República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0714408-3 A2**

BRPI0714408A2

(22) Data de Depósito: 04/06/2007
(43) Data da Publicação: 19/02/2013
(RPI 2198)

(51) Int.Cl.:
B29C 70/44
B29C 70/46
B29D 99/00
B64C 1/00

(54) Título: MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE COMPÓSITO

(30) Prioridade Unionista: 14/07/2006 GB 06 14087.5

(73) Titular(es): Airbus UK Limited

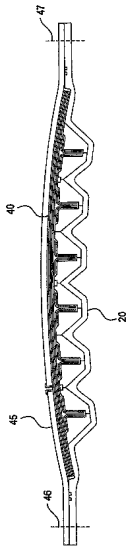
(72) Inventor(es): Risto Kallinen

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007002045 de 04/06/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/007043de 17/01/2008

(57) Resumo: MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE COMPÓSITO. A presente invenção refere-se a um método e um aparelho para a fabricação de um painel, o painel compreendendo uma película compósita (40) e pelo menos um enrijecedor compósito (41), o método compreendendo: o posicionamento das primeira e segunda ferramentas de compactação (20,45) em lados opostos da película; e a compactação da película entre as primeira e segunda ferramentas de compactação ao se moverem uma ou ambas as ferramentas de campactação, onde o movimento da(s) ferramenta(s) de compactação faz com que os primeiro e segundo mandris se movam em direção ao enrijecedor ao longo de percursos inclinados, de modo a se compactar o enrijecedor entre os mandris.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE COMPÓSITO".**

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a um método e a um aparelho associado para a fabricação de um painel laminado compósito e para a fabricação de um laminado compósito. O componente compósito tipicamente, embora não exclusivamente, é pretendido para a formação de parte de uma aeronave.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A asa ou estrutura de empenagem de uma aeronave de linha aérea moderna tipicamente é de uma construção de película enrijecida. Em conjunto com as longarinas principais e as nervuras, a película forma uma caixa de torque a qual resistirá a cargas externas.

No caso de uma fuselagem, os painéis de película enrijecidos curvados em conjunto com os quadros de fuselagem formam o casco enrijecido. Tradicionalmente, estas películas são feitas de ligas de alumínio, mas, conforme a performance da aeronave está se tornando cada vez mais importante, os painéis de película compósitos estão se tornando cada vez mais populares na construção de estrutura primária de aeronave.

Os painéis compósitos enrijecidos em estruturas primárias podem ser usados em uma construção de plano de cauda horizontal, de plano de cauda vertical e/ou de caixa de asa central. O que é típico para estas (excluindo-se a caixa de asa central) é que a película é fabricada começando-se a partir da superfície aerodinâmica ou externa. Uma vez que a tolerância de espessura dos componentes é relativamente ruim, isto leva a custos adicionais na montagem final, onde os espaços livres resultantes e/ou não combinações entre as películas, nervuras e longarinas principais devem ser preenchidos ou ajustados com um método adequado para manutenção da tolerância aerodinâmica da caixa de torque como um todo.

Economias significativas na fase de montagem final e projetos de caixa de torque completamente novos poderiam ser utilizados, se a tolerância de espessura de película pudesse ser mantida de forma acurada o

bastante para que as tolerâncias de linha de molde externo (aerodinâmica) e de linha de molde interno (por exemplo, apoios de longarina principal e nervura, área de transmissão de apoio principal) em localizações críticas pudessem ser controladas.

A Patente U.S. Nº 4683018 descreve um método para a fabricação de um material compósito, no qual uma pilha é colocada sobre um formador fêmea dirigido para cima e, então, estampada por uma prensa hidráulica com macho.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um primeiro aspecto da invenção provê um método para a fabricação de um painel, o painel compreendendo uma película compósita e pelo menos um enrijecedor compósito, o método compreendendo:

o posicionamento dos primeiro e segundo mandris em lados opostos do enrijecedor;

o posicionamento das primeira e segunda ferramentas de compactação em lados opostos da película; e

a compactação da película entre as primeira e segunda ferramentas de compactação ao se moverem uma ou ambas as ferramentas de compactação,

em que o movimento da(s) ferramenta(s) de compactação faz com que os primeiro e segundo mandris se movam em direção ao enrijecedor ao longo de percursos inclinados, de modo a se compactar o enrijecedor entre os mandris.

Tipicamente, os mandris deslizam contra superfícies inclinadas de uma das ferramentas de compactação conforme eles se movem em direção ao enrijecedor. Tipicamente, uma das ferramentas de compactação tem um canal com uma base, e primeira e segunda paredes as quais são ambas inclinadas para fora a partir da base; e os mandris deslizam contra as primeira e segunda paredes, conforme eles se movem em direção ao enrijecedor.

Um segundo aspecto da invenção provê um aparelho para a fabricação de um painel compósito, o aparelho compreendendo:

primeiro e segundo mandris, cada mandril tendo um par de su-

perfícies inclinadas;

uma primeira ferramenta de compactação; e

uma segunda ferramenta de compactação que tem uma primeira superfície inclinada que se encaixa no primeiro mandril e uma segunda superfície inclinada que se encaixa no segundo mandril.

Um terceiro aspecto da invenção provê um método para a fabricação de um painel, o painel compreendendo uma película compósita e pelo menos um enrijecedor compósito, o método compreendendo:

a formação do enrijecedor em um mandril;

o transporte do enrijecedor e do mandril para uma estação de junção, o mandril suportando o peso do enrijecedor durante a etapa de transporte; e

a junção do enrijecedor à película na estação de junção.

O uso do mandril para suporte do peso do enrijecedor durante a etapa de transporte minimiza os custos de manipulação e minimiza os danos ao enrijecedor, o que, de outra forma, teria que ser transferido para uma ferramenta de transporte separada. Tipicamente, o método ainda compreende a deposição da película sobre o enrijecedor no mandril na estação de junção, o mandril suportando o peso do enrijecedor durante a etapa de deposição.

Um quarto aspecto da invenção provê um método para a fabricação de um painel compósito, o método compreendendo:

a adaptação de um membro de controle através do painel;

a adaptação de um bujão através de uma ferramenta de compactação;

o encaixe do membro de controle com o bujão;

o encaixe do bujão com uma superfície de referência da ferramenta de compactação;

a compactação do painel com a ferramenta de compactação; e

o desencaixe do bujão do membro de controle, após o painel ter sido compactado.

O quarto aspecto da invenção permite que a espessura do pai-

nel seja controlada de forma acurada pela formação da ferramenta de compactação, do bujão e do membro de controle em uma tolerância desejada. O membro de controle pode ser deixado no lugar no painel, ou removido em uma etapa de processamento subsequente. Tipicamente, a ferramenta de compactação compreende um corpo de ferramenta e uma inserção de guia adaptada em um orifício no corpo de ferramenta. O corpo de ferramenta ou, mais preferencialmente, a inserção de guia provê a superfície de referência. Tipicamente, a inserção de guia tem um flange, o qual se encaixa em uma superfície externa do corpo de ferramenta, e o bujão tem um flange o qual se encaixa no flange da inserção de guia, quando o bujão se encaixar no membro de controle.

Um quinto aspecto da invenção provê um aparelho para a fabricação de um painel compósito, o aparelho compreendendo:

um membro de controle;

uma ferramenta de compactação para compactação do painel; e

um bujão, o qual é dimensionado para passar através da ferramenta de compactação e se encaixar no membro de controle, e o qual pode ser desencaixado após o painel ter sido compactado,

em que a ferramenta de compactação tem uma superfície de referência a qual se encaixa no bujão, quando o bujão passar através da ferramenta de compactação.

Tipicamente, o membro de controle é um pino cilíndrico, formado por carbono ou algum outro material o qual seja compatível com o material que formar o painel.

Tipicamente, o bujão e o membro de controle têm partes macho e fêmea, as quais se encaixam com cada outra, quando o bujão passar através da ferramenta de compactação. Tipicamente, a parte macho se afunila para dentro e a parte fêmea se alarga para fora. Isto permite que as partes sejam desencaixadas em um ângulo. Preferencialmente, a parte macho se projeta a partir de um lado externo ou aerodinâmico do painel.

Um sexto aspecto da invenção provê um método para a fabricação de um laminado compósito, o método compreendendo:

a colocação do laminado compósito em uma ferramenta macho dirigida para cima, por meio do que o laminado compósito é localmente comprimido em uma zona de semente, onde ele se encaixa na ferramenta macho e cai sob a ação da gravidade em dois lados opostos da zona de semente; e

a deformação do laminado para se fazer com que o laminado seja moldado contra a ferramenta macho nos dois lados opostos da zona de semente.

O método do sexto aspecto da invenção inverte o arranjo descrito na Patente U.S. Nº 4683018: isto é, com a ferramenta macho dirigida para cima ao invés de para baixo. A configuração resultante permite que o laminado se deforme facilmente nos dois lados opostos da zona de semente, sem enrugar. Em contraste, no arranjo da Patente U.S. Nº 4683018, a pilha inicialmente é comprimida em suas duas bordas, onde ela se encaixa no formador fêmea, e cai sob a ação da gravidade em seu centro. Isto limita a capacidade da pilha se deformar sem enrugamento em suas bordas.

Tipicamente, a ferramenta macho é localmente curvada, onde ela se encaixa no laminado compósito (isto é, na zona de semente), e tem faces inclinadas nos dois lados opostos da zona de semente.

Os métodos da invenção podem ser usados para a formação de partes compósitas para uma variedade de aplicações, mais tipicamente como parte de uma aeronave. A parte pode ser, por exemplo, um painel enrijecido, ou uma longarina de reforço para um painel enrijecido.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As modalidades da invenção serão descritas, agora, com referência aos desenhos associados, nos quais:

as figuras 1 a 3 são vistas laterais em seção transversal de três etapas na formação de uma pré-forma;

a figura 4 é uma vista lateral em seção transversal de uma ferramenta de compactação inferior;

a figura 5 é uma vista lateral em seção transversal da ferramenta de compactação inferior com seis longarinas de reforço e mandris no lugar;

a figura 6 é uma vista lateral em seção transversal da ferramenta de compactação com seis longarinas de reforço e mandris, e uma ferramenta de compactação superior no lugar;

a figura 7 é uma vista aumentada através de parte do conjunto da figura 6;

a figura 8 mostra a formação de um orifício piloto;

a figura 9 mostra um pino e um bujão no lugar;

a figura 10 mostra o bujão em detalhes;

a figura 11 é uma vista lateral em seção transversal da ferramenta de compactação inferior mostrando o movimento dos mandris durante uma compactação; e

as figuras 12 e 13 são vistas laterais em seção transversal de duas etapas na formação de uma pré-forma usando-se uma ferramenta de estampagem fêmea.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADE(S)

As figuras 1 a 3 mostram um método de formação de uma pré-forma de longarina de reforço em formato de L. Em uma primeira etapa, uma pilha de materiais pré-impregnados é mostrada como duas camadas 4, 5 para fins ilustrativos, mas, em geral, será apreciado que qualquer número de camadas pode ser usado. Cada camada compreende um arranjo de fibras uniaxiais impregnadas com resina. As fibras podem ser formadas por qualquer material adequado, tal como carbono, vidro ou aramida e boro. As fibras em camadas adjacentes correm em ângulos diferentes: por exemplo, as fibras em uma camada podem correr a 0° com o eixo geométrico de longarina de reforço, as fibras na próxima camada podem correr a 45° com o eixo geométrico de longarina de reforço, e as fibras na próxima camada podem correr a 135° com o eixo geométrico de longarina de reforço (o eixo geométrico de longarina de reforço sendo o eixo geométrico transversal à seção das figuras 1 a 3).

O conjunto de suporte de quadro ilustrado compreende um conjunto de rolos carregados por mola dispostos em torno da periferia da pilha. A figura 1 é uma vista em seção transversal através da pilha, de modo que

apenas quatro dos rolos 6 a 9 são mostrados. Ao invés de se usar um conjunto de suporte de quadro ilustrado, qualquer outro método adequado de suporte da pilha pode ser usado.

Um mandril macho 1 com um par de superfícies inclinadas 2, 3 é colocado em contato com a pilha e o conjunto de suporte de quadro ilustrado é removido.

A pilha é aquecida, tipicamente para uma temperatura na faixa a partir de 90°C a 120°C. O calor pode ser aplicado por aquecimento/resfriamento do mandril 1 ou por aquecimento da pilha com aquecedores de infravermelho e, então, formando-se rapidamente, antes de sua temperatura ter reduzido significativamente.

Um diafragma 12 único também é depositado sobre a pilha, conforme mostrado na figura 2, e a cavidade entre o diafragma e o mandril é colocada sob vácuo, para a deformação da pilha contra o mandril. Opcionalmente, um segundo diafragma (não mostrado) também pode ser provido entre a pilha e o mandril, e a cavidade entre os dois diafragmas colocada sob vácuo, bem como a cavidade entre o diafragma inferior e o mandril.

A porção 10 faz parte de um pé (base) de longarina de reforço e a porção 11 faz parte de uma alma de longarina de reforço, quando a pré-forma em formato de L for colocada traseira contra traseira com uma outra pré-forma em formato de L, conforme mostrado na figura 5.

Conforme mostrado na figura 2, após a pilha ser colocada sobre o mandril macho dirigido para cima, ela é localmente comprimida em uma região 13, onde ela se encaixa no canto localmente curvado do mandril. Esta região compactada 13 provê um assim denominado "ponto de semente" ou "região de semente", o que atua como uma semente para uma deformação subsequente da pilha. Nota-se que a pilha cai sob a ação da gravidade em dois lados opostos da zona de semente 13. A camada inferior 5 cai mais do que a camada superior 4, proporcionando um espaçamento gradualmente crescente entre as camadas no lado oposto da zona de semente. Por não serem suportadas nos dois lados opostos da zona de semente 13, um deslizamento pode ocorrer livremente entre as camadas, conforme elas forem

moldadas contra a ferramenta macho. A deformação das camadas em ambos os lados da zona de semente torna possível projetos mais complexos (por exemplo, sobre rampas de película ou "pad-ups") na porção de pé 10 e na porção de lâmina 11.

Após a formação, a pré-forma é cortada no formato acabado usando-se um cortador ultrassônico ou com jato de água.

Após todas as pré-formas terem sido formadas, as pré-formas e os mandris são transportados para uma estação de junção, os mandris suportando o peso os enrijecedores durante a etapa de transporte. Uma ferramenta de compactação inferior 20 na estação de junção é mostrada na figura 4. A ferramenta 20 compreende seis canais alargados (um dos canais sendo rotulado 21). Cada canal 21 tem uma base 22, e primeira e segunda paredes 23, 24, as quais são ambas inclinadas para fora a partir da base. A ferramenta 20 também é formada com uma ligeira curva na seção mostrada na figura 4 (embora o formato e a profundidade da curva possam ser diferentes para as outras seções através da ferramenta para se proporcionar o formato desejado para o painel).

Após todos os mandris terem sido localizados, conforme mostrado na figura 5, enchimentos tipo de tira fina ("noodle fillers") são ilustrados entre cada par de traseira com traseira de pré-formas. Apenas um enchimento tipo de tira fina 30 é mostrado, para fins ilustrativos 30. As placas de corte 31 também são instaladas em áreas de interface chaves do painel, onde for desejável controlar a espessura de painel. Apenas uma placa de corte 31 é mostrada na figura 5, mas, em geral, várias dessas placas de corte serão distribuídas pela ferramenta. As placas de corte 31 podem ser formadas a partir de politetrafluoroetileno (PTFE), náilon, fibra de vidro, borracha dura, ou de um material similar. Um ciclo de bolsa de vácuo com calor poderia ser aplicado neste estágio, para se garantir que todos os mandris e pré-formas sejam pré-compactados e estejam em sua localização correta. Isto pode ser uma etapa de processo particularmente importante com enrijecedores de material pré-impregnado, para se garantir que resina extra seja sangrada da camada superior ("lay-up").

Uma película compósita 40 então é depositada com uma máquina de deposição de fita contornada (ou por uma camada superior manual) sobre os mandris, conforme mostrado nas figuras 6 e 7. Isto é vantajoso, se comparado com um arranjo alternativo no qual o conjunto é orientado de forma contrária: isto é, com a película no fundo e as longarinas de reforço no topo. Neste arranjo alternativo, algum meio (outro além de mandris) deve ser provido para suporte do peso das longarinas de reforço, conforme elas forem depositadas sobre a película.

Uma ferramenta de compactação superior 45 então é alinhada com a ferramenta de compactação inferior 20, usando-se pinos (não mostrados), os quais passam ao longo das linhas 46, 47 na borda das ferramentas.

Camadas de respiração (tais como camadas finas de tecido de náilon tecido) podem ser incorporadas entre os mandris e as longarinas de reforço, e entre a película e a ferramenta de compactação superior 45. Isto é porque alguns materiais são ligeiramente voláteis e para a obtenção de uma boa qualidade o laminado deve ter permissão para "respirar".

Orifícios 50 são providos no corpo da ferramenta 45 em linha com as placas de corte de PTFE 31. Cada orifício é adaptado com uma inserção de guia de aço endurecida 51 com um flange anular 51, o qual se encaixa na superfície externa da ferramenta superior 45.

Após as ferramentas serem alinhadas, orifícios pilotos através da camada superior de película 40 são puncionados através das inserções de guia contra as placas de corte de PTFE 31 usando-se uma ferramenta de punção 60 mostrada na figura 8.

Os pinos de carbono 70 com extremidades machos cônicas se afunilando para dentro 71 então são adaptados nos orifícios na película 40, conforme mostrado na figura 9. Os bujões de vedação 75 mostrados esquematicamente na figura 9 e, em maiores detalhes, na figura 10, então são instalados através das inserções de guia. Com referência à figura 10, cada bujão de vedação 75 compreende um eixo 76 com uma extremidade distal tendo um recesso cônico alargado para fora 77, e uma cabeça 78 com uma fenda 79 para recebimento de uma chave de fenda. O eixo 76 tem uma por-

ção roscada 80 e porta um par de anéis em O 81, 82.

As inserções de guia têm uma rosca de parafuso (não mostrada) a qual permite que os bujões de vedação 75 sejam roscados na inserção de guia através da ferramenta de compactação superior, até a extremidade macho 71 do pino de carbono 70 se encaixar no recesso fêmea 77 na extremidade do bujão 75, e o lado inferior da cabeça 78 do bujão se encaixa no flange 51 da inserção de guia. O flange 51 atua como uma superfície de referência para controle de forma acurada da distância entre a cabeça do bujão e a placa de corte de PTFE 31. O pino de carbono 70 e o bujão de vedação 75 agora definem a espessura do painel em combinação com a rigidez da ferramenta superior 45 e o flange 51.

Após todos os pinos de carbono e bujões de vedação estarem instalados, a integridade de vácuo da ferramenta inteira é checada. A ferramenta então é transferida para uma autoclave para cura.

Durante a cura, a ferramenta é aquecida para aproximadamente 180°C, um vácuo é aplicado entre as ferramentas 20, 45 e a pressão na autoclave é aumentada. Para consideração da redução no volume do material compósito durante uma cura, a resina pode ser injetada entre as ferramentas durante uma cura.

Opcionalmente, um ciclo de formação a quente pode ser aplicado antes da etapa de cura. Vácuo e pressão são aplicados como em uma cura, mas a temperatura é elevada para uma temperatura mais baixa (tipicamente de 90 a 120°C).

Após a cura, a ferramenta superior 45 é elevada. O formato alargado da parte fêmea 77 do bujão 75 permite que a ferramenta superior 45 seja elevada em um ângulo a partir da vertical, se requerido, enquanto se desencaixa facilmente o bujão 75 do pino 70. O pino 70 então é deixado intacto no painel. O pino 70 tipicamente é posicionado em uma área em que a película é unida a um componente, tal como um pé de nervura ou um pé de longarina principal em seu lado interno. Em uma etapa subsequente, o pino de carbono 70 (e uma área do painel que circunda o pino) é perfurado a partir do lado externo da película para deixar um orifício com uma espessura de

painel controlada proximamente na região do orifício.

Nota-se que a extremidade cônica 71 do pino se projeta a partir do lado externo da película 40 (a que provê uma superfície aerodinâmica em uso) e a outra extremidade do pino fica alinhada com o lado interno da película. Isto tem várias vantagens, se comparado com um arranjo alternativo em que o pino se projeta a partir do lado interno da película. Em primeiro lugar, isto significa que o componente no lado interno da película (tal como um pé de nervura ou um pé de longarina principal) não requer um recesso cônico para a acomodação da parte projetada da película; e, em segundo lugar, a parte projetada é mais facilmente visível a partir do lado externo da película, tornando mais fácil visualmente localizar o pino para perfuração.

O painel reforçado resultante então é usado para a formação de parte da estrutura de película da asa, empenagem ou fuselagem de uma aeronave.

Durante os processos de formação a quente e de cura, os mandris atuam para compactarem as almas de longarina de reforço pelo mecanismo mostrado na figura 11. A figura 11 ilustra uma ferramenta de compactação inferior que tem um perfil ligeiramente diferente da ferramenta mostrada na figura 6. Contudo, os mandris na ferramenta da figura 6 também se movem de uma maneira similar durante uma compactação.

A figura 11 ilustra um par de mandris 100, 101 em um canal alargado definido por uma base 102 e um par de paredes 103, 104, os quais são ambos inclinados para fora a partir da base 102. Uma placa de corte 105 é adaptada em um dos mandris 101. A figura 11 mostra a posição dos mandris antes do ciclo de formação a quente. Neste estágio, os mandris são deslocados por uma distância 106 a partir da base 102 do canal. Nota-se que a distância 106 é grandemente exagerada na figura 11 para fins de ilustração. Os mandris na figura 6 também são deslocados da base 22 do canal 21, antes da formação a quente e da cura.

Conforme o vácuo é aplicado, o movimento para dentro das ferramentas de compactação posicionadas em lados opostos da película faz com que a película seja compactada. Este movimento relativo das ferramen-

tas de compactação também faz com que os mandris 100, 101 em lados opostos da alma de longarina de reforço 107 se movam em direção à alma ao longo de percursos convergentes inclinados ilustrados pelas setas 108, 109, de modo a se compactar a alma entre os mandris. Conforme eles se movem, os mandris deslizam contra as paredes inclinadas 103, 104 do canal na ferramenta de compactação. Os mandris 100, 101 se movem por quantidades aproximadamente iguais, para se garantir que o centro da alma de longarina de reforço 107 não seja movido para a esquerda ou a direita a partir de sua posição desejada.

O processo acima se refere à formação de um painel compósito formado com materiais pré-impregnados. Contudo, a invenção é igualmente aplicável à formação de um painel compósito com fibras secas, fibras secas tecidas ou tecido não encrespado (NCF). Neste caso, a pré-forma é cortada no formato acabado usando-se um corte com jato de água, ou uma pré-forma tecida 3D de formato acabado pode ser usada.

Uma película plana completada (possivelmente reforçado 3D) é transferida no topo das pré-formas, tornando o processo muito mais rápido, se comparado com uma máquina de fita de deposição de fita de material pré-impregnado. No caso de fibras secas, um posicionamento de camada/fibra semiautomatizado poderia ser utilizado.

Quando uma pré-forma de fibra seca tecida é usada, também é possível inserir um reforço através de espessura através das almas de longarina de reforço 41, para a eliminação de prendedores e/ou para melhoria da tolerância a danos.

No processo mostrado na figura 1, os materiais pré-impregnados são formados em um mandril macho 1 em combinação com um ou dois diafragmas. No caso de tecidos secos, uma ferramenta de estampagem fêmea poderia ser usada, ao invés do(s) diafragma(s), conforme mostrado nas figuras 12 e 13.

Uma pilha 112 é colocada sobre um mandril macho dirigido para cima 111. Nota-se que a queda da pilha ocorrerá como na figura 2, mas não é mostrada na figura 12, para simplificação do desenho. Uma ferramenta de

estampagem fêmea 110 estampa sob uma potência hidráulica, até a pilha ter sido deformada para conformação com o mandril macho 111, conforme mostrado na figura 13. O método de formação em prensa mostrado nas figuras 12 e 13 proporciona a vantagem de forças de formação aumentadas, se comparado com o método de formação a vácuo mostrado nas figuras 1 a 3, o que pode permitir que projetos mais complexos de longarina de reforço sejam obtidos.

Como no método de formação a vácuo, a pilha é aquecida, tipicamente, para uma temperatura na faixa de 90°C a 120°C. O calor pode ser aplicado pelo aquecimento das ferramentas 110, 111 ou pelo aquecimento da pilha com aquecedores de infravermelho e, então, estampando-se rapidamente, antes de sua temperatura ter reduzido significativamente.

No caso de um material pré-impregnado, a parte é curada em uma autoclave, mas no caso de uma parte de fibra seca, uma infusão é realizada fora da autoclave com uma ferramenta aquecida integralmente.

Embora a invenção tenha sido descrita acima com referência a uma ou mais modalidades preferidas, será apreciado que várias mudanças ou modificações podem ser feitas, sem que se desvie do escopo da invenção, conforme definido nas reivindicações em apenso.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a fabricação de um painel, o painel compreendendo uma película compósita e pelo menos um enrijecedor compósito, o método compreendendo:

o posicionamento dos primeiro e segundo mandris em lados opostos do enrijecedor;

o posicionamento das primeira e segunda ferramentas de compactação em lados opostos da película; e

a compactação da película entre as primeira e segunda ferramentas de compactação ao se moverem uma ou ambas as ferramentas de compactação,

onde o movimento da(s) ferramenta(s) de compactação faz com que os primeiro e segundo mandris se movam em direção ao enrijecedor ao longo de percursos inclinados, de modo a se compactar o enrijecedor entre os mandris.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, onde os mandris deslizam contra superfícies inclinadas de uma das ferramentas de compactação, conforme eles se moverem em direção ao enrijecedor.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, onde uma das ferramentas de compactação tem um canal com uma base, e primeira e segunda paredes, as quais são ambas inclinadas para fora a partir da base; e onde os mandris deslizam contra as primeira e segunda paredes conforme eles se moverem em direção ao enrijecedor.

4. Aparelho para a fabricação de um painel compósito, o aparelho compreendendo:

primeiro e segundo mandris, cada mandril tendo um par de superfícies inclinadas;

uma primeira ferramenta de compactação; e

uma segunda ferramenta de compactação que tem uma primeira superfície inclinada que se encaixa no primeiro mandril e uma segunda superfície inclinada que se encaixa no segundo mandril.

5. Método para a fabricação de um painel, o painel compreen-

dendo uma película compósita e pelo menos um enrijecedor compósito, o método compreendendo:

a formação do enrijecedor em um mandril;

o transporte do enrijecedor e do mandril para uma estação de junção, o mandril suportando o peso do enrijecedor durante a etapa de transporte; e

a junção do enrijecedor à película na estação de junção.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, que ainda compreende a deposição da película sobre o enrijecedor no mandril na estação de junção, o mandril suportando o peso do enrijecedor durante a etapa de deposição.

7. Método para a fabricação de um painel compósito, o método compreendendo:

a adaptação de um membro de controle através do painel;

a adaptação de um bujão através de uma ferramenta de compactação;

o encaixe do membro de controle com o bujão;

o encaixe do bujão com uma superfície de referência da ferramenta de compactação;

a compactação do painel com a ferramenta de compactação; e

o desencaixe do bujão do membro de controle, após o painel ter sido compactado.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, onde a ferramenta de compactação compreende um corpo de ferramenta e uma inserção de guia, e onde a inserção de guia provê a superfície de referência.

9. Método, de acordo com a reivindicação 7 ou 8, que ainda compreende o encaixe de partes macho e fêmea do bujão e do membro de controle.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, onde o membro de controle tem uma parte macho, a qual se encaixa em uma parte fêmea do bujão, e onde a parte macho do membro de controle se projeta além de uma superfície externa do painel.

11. Aparelho para a fabricação de um painel compósito, o aparelho compreendendo:

um membro de controle;

uma ferramenta de compactação para compactação do painel; e

um bujão, o qual é dimensionado para passar através da ferramenta de compactação e se encaixar no membro de controle, e o qual pode ser desencaixado após o painel ter sido compactado,

onde a ferramenta de compactação tem uma superfície de referência a qual se encaixa no bujão, quando o bujão passar através da ferramenta de compactação.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11, onde o membro de controle é um pino cilíndrico.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11 ou 12, onde o membro de controle é formado por carbono.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11, 12 ou 13, onde a ferramenta de compactação compreende um corpo de ferramenta e uma inserção de guia adaptada em um orifício no corpo de ferramenta, e onde a inserção de guia provê uma superfície de referência.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, onde a informação de serviço de diretório e guia tem um flange, o qual se encaixa em uma superfície externa do corpo de ferramenta, e o bujão tem um flange o qual se encaixa no flange da inserção de guia, quando o bujão se encaixar no membro de controle.

16. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 15, onde o bujão e o membro de controle têm partes macho e fêmea, as quais se encaixam com cada outra, quando o bujão passar através da ferramenta de compactação.

17. Aparelho, de acordo com areivindicação 16, onde a parte macho se afunila para dentro e a parte fêmea se alarga para fora.

18. Método, como definido em qualquer uma das reivindicação precedentes, onde o painel é uma parte de aeronave.

19. Fabricação de painel compósito pelo método como definido

em qualquer uma das qualquer reivindicações precedentes.

20. Método para a fabricação de um laminado compósito, o método compreendendo:

a colocação do laminado compósito em uma ferramenta macho dirigida para cima, por meio do que o laminado compósito é localmente comprimido em uma zona de semente, onde ele se encaixa na ferramenta macho e cai sob a ação da gravidade em dois lados opostos da zona de semente; e

a deformação do laminado para se fazer com que o laminado seja moldado contra a ferramenta macho nos dois lados opostos da zona de semente.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, onde a ferramenta macho é localmente curvada onde ela se encaixa no laminado compósito.

22. Método, de acordo com a reivindicação 20 ou 21, onde a ferramenta macho tem faces inclinadas nos dois lados opostos da zona de semente.

23. Método, de acordo com a reivindicação 20, 21 ou 22, onde o laminado compósito é uma parte de aeronave.

24. Laminado compósito fabricado pelo método como definido na reivindicação 20.

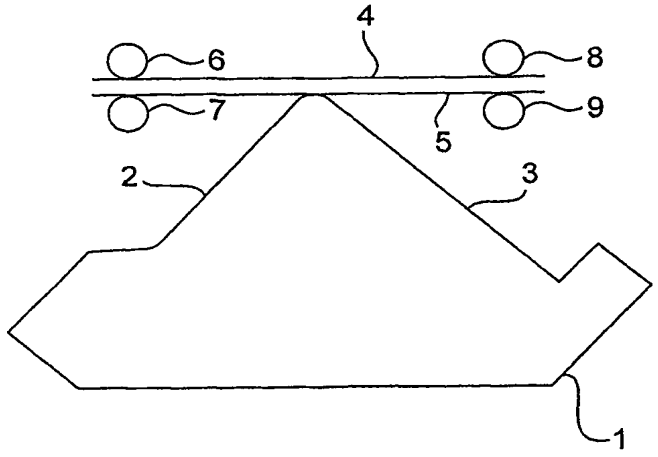


Fig. 1

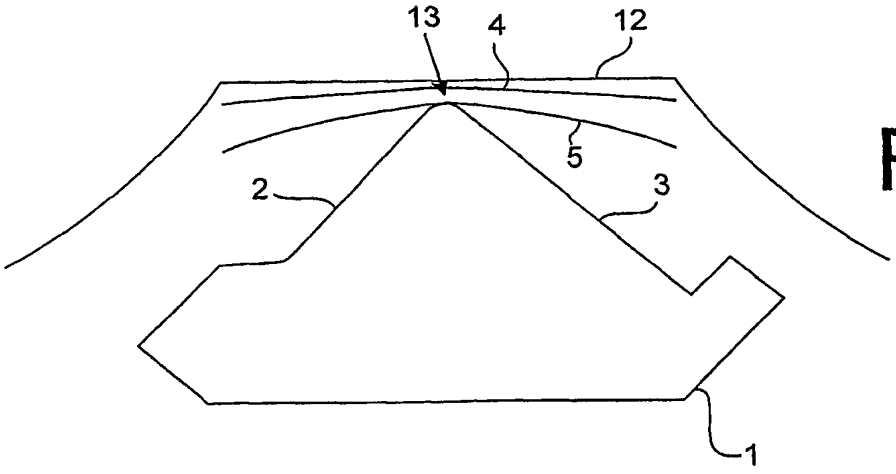


Fig. 2

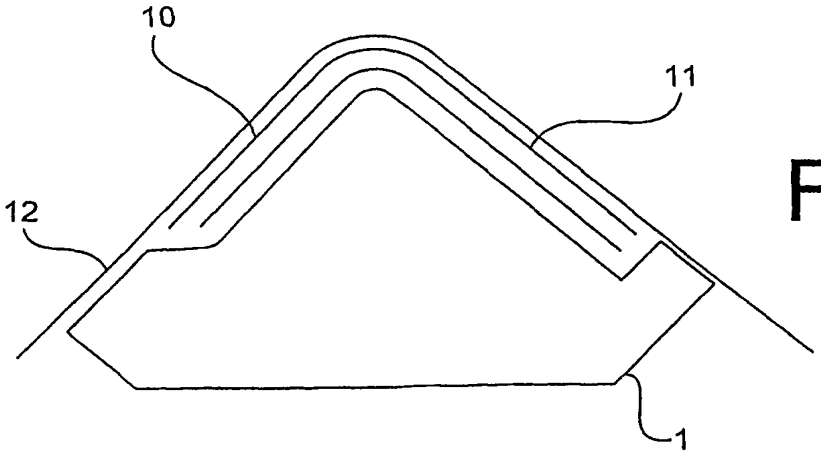


Fig. 3

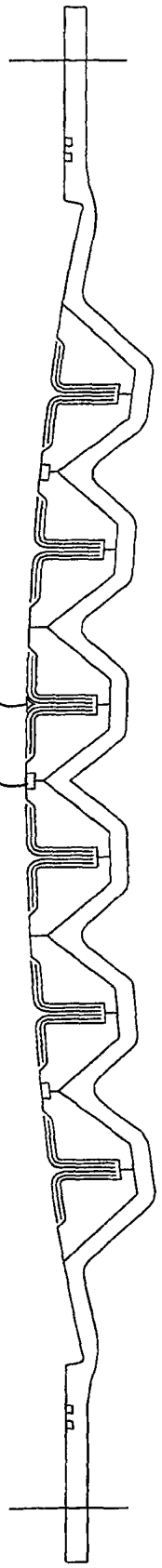


Fig. 5

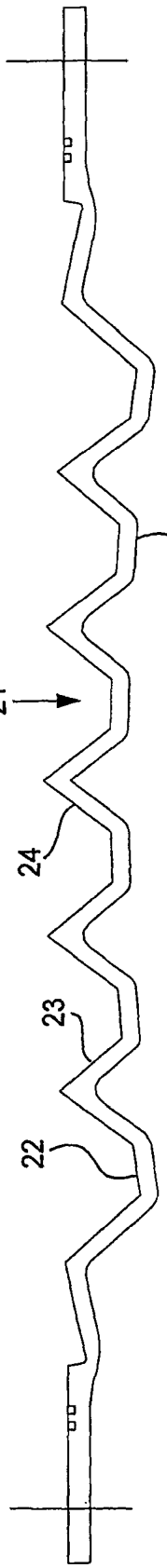


Fig. 4

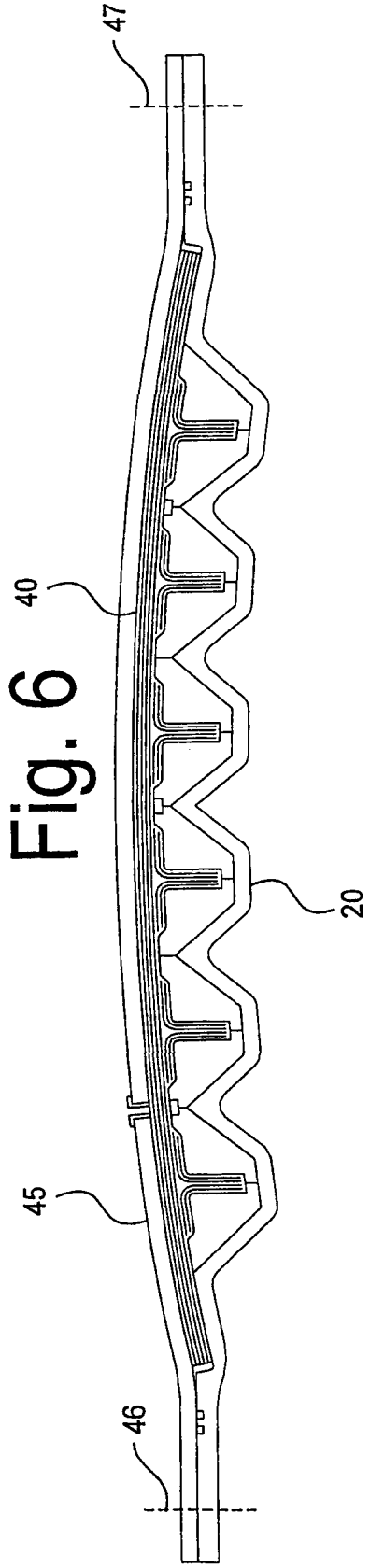


Fig. 6

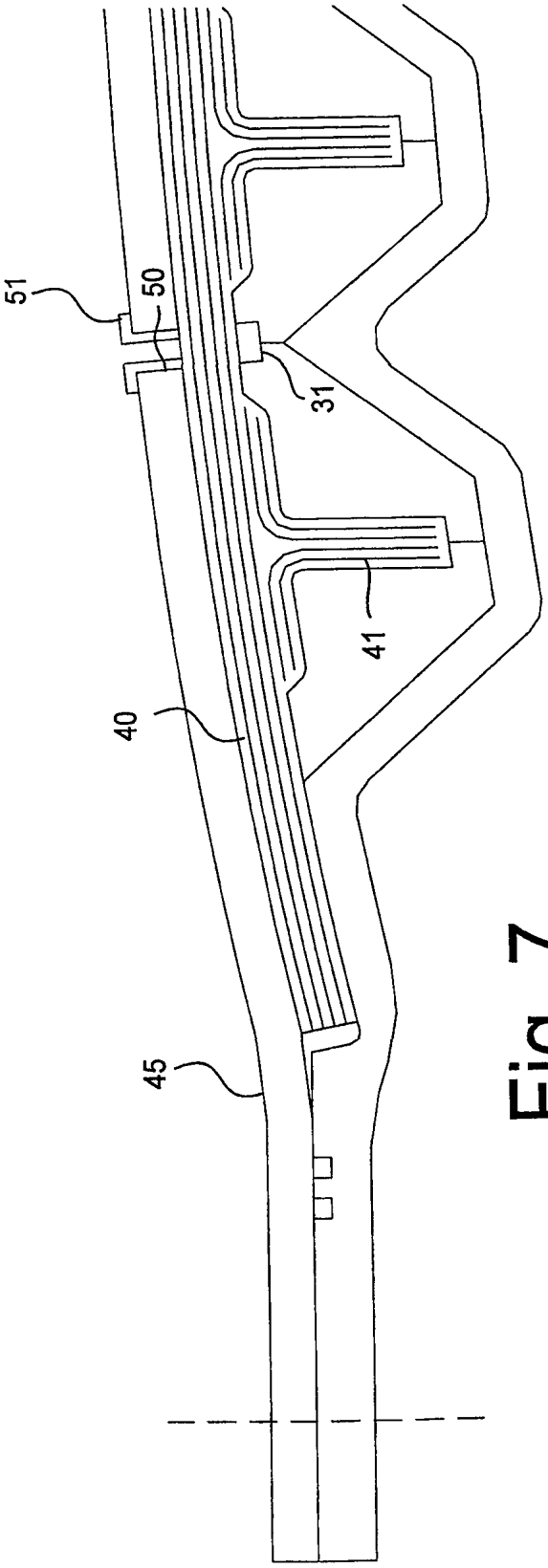


Fig. 7

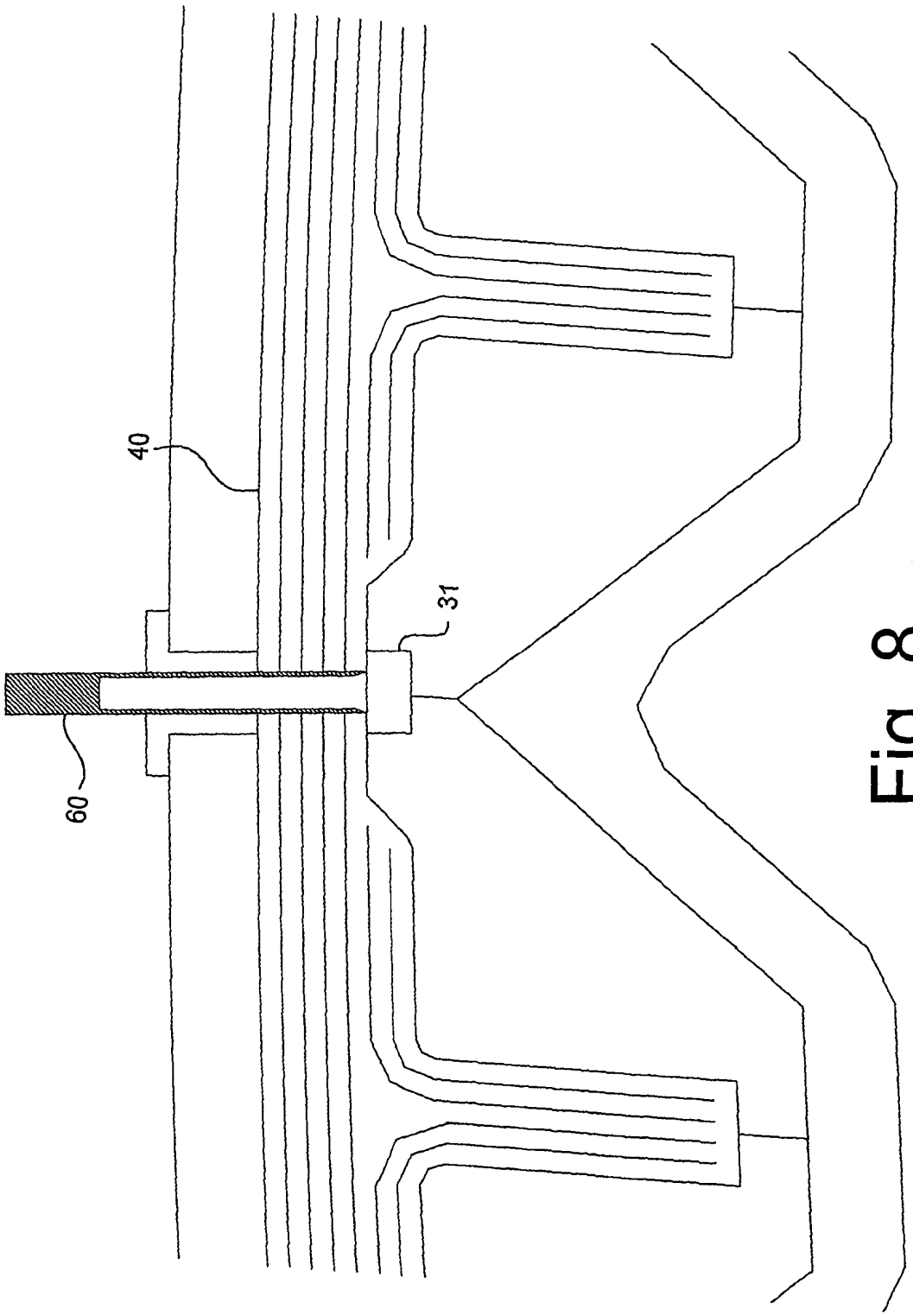


Fig. 8

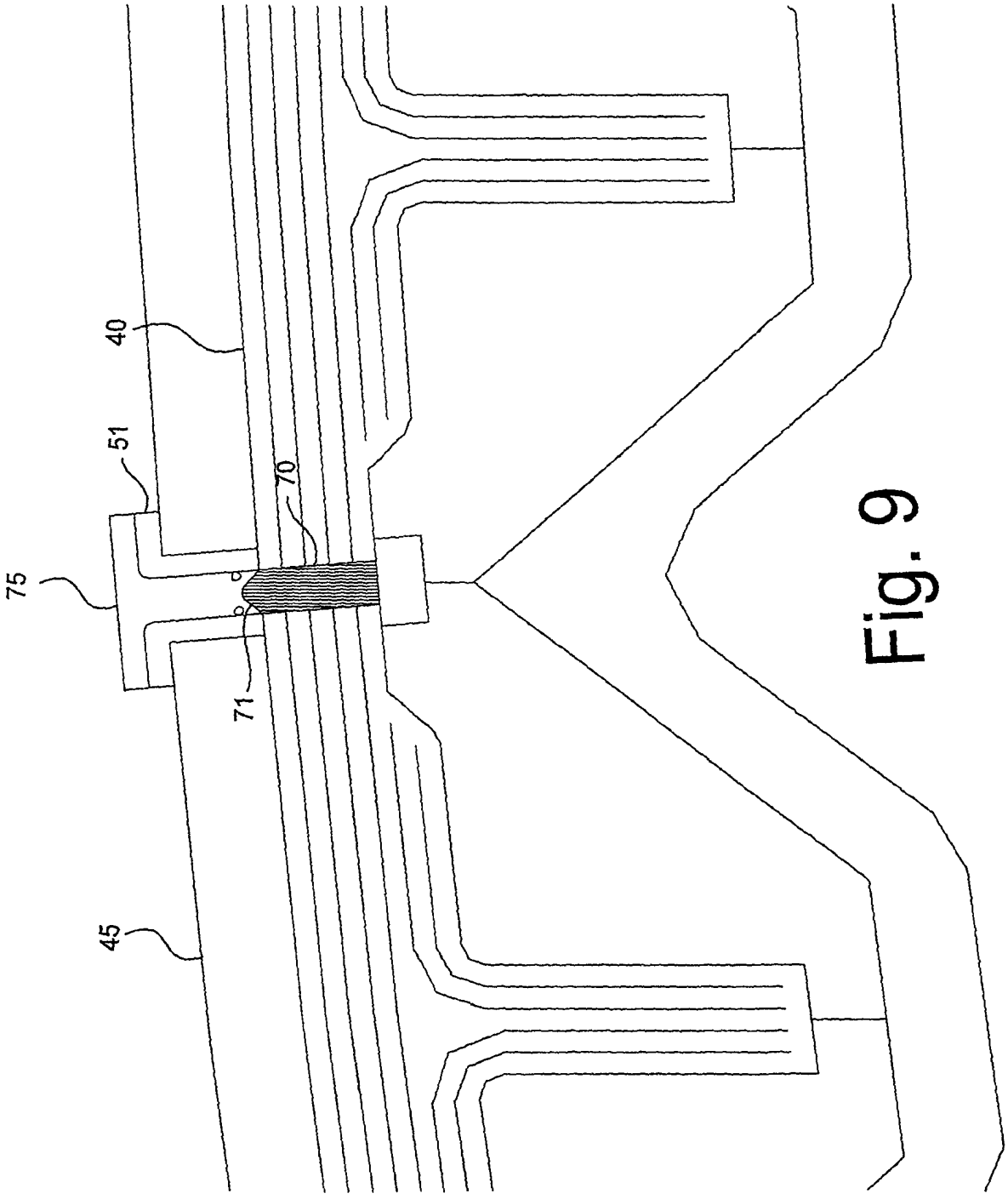


Fig. 9

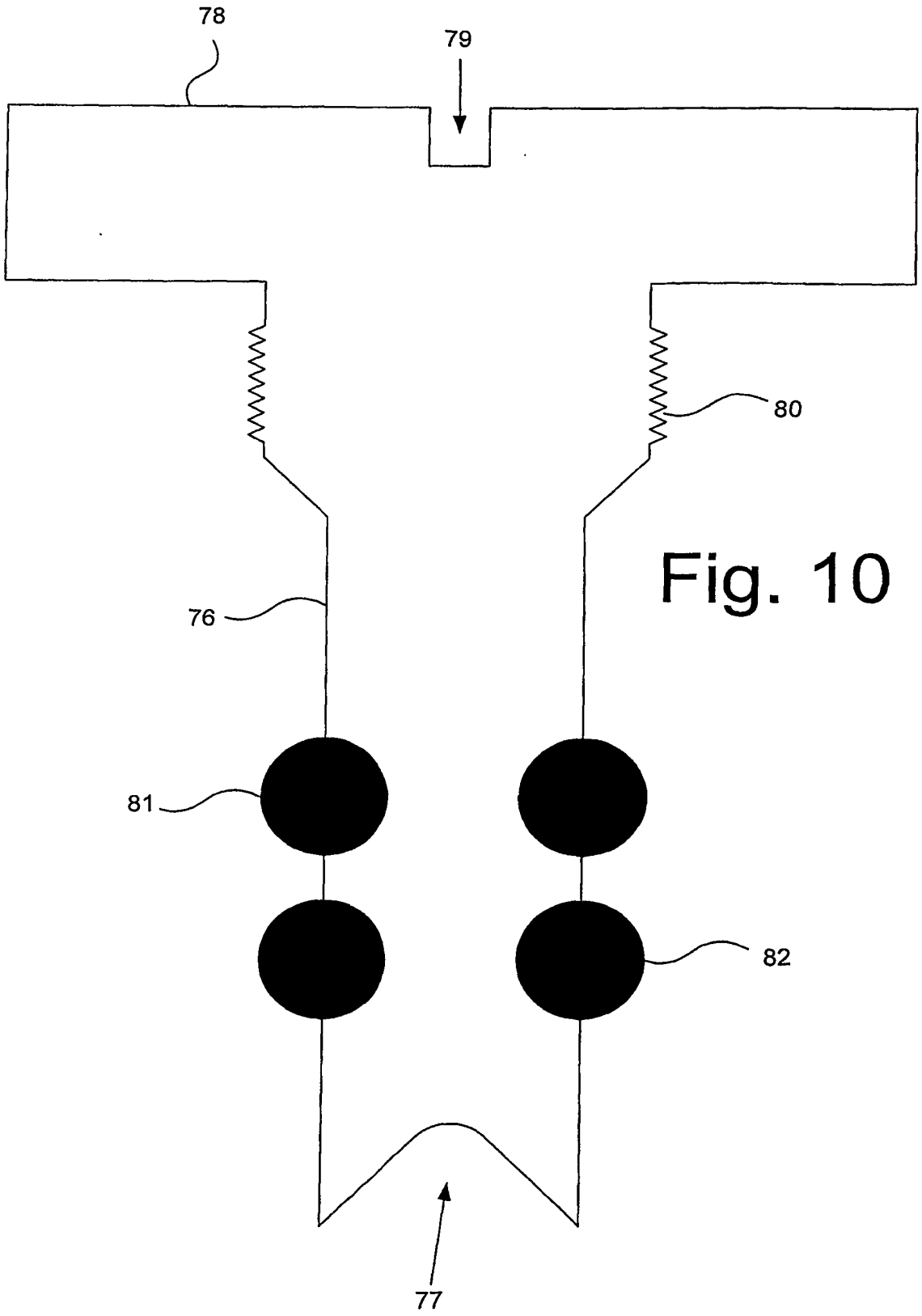


Fig. 10

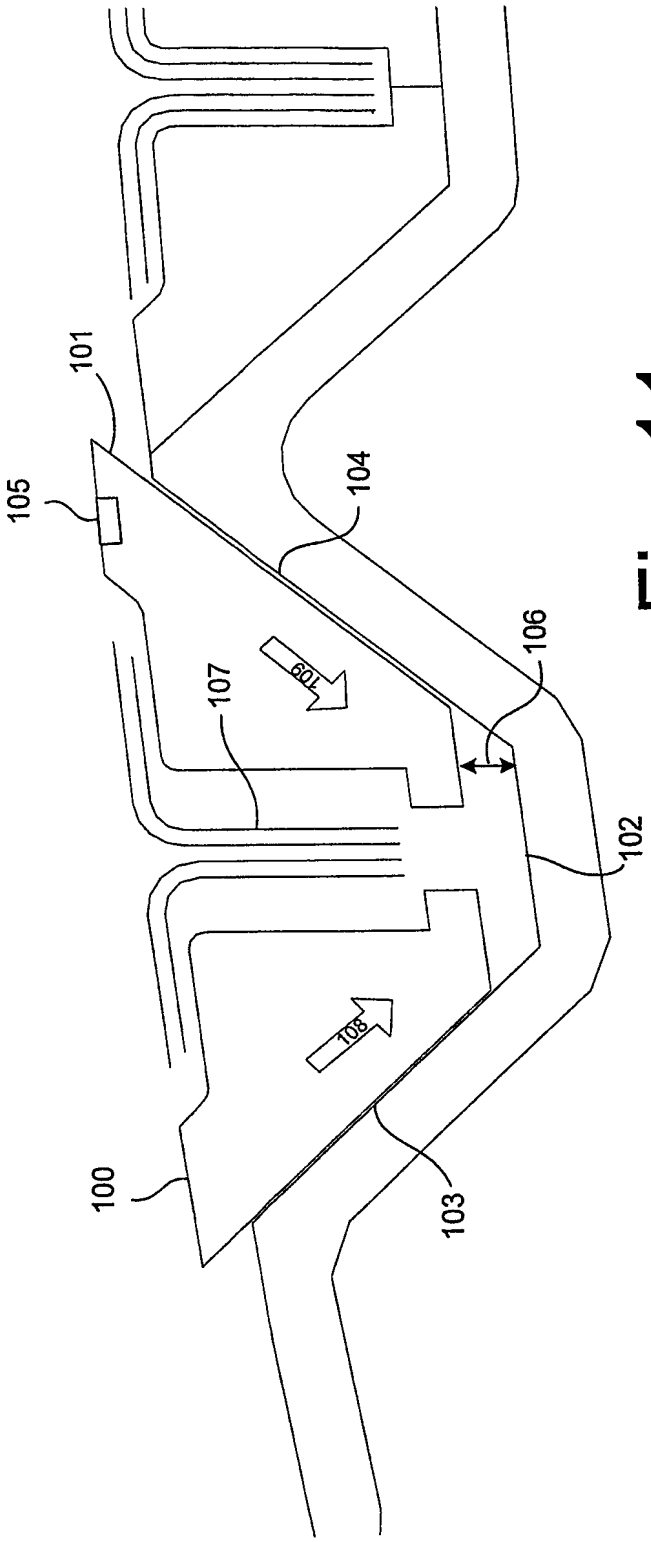


Fig. 11

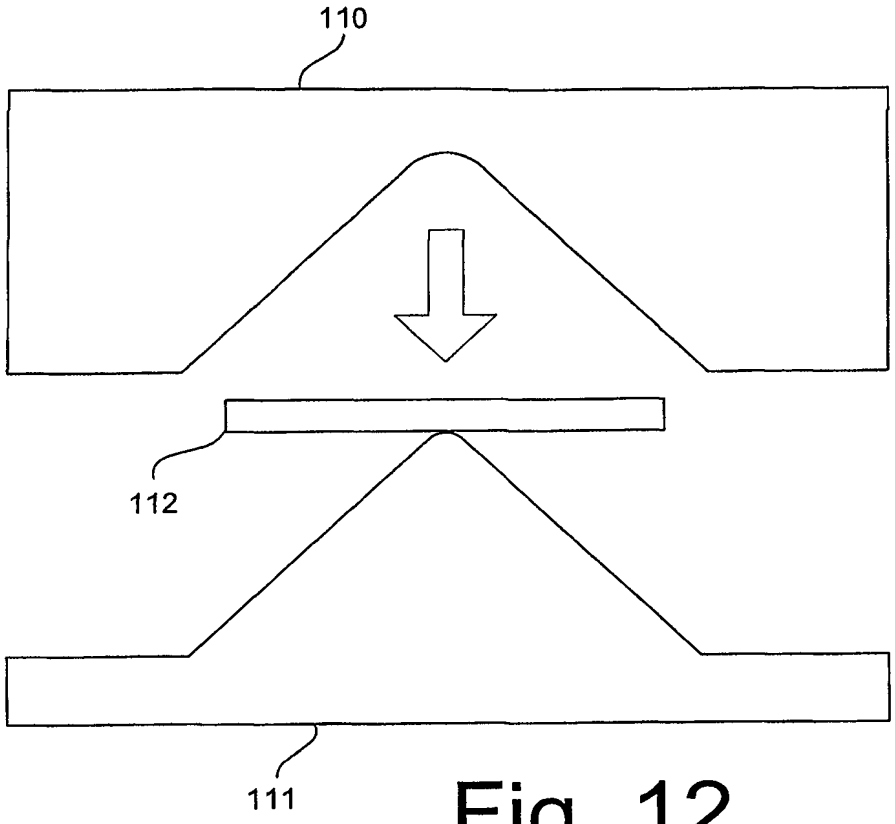


Fig. 12

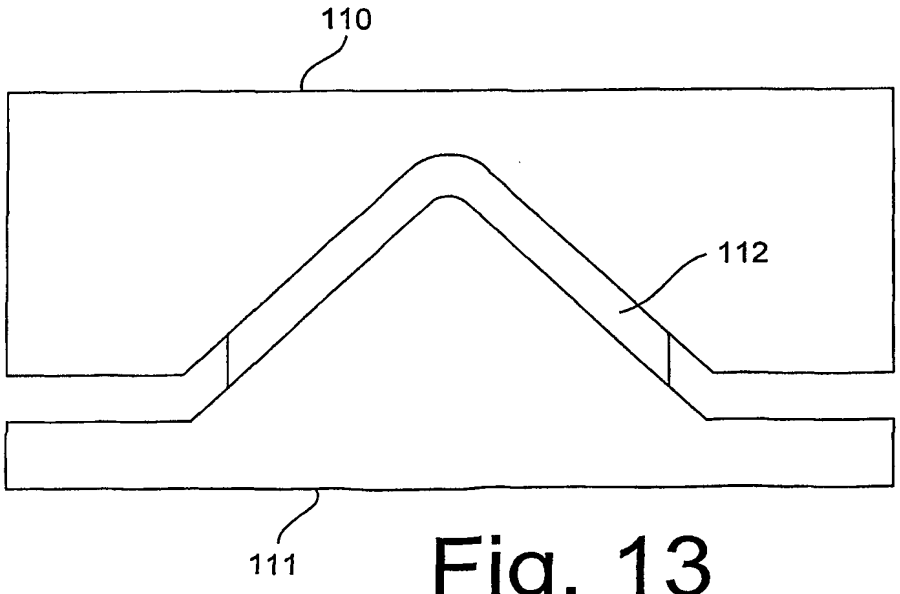


Fig. 13

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA A FABRICAÇÃO DE COMPÓSITO".**

A presente invenção refere-se a um método e um aparelho para a fabricação de um painel, o painel compreendendo uma película compósita (40) e pelo menos um enrijecedor compósito (41), o método compreendendo: o posicionamento dos primeiro e segundo mandris em lados opostos do enrijecedor; o posicionamento das primeira e segunda ferramentas de compactação (20, 45) em lados opostos da película; e a compactação da película entre as primeira e segunda ferramentas de compactação ao se moverem uma ou ambas as ferramentas de compactação, onde o movimento da(s) ferramenta(s) de compactação faz com que os primeiro e segundo mandris se movam em direção ao enrijecedor ao longo de percursos inclinados, de modo a se compactar o enrijecedor entre os mandris.