP.

[014] Além disso, de acordo com um terceiro aspecto da presente invenção, um método de produção de uma estrutura CFRP inclui as etapas de: formar uma camada condutora sobre uma superfície de um prepreg de fibra de carbono; endurecer o prepreg de fibra de carbono e fazer com que uma ponte formada de um condutor com uma projeção na superfície inferior penetre através do prepreg de fibra de carbono, e rompa uma camada de resina formada sobre a superfície usando a projeção quando o prepreg de fibra de carbono é endurecido.

[015] De acordo com o método de produção supracitado, quando a ponte é forçada penetrar pelo prepreg de fibra de carbono, a parte de topo da ponte pode ficar em contato com a camada condutora pelo romper a camada de resina usando a projeção dotada na própria ponte. Por conseguinte, antes do processo de endurecimento do prepreg de fibra de carbono não é necessário realizar o pré-processamento como um processo de mascarar a superfície do prepreg de fibra de carbono, promovendo, em consequência, economia operacional e redução de custos devido à redução da proporção de fita adesiva ou similar.

#### Efeitos da Invenção

[016] De acordo com os aspectos da presente invenção, uma segunda

função de aterrarr eletricamente um dispositivo eletrônico ligado a uma superfície de uma estrutura CFRP formada de CFRP pode ser adicionada à estrutura CFRP.

#### Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é uma vista em perspectiva explodida ilustrando uma configuração esquemática de uma asa principal de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção.

A figura 2 é uma vista em perspectiva esquemática ilustrando uma parte de uma longarina de acordo com uma primeira modalidade.

A figura 3 é uma vista em seção transversal esquemática ilustrando uma seção transversal tomada ao longo de uma linha A-A na Fig. 2.

A figura 4A é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a primeira modalidade.

A figura 4B é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a primeira modalidade.

A figura 4C é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a primeira modalidade.

A figura 5A é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a primeira modalidade.

A figura 5B é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a primeira modalidade.

A figura 6 é uma vista em seção transversal esquemática ilustrando uma configuração de uma longarina de acordo com uma segunda modalidade.

A figura 7A é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com uma terceira modalidade.

A figura 7B é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a terceira modalidade

A figura 7C é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a terceira modalidade

A figura 7D é um diagrama explicativo ilustrando um processo de produção da longarina de acordo com a terceira modalidade

A figura 8 é uma vista em perspectiva esquemática ilustrando uma parte de uma longarina de acordo com uma quarta modalidade.

#### Meio de Realização da Invenção

##### Primeira Modalidade

[017] A seguir, as modalidades da presente invenção serão descritas com referência aos desenhos. Em primeiro lugar será descrita uma configuração de uma estrutura de CFRP de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção. Nesta modalidade, um membro que constitui uma asa principal de uma aeronave será descrita como um exemplo da estrutura CFRP.

[018] A figura 1 é uma vista em perspectiva explodida ilustrando uma configuração esquemática de uma asa principal 1. A asa principal 1 inclui um par de longarinas 2, as quais formam ambos os lados numa direção longitudinal da asa principal 1, um par de painéis 3, formando uma superfície superior e uma superfície inferior, bem como uma série de reforços 4 proporcionados dentro da asa principal 1.

[019] Conforme ilustrado na figura 1, o par de longarinas 2 inclui uma longarina frontal 21 configurada para formar o lado da asa principal 1 em frente da aeronave dos dois lados da asa principal 1 e uma longarina traseira 22 configurada para formar o lado da asa principal 1 na parte traseira da aeronave. O par de longarinas 2 configurado como descrito acima fica disposto a um intervalo predeterminado de modo que, as respectivas aberturas das longarinas 2 são confrontadas entre si. Além disso, ambas as longarinas frontais 21 e a longarina traseira 22 são membros formados de CFRP.

[020] Conforme ilustrado na Figura 1, o par de painéis 3 inclui um painel superior configurado para formar uma superfície superior da asa principal 1 e um painel inferior 32 configurado para formar uma superfície inferior. Portanto, o painel superior 31 possui uma cobertura superior semelhante a uma chapa 31a com um formato em seção transversal curvado e uma série de cordões 31b dotados em uma superfície da cobertura superior 31a configurados para melhorar a rigidez da curvatura. Além disso, a cobertura superior 31a e os cordões 31b são todos membros formados de CFRP. Similarmente, o painel inferior 32 possui uma cobertura 32a e uma série de cordas 32b sendo estes também membros formados de CFRP.

[021] A série de reforços 4 são membros para reforçar estruturalmente a asa principal 1. Os reforços 4 são dotados em intervalos predeterminados na direção longitudinal da asa principal 1 conforme ilustrado na Figura 1. Uma extremidade de cada reforço 4 está ligada à longarina frontal 21 e a outra extremidade está ligada à longarina traseira 22. Daí, a longarina frontal 21 e a longarina traseira 22 ficam retidas em intervalos fixos. Adicionalmente, os reforços 4 são todos elemen-

tos metálicos.

[022] Figuras 2 e 3 são diagramas ilustrando a viga 2 que se presta como uma estrutura CFRP de acordo com a primeira modalidade. A figura 2 é uma vista em perspectiva esquemática ilustrando parte da viga 2 e a Figura 3 é uma vista em seção transversal esquemática ilustrando uma seção transversal tomada ao longo de uma linha A-A na Fig. 2. A longarina 2 inclui um corpo principal da longarina 23 formado de CFRP, uma ponte 24 proporcionada para perfurar o corpo principal da longarina 23, e um dispositivo eletrônico 25 preso a uma superfície do corpo principal da longarina 23.

[023] Conforme ilustrado na Figura 3, o corpo principal da longarina 23 inclui um prepreg de fibra de carbono laminado 231, uma camada de resina 232 formada numa superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231 e uma camada condutora 233 destinada a ser embutida na camada de resina 232.

[024] O prepreg de fibra de carbono 231 funciona como um ponto de potencial de referencia. Como ilustrado na Figura 3, o prepreg de fibra de carbono 231 é configurado por meio de laminação de uma série de folhas 231b, cada uma das quais dotada de uma fibra de carbono impregnada com uma resina termocurável (não ilustrada) e témpera das resinas termocuráveis para integração às folhas 231b. Portanto, o prepreg de fibra de carbono 231 constituído de fibras de carbono possui condutividade.

[025] A camada de resina 232 está configurada pelo formar a resina termocurável exudada da fibra de carbono na superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231 quando a resina termocurável é endurecida. A camada de resina 232 formada da resina termocurável é um isolante não condutor. Conforme ilustrado nas figuras 2 e 3, a camada de resina 232 é formada para proteger a superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231, sendo formadas uma série de furos expondo a camada condutora 232a que expõem a camada condutora 233 penetrando através dela em posições predeterminadas.

[026] A camada condutora 233 é um membro de chapa fina formado de um metal como cobre ou alumínio dotada de condutividade. Conforme ilustrado nas Figuras 2 e 3, a camada condutora 233 é formada substancialmente circular em vista plana. Um espessura da camada condutora 233 é produzida para ser mais fina do que a da camada de resina 232. A camada condutora 233 configurada como descrito acima é proporcionada num estado no qual a camada condutora 233 fica

embutida na camada de resina 232 no prepreg de fibra de carbono 231. Além disso, a qualidade do material ou uma forma da camada condutora 233 não estão limitados a esta modalidade, sendo que uma alteração no desenho pode ser adequadamente feito.

[027] A ponte 24 está eletricamente conectada à camada condutora 233 e ao prepreg de fibra de carbono 231. Como ilustrado nas figuras 2 e 3, a ponte 24 inclui um parafuso metálico 26 para penetração através do corpo principal da longarina 23 e uma porca 27 aparafusada no parafuso 26.

[028] O parafuso 26 possui uma parte de eixo 26a do qual uma superfície periférica é cortada como uma rosca macho (não ilustrado) e uma parte de topo similar a um guarda-chuva 26b dotada em uma extremidade da parte de eixo 26a. O parafuso 26 configurado como descrito acima fica disposto numa posição da camada condutora expondo o furo 232a formado na camada de resina 232. A parte de eixo 26a do parafuso 26 é inserida em cada um de: camada condutora 233 e prepreg de fibra de carbono 231. Uma superfície inferior da parte principal 26b do parafuso 26 contata uma superfície 233a da camada condutora 233 exposta a partir da camada condutora que expõe o furo 232a. Além disso, neste estado uma extremidade de ponta da parte de eixo 26a projeta-se de uma lado traseiro do corpo principal da longarina 23. A porca 27 é rosqueada na parte de eixo saliente 26a. Daí a ponte 24 fica fixa ao corpo principal da longarina 23 pelo prender o corpo principal da longarina 23 através da parte principal 26b do parafuso 26 e da porca 27 numa direção da espessura.

[029] Conforme ilustrado nas figuras 2 e 3, o dispositivo eletrônico 25 fica disposto numa posição da camada condutora, que expõe o furo 232a formado na camada de resina 232, tendo uma superfície inferior contatando a superfície 233a da camada condutora 233 exposta a partir da camada condutora que expõe o furo 232a. Portanto, o dispositivo eletrônico 25 faz conexão elétrica ao prepreg de fibra de carbono 231 via camada condutora 233 que contata o dispositivo eletrônico 25 e a ponte 24 que contata a camada condutora 233. Por conseguinte, o dispositivo eletrônico 25 fica num estado em que a condução com o ponto de potencial de referência é presa. Além disso, um formato, um tamanho e outros do dispositivo eletrônico 25 não estão limitados a esta modalidade, sendo que uma alteração no desenho pode ser apropriadamente feita.

[030] A seguir, serão descritos um processo de produção da longarina 2,

que se trata de uma estrutura de CFRP de acordo com a primeira modalidade da presente invenção e uma operação e efeitos da longarina 2. As Figuras 4A, 4B, 4C, 5A, e 5B são diagramas explicativos ilustrando os processos de produção da longarina 2 de acordo com a primeira modalidade.

[031] Primeiramente, o operador forma a camada condutora 233 na superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231.

[032] Ou seja, conforme ilustrado na Fig. 4A, o operador lamina a série de folhas 231b, cada uma das quais possui uma fibra de carbono impregnada com uma resina termocurável. Como ilustrado nas Figuras 2 e 4A, o operador dispõe a camada condutora 233 numa posição predeterminada sobre a superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231. A seguir, a posição à qual a camada condutora 233 fica disposta na superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231 não está limitada a esta modalidade, sendo que, uma posição arbitrária pode ser estabelecida de acordo com uma posição a qual o dispositivo eletrônico 25 e a ponte 24 são indicados para instalação.

[033] A seguir, o operador mascara a superfície 233a da camada condutora 233, ou seja, o operador passa uma fita adesiva 5 cortada de acordo com o formato da camada condutora que expõe o furo 232a, ilustrado na figura 2 em uma posição predeterminada sobre a superfície 233a da camada condutora 233, conforme ilustrado na figura 4B em mais detalhe, sendo cada posição aquela que o dispositivo eletrônico 25 e a ponte 24 deverão ser instalados.

[034] A seguir o operador endurece o prepreg de fibra de carbono 231. Ou seja, o operador pressuriza e aquece o prepreg de fibra de carbono 231 enquanto a camada condutora é disposta sobre a superfície 231a usando uma autoclave. A seguir as respectivas folhas 231b são integradas via resinas termocuráveis pelo endurecimento das resinas termocuráveis impregnadas nas respectivas folhas 231b que constituem o prepreg de fibra de carbono 231. Por conseguinte, neste ponto, como ilustrado na figura 4C, as resinas termocuráveis exudadas das respectivas folhas 231b são laminadas para cobrir a superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231, formando assim, a camada de resina 232, sendo que a camada condutora 233 fica embutida na camada de resina 232. Além disso, a camada de resina 232 não é formada na posição à qual a fita adesiva 5 é colocada na superfície 233a da camada condutora 233.

[035] Em seguida, o operador forma a camada condutora expondo o furo

232a, isto é o operador remove a fita adesiva 5 do estado ilustrado na Figura 4C. No presente, devido à camada de resina 232 não ser formada na posição à qual a fita adesiva 5 é passada como descrito acima, a superfície 233a da camada condutora 233 fica exposta num local do qual a fita adesiva 5 foi removida, conforme ilustrado na Figura 5A, sendo que, a camada condutora que expõe o furo 232a é formada na camada de resina 232.

[036] Em seguida, o operador faz com que a ponte 24 penetre através do corpo principal da longarina 23 formada como acima descrito, ou seja, como ilustrado na Figura 5B, o operador força a parte de eixo 26a do parafuso 26 que constitui a ponte 24 penetre através da camada condutora 233 exposta a partir da camada condutora que expõe o furo 232a da camada de resina 232. O operador também força a parte de eixo 26a penetrar através do prepreg de fibra de carbono 231 abaixo da camada de resina 232, por meio da camada de resina 232 abaixo da camada condutora 233. Portanto, a superfície inferior da parte de topo 26b do parafuso 26 é forçada a estabelecer contato com a superfície 233a da camada condutora 233. Além disso, neste ponto, o operador fixa a ponte 24 ao corpo principal da longarina 23 pelo aparafusar e prender a porca 27 na parte de eixo 26a do parafuso 26 que se salienta do lado de trás do corpo principal da longarina 23. Além disso, caso a fibra de carbono do prepreg de fibra de carbono 231 seja cortada quando o parafuso 26 é forçado penetrar através do corpo principal da longarina 23, a resistência da fibra de carbono é degradada. Por conseguinte, é desejável que o operador insira o parafuso 26 em espaço vazio de uma fibra de carbono similar à malha, de modo que a fibra de carbono não seja cortada pelo parafuso 26 enquanto faz contato entre o parafuso 26 e a fibra de carbono fazendo com que o parafuso 26 penetre através dela pelo ampliar a malha da fibra de carbono similar à malha.

[037] Em seguida, o operador prende o dispositivo eletrônico 25 ao corpo principal da longarina 23. Ou seja, como ilustrado na figura 5B, o operador prende o dispositivo eletrônico 25 à superfície 233a da camada condutora 233 exposta a partir da camada condutora que expõe o furo 232a da camada de resina 232, de forma que, a superfície inferior do dispositivo eletrônico 25 estabelece contato com a superfície 233a da camada condutora 233. Portanto o dispositivo eletrônico 25 é eletricamente ligado ao prepreg de fibra de carbono 231 prestando-se como um ponto de potencial de referência via camada condutora 233 que contata o dispositivo eletrônico 25 e a ponte 24 que estabelece contato com a camada condutora

233. Pelo que, o dispositivo eletrônico 25 está num estado no qual a condução com o ponto de potencial de referência é fixa; deste modo a longarina 2 prestando-se como uma estrutura de CFRP está terminada.

[038] Como descrito supra, de acordo com um método de produção da longarina 2 de acordo com uma primeira modalidade, a formação da camada de resina 232 sobre a superfície 233a da camada condutora 233 fica localmente prevenida pela fita adesiva 5 quando o prepreg de fibra de carbono 231 é endurecido. Conseqüentemente, a ponte 24 e a camada condutora 233 podem ser mais garantidamente eletricamente conectadas.

[039] Além disso, devido à camada condutora 233 ser formada sobre a superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231, o dispositivo eletrônico 25 pode ser diretamente instalado em contato com a camada condutora 233. Pelo que, devido a não ser necessário proporcionar em separado a fiação para conexão elétrica do dispositivo eletrônico 25 à camada condutora 233, o dispositivo eletrônico 25 pode ser eletricamente aterrado por meio de um simples configuração.

[040] Além disso, devido à parte de topo 26b dotada na ponte 24 ser forçada a contatar a superfície 233a da camada condutora 233, a camada condutora 233 e a ponte 24 podem ser ligadas eletricamente com mais segurança por meio da parte de topo 26b.

#### Segunda Modalidade

[041] A seguir, será descrita uma configuração de uma estrutura CFRP de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção. Na segunda modalidade, mais um exemplo de uma longarina constituindo uma asa principal de uma aeronave será descrita como uma estrutura de CFRP.

[042] A figura 6 é uma vista em seção transversal esquemática ilustrando uma configuração de uma longarina 10 de acordo com uma segunda modalidade. Comparado à longarina 2 de acordo com a primeira modalidade ilustrada na Figura 3, a longarina 10 de acordo com a segunda modalidade é diferente apenas em termos de uma configuração de uma ponte 11. Além disso, devido a outros componentes serem iguais aos da primeira modalidade, os mesmos sinais de referência como aqueles da Figura 3 serem atribuídos, sendo neste ponto omitidos uma descrição dos mesmos.

[043] Conforme ilustrado na figura 6, a ponte 11 de acordo com a segunda modalidade é constituída apenas de um parafuso metálico 12 colocado para pene-

trar através de um corpo principal da longarina 23. Portanto, o parafuso 12 é igual ao parafuso 12 da primeira modalidade no sentido de que o parafuso 12 possui uma parte de eixo 12a e uma parte de topo semelhante a um guarda-chuva 12b dotados numa extremidade da parte de eixo 12a. Entretanto, um formato da parte de eixo 12a é diferente daquela do parafuso 26 da primeira modalidade. Mais detalhadamente, a parte de eixo 12a do parafuso 12 da segunda modalidade, possui um formato de seção transversal em um formato de cunha, ou seja, um formato em seção transversal do qual, uma largura é gradualmente estreitada a partir de uma extremidade de base para uma extremidade de ponta na sua direção longitudinal.

[044] De acordo com a configuração da ponte supracitada 11, a extremidade de ponta da parte de eixo 12a do parafuso 12 possui uma largura estreita. Daí no processo em que o operador força a parte de eixo 12 a penetrar através de um corpo principal da longarina 23, a extremidade de ponta da parte de eixo 12a é inserida enquanto, ao mesmo tempo, um espaço vazio de uma fibra de carbono similar à malha que constitui um prepreg de fibra de carbono 231 is ampliado. Além disso, pelo inserir profundamente a parte de eixo 12a ao prepreg de fibra de carbono 231, a malha da fibra de carbono é alargada pela parte de eixo 12a da qual a largura é gradualmente ampliada no sentido da extremidade de base, sendo que o restante da fibra de carbono que se presta como o condutor pode ser ligado sem cortes da fibra de carbono assegurando a condutividade elétrica da totalidade da fibra de carbono.

### Terceira Modalidade

[045] A seguir, uma configuração de uma estrutura CFRP de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção será descrita. Na terceira modalidade, mais um exemplo de uma longarina que constitui uma asa principal de uma aeronave será descrita como a estrutura de CFRP.

[046] As figuras 7A, 7B, 7C, e 7D são diagramas explicativos ilustrando um processo de produção de uma longarina 40 de acordo com a terceira modalidade. Comparado com a longarina 2 de acordo com a primeira modalidade ilustrada na Figura 3, a longarina 40 de acordo com a terceira modalidade é diferente em termos de configurações de uma ponte 41 e um dispositivo eletrônico 42. Além disso, devido ao fato de outros componentes serem iguais aos da primeira modalidade, os mesmos sinais de referência com os da Figura 3, serão atribuídos, sendo omitida uma descrição dos mesmos.

[047] Como ilustrado nas Figuras 7C e 7D, a ponte 41 de acordo com uma terceira modalidade, inclui um parafuso metálico 43 proporcionado para atravessar por um corpo principal da longarina 23 e uma porca 44 rosqueada no parafuso 43. Portanto, o parafuso 43 é igual ao parafuso 26 da primeira modalidade, no sentido de que o parafuso 43 possui uma parte de eixo 43a e uma parte de topo similar a um guarda-chuva 43b dotada na extremidade da parte de eixo 43a. Contudo, um formato da parte de eixo 43a é diferente daquela do parafuso 26 da primeira modalidade, no sentido de que é proporcionado uma série de saliências 45 na superfície inferior da parte de topo 43b. Cada uma das saliências 45 tem uma forma na qual uma extremidade de ponta é bruscamente afiada.

[048] Conforme ilustrado nas Figuras 7C e 7D, o dispositivo eletrônico 42 de acordo com a terceira modalidade é diferente do dispositivo eletrônico 25 da primeira modalidade no sentido de que é proporcionado uma série de saliências 46 na superfície inferior do dispositivo eletrônico 42. Cada uma das saliências 46 também tem a forma na qual uma extremidade da ponta é aguçadamente afiada.

[049] De acordo com as configurações supracitadas da ponte 41e do dispositivo eletrônico 42, é possível simplificar o trabalho de ligação do corpo principal da longarina 23 usando as saliências 45 e 46 dotadas nas superfícies inferiores da ponte 41 e dispositivo eletrônico 42. Em outros detalhes, o operador, pronto para produzir a longarina 40 de acordo com a terceira modalidade, forma, primeiramente, uma camada condutora 233 sobre uma superfície 231a de um prepreg de fibra de carbono 231 conforme ilustrado na figura 7A. Ou seja, na primeira modalidade, o operador lamina uma série de folhas 231b, cada uma das quais possui uma fibra de carbono impregnada com uma resina termocurável, dispondo a camada condutora 233 numa posição predeterminada na superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231.

[050] A seguir, como na primeira modalidade, o operador endurece o prepreg de fibra de carbono 231 pressurizando e aquecendo o prepreg de fibra de carbono 231 e endurecendo a resina termocurável. A seguir conforme ilustrado na Figura 7b, uma camada de resina 232 é formada pelo emprego de uma resina termocurável exudada de uma folha 231b que constitui cada um prepreg de fibra de carbono 231 na superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231. No presente, devido ao fato da superfície 231a da camada condutora 233 não ser mascarada pela fita adesiva na terceira modalidade, como é o caso da primeira modalidade, a

camada de resina 232 é formada através da superfície integral 231a do prepreg de fibra de carbono 231.

[051] A seguir o operador faz com que a ponte 41 penetre através do corpo principal da longarina 23, conforme ilustrado na Figura 7C o operador força a parte de eixo 43a do parafuso 43 que constitui a ponte 41 penetrar através da camada de resina 232. Além disso, a parte de eixo 43a é por fim forçada a penetrar através do prepreg de fibra de carbono 231, por meio da camada de resina 232 abaixo da camada condutora 233 a partir da camada condutora 233 abaixo da camada de resina 232. Conseqüentemente, como ilustrado na Figura 7d, o operador faz com que a superfície inferior da parte de topo 43b do parafuso 43 entre em contato com a superfície 233a da camada condutora 233. Neste ponto, uma saliência com ponto aguçada 45 dotada na superfície inferior da parte de topo 43b rompe a camada de resina 232. Em conseqüência, a superfície inferior da parte de topo 43b do parafuso 43 pode ficar firmemente em contato com a superfície 233a da camada condutora 233 e a condução entre a camada condutora 23 e o prepreg de fibra de carbono 231 pode ser estabelecida. Portanto, o operador fixa a ponte 41 ao corpo principal da longarina 23 aparafusando e prendendo a porca 44 na parte de eixo 43a do parafuso 43 que se projeta do lado de trás do corpo principal da longarina 23.

[052] A seguir, o operador prende o dispositivo eletrônico 42 ao corpo principal da longarina 23. Ou seja, como ilustrado na Figura 7C o dispositivo eletrônico 42 é preso ao corpo principal da longarina 23 de modo que a superfície inferior do dispositivo eletrônico 42 fique em contato com a superfície 233a da camada condutora 233. Neste ponto, uma saliência com ponta aguçada 46 dotada na superfície inferior do dispositivo eletrônico 42 pode ser forçada a estabelecer firmemente, um contato com a superfície 233a da camada condutora 233.

[053] Como acima, devido a ser desnecessário realizar um pré-processamento como o processo de mascarar a superfície 231a do prepreg de fibra de carbono 231 antes do processo de endurecer o prepreg de fibra de carbono 231 de acordo com um método de produção da longarina 40 de acordo com a terceira modalidade, é possível promover uma economia operacional devido à redução da quantidade de processo operacional e redução dos custos devido à redução da quantidade de fita adesiva 5 ou outros similares.

[054] Além disso, embora a saliência 45 e a saliência 46 sejam dotadas na

ponte 41 e no dispositivo eletrônico 42 respectivamente; nesta modalidade, uma configuração na qual a saliência 46 é dotada na superfície inferior do dispositivo eletrônico 42 não é indispensável na presente invenção. Faz-se necessário apenas, providenciar a saliência 45, pelo menos na ponte 41.

#### Quarta Modalidade

[055] A seguir, será descrita uma configuração de uma estrutura CFRP de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção. Na quarta modalidade, um outro exemplo de uma longarina constituindo uma asa principal de uma aeronave será descrita como a estrutura de CFRP.

[056] A figura 8 é uma vista em perspectiva esquematizada ilustrando parte de uma longarina 50 de acordo com a quarta modalidade. Em comparação com a longarina 2 de acordo com a primeira modalidade ilustrada na Figura 2, a longarina 50 de acordo com a quarta modalidade é diferente apenas em termos de uma configuração de uma camada condutora 51. Além disso, devido a que outros componentes sejam os mesmos daqueles da primeira modalidade, os mesmos sinais de referência referenciados na Fig. 2 serão atribuídos, sendo aqui omitida uma descrição dos mesmos.

[057] A camada condutora 51 de acordo com a quarta modalidade é igual à camada condutora 233 da primeira modalidade no sentido de que a camada condutora 51 é um membro de chapa fina metálica com condutividade, de que é formada uma espessura da camada condutora 51 para ser mais delgada do que aquela de uma camada de resina 232 e de que a camada condutora 51 é feita para ficar embutida na camada de resina 232. Contudo, a camada condutora 51 de acordo com a quarta modalidade é diferente da camada condutora 233 da primeira modalidade, no sentido de que a camada condutora 51 é formada num formato de tira, ou seja, num formato alongado, substancialmente retangular na visão plana. Por conseguinte, conforme ilustrado na figura 8 é ajustado um tamanho da direção longitudinal da camada condutora 51 para ficar substancialmente igual ao da largura do prepreg de fibra de carbono 231.

[058] De acordo com a configuração da camada condutora 51 supracitada, ambas as extremidades na direção longitudinal da camada condutora 51 atingem ambas as extremidades da direção da largura do prepreg de fibra de carbono 231, respectivamente.

[059] Conseqüentemente, embora não ilustrado nos desenhos detalhada-

mente, há uma vantagem no sentido de que uma extensão da fiação elétrica pode ser minimizada caso ambas as extremidades da direção longitudinal da camada condutora 51 de cada longarina 50 forem ligadas por fiação elétrica, quando se fizer necessário uma ligação elétrica da longarina 50 ilustrada na Figura 8 à longarina 50 instalada na proximidade da longarina 50.

[060] Adicionalmente, as longarinas 2, 10, 40, e 50 que constituem a asa principal 1 da aeronave foram descritas como um exemplo da estrutura de CFRP nas modalidades supracitadas. Contudo, a estrutura de CFRP não está limitadas às longarinas 2, 10, 40, e 50. A estrutura CFRP, por exemplo, pode ser a cobertura superior 31a e o cordão 31b que constituem o quadro superior 31 ilustrado na Figura 1, a parte de cobertura 32a e um cordão 32 b formando o quadro inferior 32 e assim por diante. Além disso, a estrutura de CFRP não está limitada ao componente da asa principal 1 da aeronave, podendo ser um componente de uma estrutura arbitrária.

[061] Adicionalmente, várias formas, combinações, procedimentos operacionais, ou outros, de cada componente ilustrado nas modalidades supracitadas, prestam-se como um exemplo, sendo que várias modificações podem ser realizadas, baseado nos requisitos de desenhos e outros, sem se afastar do espírito e escoço da presente invenção.

#### Aplicabilidade Industrial

[062] A presente invenção, por exemplo, aplica-se a meios para adicionar uma segunda função de aterrkar eletricamente um dispositivo eletrônico ligado a uma superfície de uma estrutura CFRP formada de CFRP à estrutura CFRP numa estrutura que constitui uma asa principal de uma aeronave.

#### Descrição dos Numerais de Referência

- 1 - Asa principal
- 10 - Longarina (segunda modalidade)
- 11 - Ponte
- 12 - Parafuso
- 2 - Longarina
- 21 - Longarina frontal
- 22 - Longarina traseira
- 23 - Corpo principal da longarina
- 231 - prepeg de fibra de carbono

- 231a - Superfície (prepreg de fibra de carbono)
- 231b - Folha ( prepreg de fibra de carbono)
- 232 - Camada de resina
- 232a - Furo expondo a camada condutora
- 233 - Camada condutora
- 233a - Superfície (camada condutora)
- 24 - Ponte
- 25 - Dispositivo eletrônico
- 26 - Parafuso
- 26a - parte de eixo
- 26b - parte de topo
- 27 - Porca
- 3 - Painel
- 31 - Painel superior
- 31a - Cobertura superior
- 31b - Cordão
- 32 - Painel inferior
- 32a - Cobertura inferior
- 32b - Cordão
- 4 - Reforço
- 40 - Longarina (terceira modalidade)
- 41 - Ponte
- 42 - Dispositivo eletrônico
- 43 - Parafuso
- 43a - Parte de eixo
- 43b - Parte de topo
- 44 - Porca
- 5 - Saliência (ponte)
- 46 - Saliência (dispositivo eletrônico)
- 5 - Fita adesiva
- 50 - Longarina (quarta modalidade)
- 51 - Camada condutora

## REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono, compreendendo:  
 um prepreg de fibra de carbono (231);  
 uma camada condutora (233, 51) laminada e formada no prepreg de fibra de carbono (231); e  
 uma ponte (24, 11, 41) formada de um condutor, que penetra através da camada condutora (233, 51) e do prepreg de fibra de carbono (231) e que é eletricamente conectada à camada condutora (233, 51),

**CARACTERIZADA** pelo fato de que

a estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono compreende um dispositivo eletrônico (25, 42) que é eletricamente conectado à camada condutora (233, 51).

2. Estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a camada condutora (233, 51) é formada em uma superfície (231a) do prepreg de fibra de carbono (231).

3. Estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que uma parte de topo (26b, 12b, 43b) em contato com uma superfície (233a) da camada condutora (233, 51) é fornecida em uma extremidade da ponte (24, 11, 41).

4. Método de produção de uma estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono, **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de:

formar uma camada condutora (233, 51) sobre uma superfície (231a) de um prepreg de fibra de carbono (231);

mascarar uma superfície (233a) da camada condutora (233, 51);

endurecer o prepreg de fibra de carbono (231);

expor a camada condutora (233, 51) pela remoção da máscara (5);

fazer com que uma ponte (24, 11) formada de um condutor em contato elétrico com a camada condutora (233, 51) penetre através do prepreg de fibra de carbono (231); e

prender um dispositivo eletrônico (25) à superfície (233a) da camada condutora (233, 51) de modo que esteja eletricamente conectado à camada condutora (233, 51).

5. Método de produção de uma estrutura de plástico reforçada com fibra de carbono, **CARACTERIZADO** por compreender as etapas de:

formar uma camada condutora (233) sobre uma superfície (231a) de um prepreg de fibra de carbono (231);

endurecer o prepreg de fibra de carbono (231); e

fazer com que uma ponte (41) formada de um condutor tendo uma saliência (45) em uma superfície inferior penetre através do prepreg de fibra de carbono (231) enquanto rompe uma camada de resina (232) formada sobre uma superfície (233a) da camada condutora (233) utilizando a saliência (45) quando o prepreg de fibra de carbono (231) estiver endurecido, dessa forma fazendo com que a ponte (41) esteja eletricamente conectada à camada condutora (233); e

prender um dispositivo eletrônico (42) à superfície (233a) da camada condutora (233) de modo que esteja eletricamente conectado à camada condutora (233).

Fig. 1

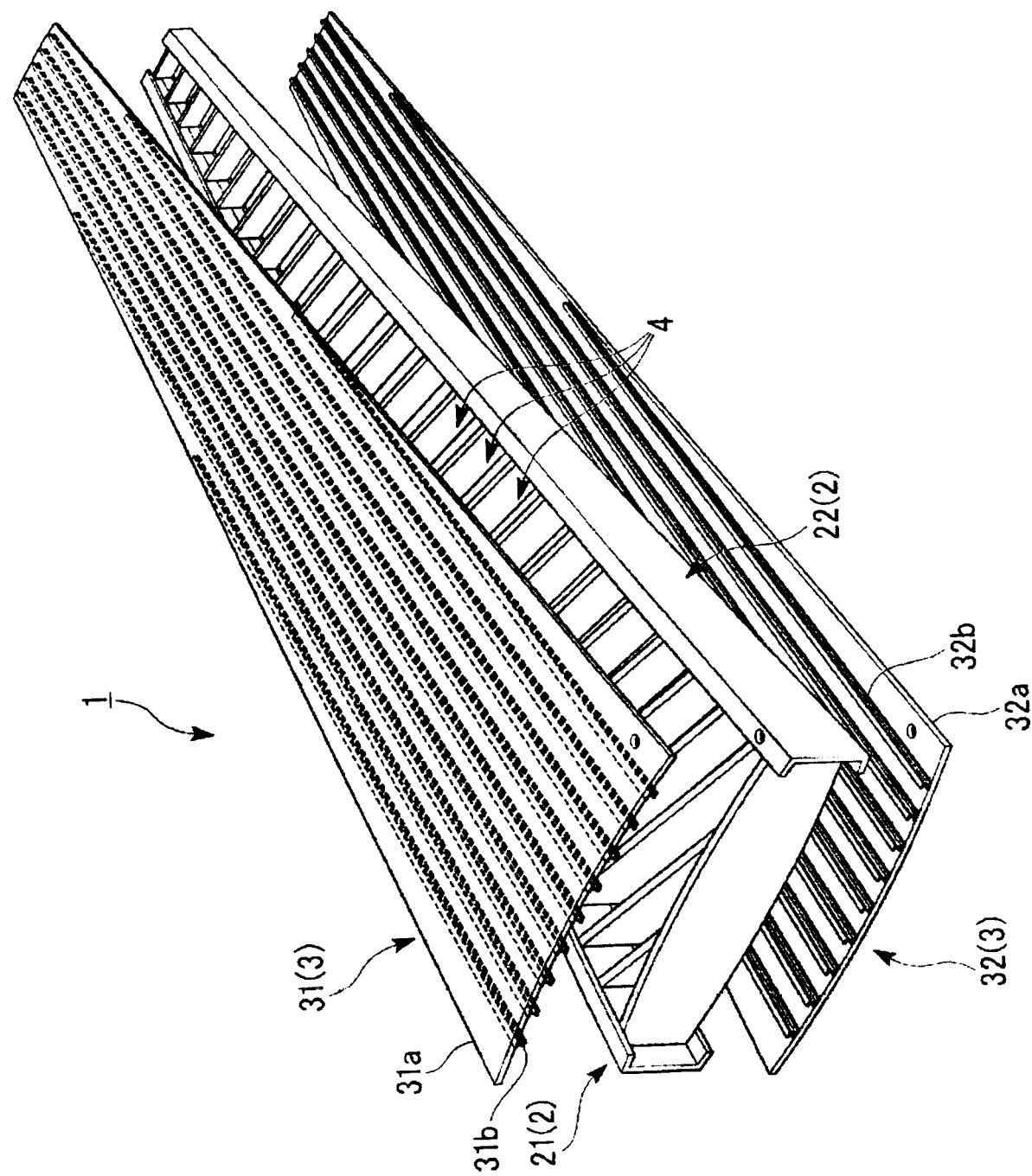


Fig. 2

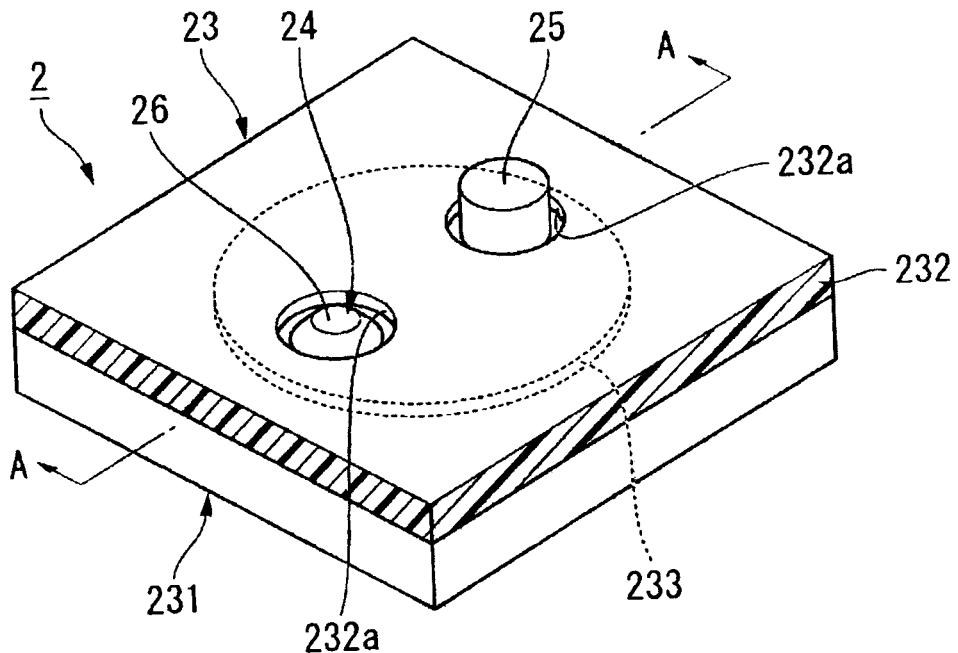


Fig. 3

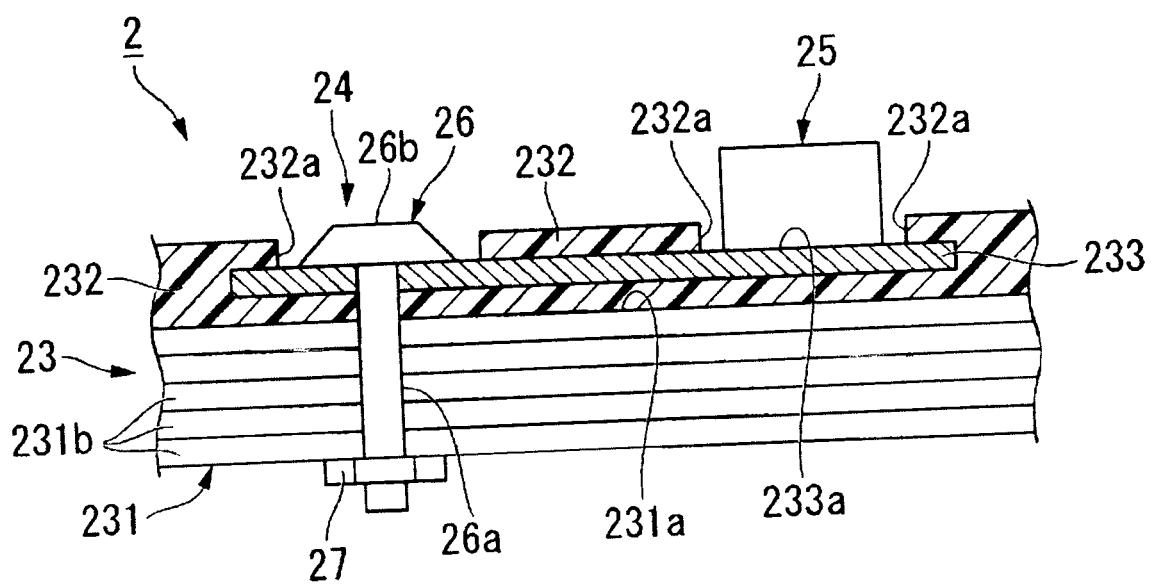


Fig. 4A

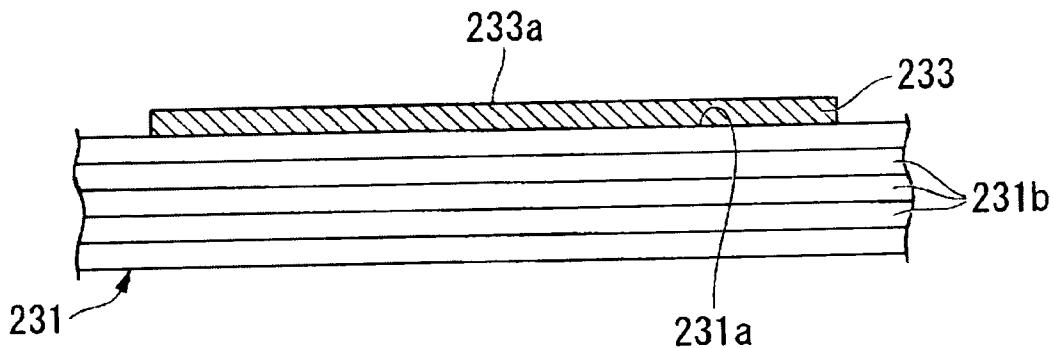


Fig. 4B

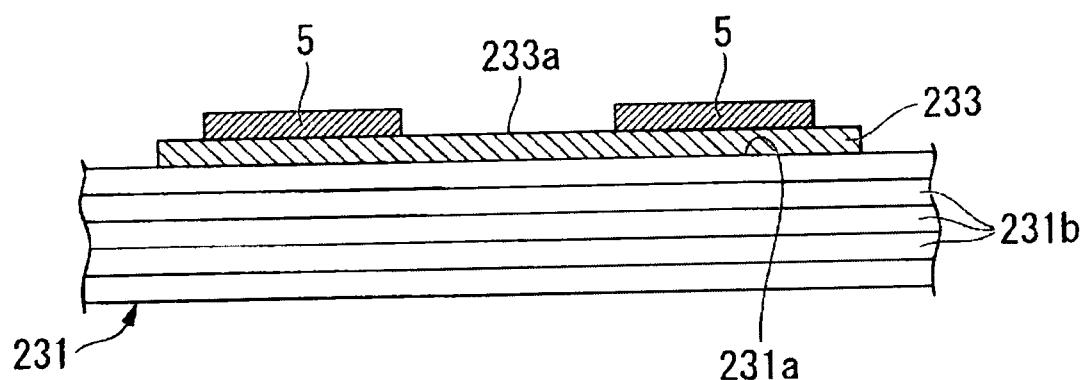


Fig. 4C

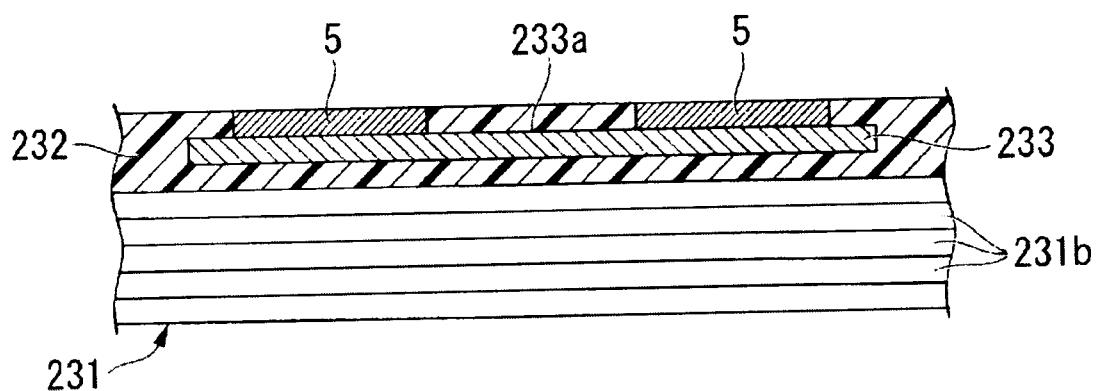


Fig. 5A

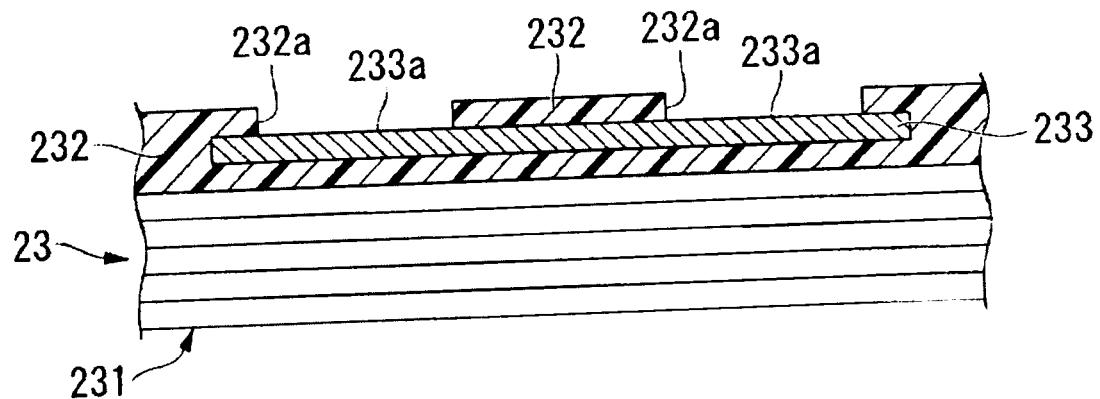


Fig. 5B

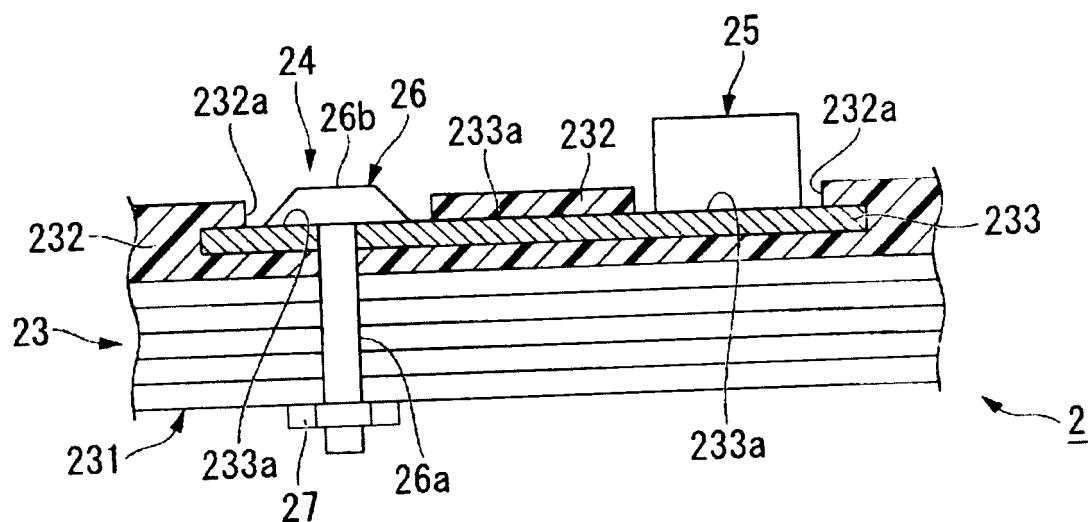


Fig. 6

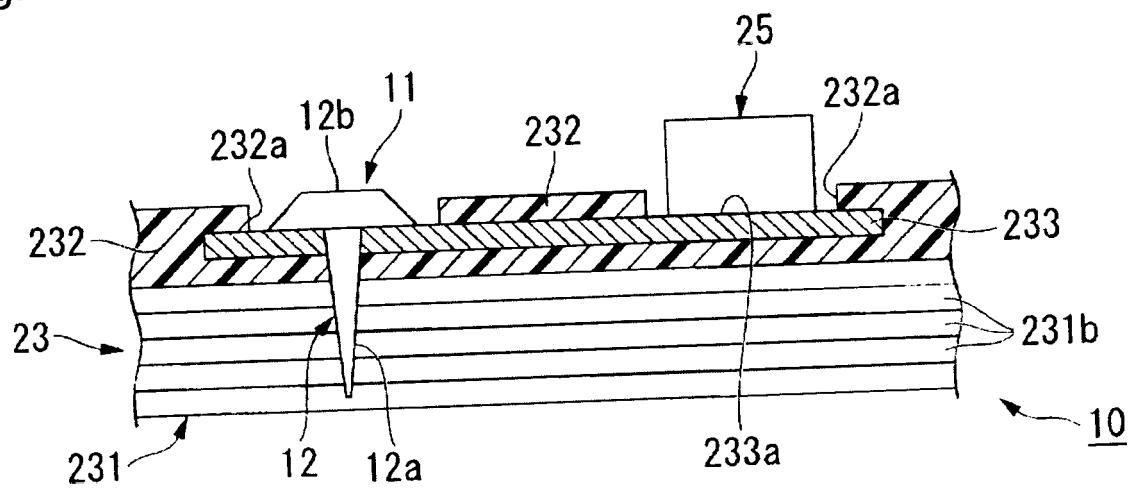


Fig. 7A

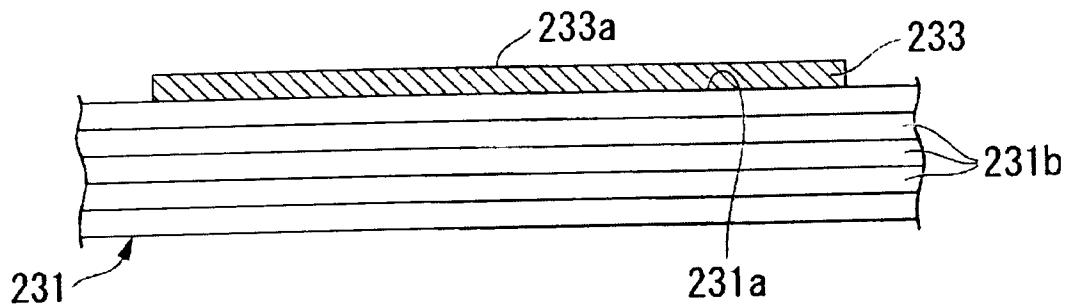


Fig. 7B

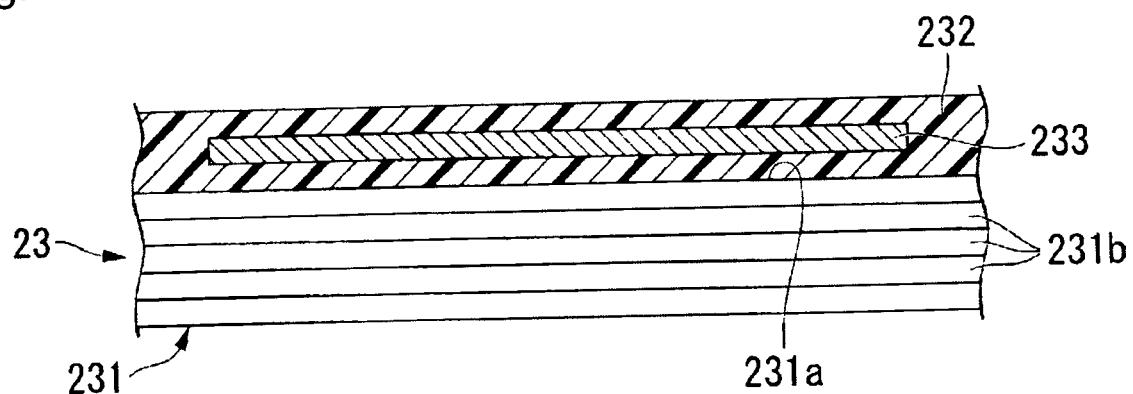


Fig. 7C

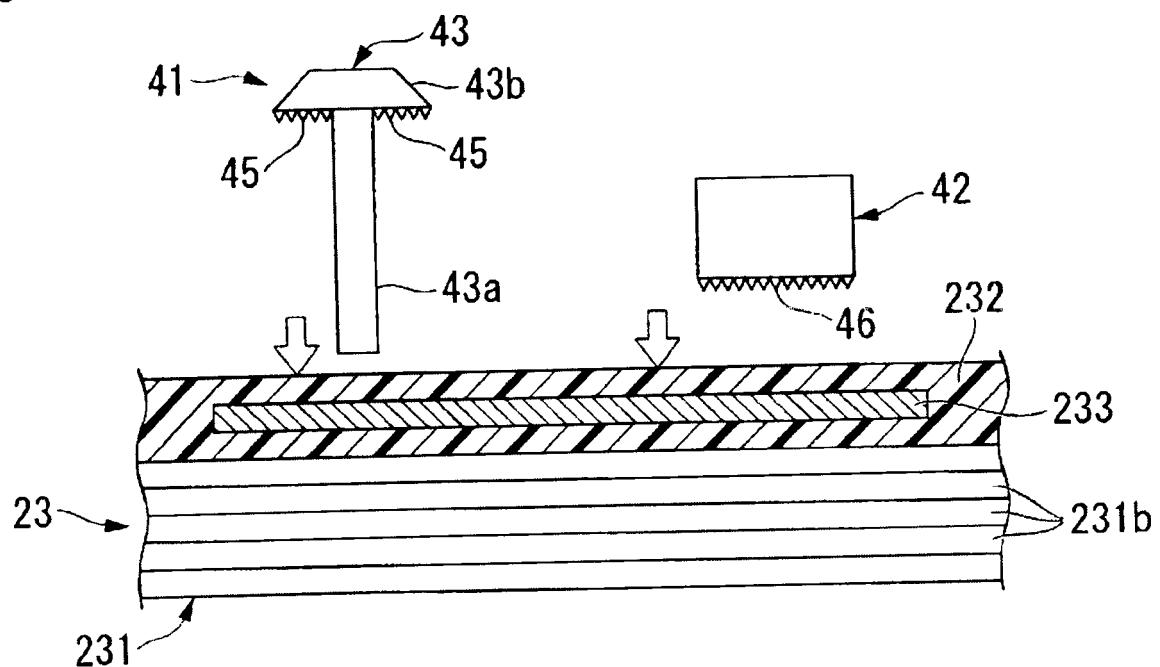


Fig. 7D

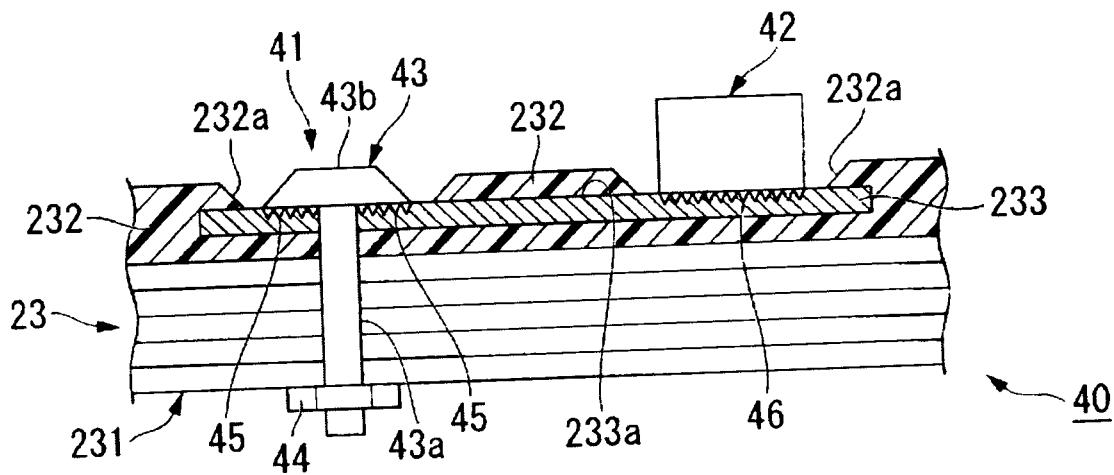


Fig. 8

