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

(21) PI 0716613-3 A2

* B R P I 0 7 1 6 6 1 3 A 2 *

(62) Data de Depósito do Pedido Original:
PI0109685 - 23/03/2001
(22) Data de Depósito: 25/07/2007
(43) Data da Publicação: 08/10/2013
(RPI 2231)

(51) Int.Cl.:
B29C 33/30
B29C 33/44
B29C 33/48
B29C 70/44

(54) Título: FERRAMENTA DE MOLDAGEM E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PEÇA

(30) Prioridade Unionista: 14/08/2006 GB 06 16121.0

(73) Titular(es): Airbus Uk Limited

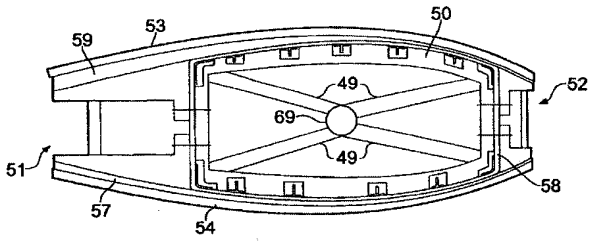
(72) Inventor(es): Marc Edwin Funnell

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

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007002819 de 25/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/020158de 21/02/2008

(57) Resumo: "SISTEMA E MÉTODO DE FUMO ELÉTRICO". Um sistema de fumo elétrico (21) compreendendo um cigarro (23) e um acendedor elétrico (25), no qual o cigarro (23) compreende uma superfície fosca de tabaco tubular (66) parcialmente cheia com material de tabaco (80) de modo a definir uma porção de barra de tabaco cheia (60) e uma porção de barra de tabaco vaga (90). O cigarro (23) e o acendedor (25) são mutuamente dispostos de modo que quando o cigarro (23) é recebido no acendedor (25), o elemento do aquecedor elétrico (37) do acendedor (25) pelo menos parcialmente sobrepõe pelo menos uma porção da porção da barra de tabaco cheia (60). O cigarro (23) e o acendedor (25) são também mutuamente dispostos de modo que quando o cigarro (23) é recebido no acondedor (25), a extremidade livre (15) do cigarro (23) fica fechada. O cigarro (23) inclui uma zona de perfurações (12,14) em uma localização ao longo da porção da barra de tabaco cheia (60), com o cigarro sendo isento de perfurações ao longo da porção da barra de tabaco vaga (90).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"FERRAMENTA DE MOLDAGEM E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PEÇA".**

Campo da Invenção

A presente invenção, em seus vários aspectos, refere-se a uma ferramenta de moldagem, a um conjunto de ferramenta, um método de fabricação de uma ferramenta de moldagem uma peça como, por exemplo, uma peça composta.

Antecedentes da Invenção

O documento US 5902535 descreve uma ferramenta de linha de molde interna (IML) para moldagem de infusão de resina de um componente em uma operação de moldagem de etapa única. A ferramenta IML compreende uma pluralidade de mandris em um projeto modular. Os mandris podem ser montados individualmente sobre uma montagem de pré-forma, e maneira que as configurações de superfícies na face inferior dos mandris se ajustem nas vigas e internervuras da montagem pré-forma.

Sumário da Invenção

Um primeiro aspecto da invenção proporciona uma ferramenta de moldagem compreendendo uma superfície de moldagem, e uma cavidade de mandril na superfície de moldagem, onde a cavidade de mandril é dotada de um locador de mandril configurado para engatar com um mandril de maneira a locar o mandril em uma posição desejada na cavidade de mandril.

O provimento de uma cavidade de mandril na superfície de moldagem possibilita que um mandril seja fácil e precisamente encaixado com relação à superfície de moldagem.

Tipicamente, o locador de mandril está configurado para engatar com o mandril por meio de uma conexão macho/fêmea (como, por exemplo, um furo ou um pino).

Pode ser formada uma pluralidade de cavidades de mandril na superfície de moldagem, que é tipicamente uma parte adjacente de material. Assim, cada cavidade de mandril pode ser usada para receber um mandril para um componente respectivo como, por exemplo, uma viga, ou um componente adicional como, por exemplo, um mastro, um suporte de nervura ou

um poste de costela.

A ferramenta pode ser apenas dotada de uma única superfície de moldagem em um lado - por exemplo, para formar uma metade de caixa de asa. Alternativamente, a ferramenta pode ser dotada de uma segunda superfície de moldagem (adjacente ou oposta à primeira superfície de moldagem); e uma ou mais cavidades de mandril na segunda superfície de moldagem, cada uma configurada para receber um mandril respectivo. Nesse caso, a ferramenta pode ser usada para formar uma peça tubular como, por exemplo, uma caixa de asa completa.

Tipicamente, cada cavidade foi formada pela remoção de material da ferramenta de moldagem - por exemplo, pela usinagem de uma barra chata.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um conjunto de ferramenta compreendendo:

uma ferramenta de moldagem de acordo com o primeiro aspecto da invenção;

um primeiro mandril configurado para encaixar em uma cavidade de mandril e formar um primeiro componente; e

um segundo mandril configurado para encaixar na cavidade de mandril e formar um segundo componente que é dotado de uma forma ou tamanho diferente do primeiro componente.

Portanto, a ferramenta pode ser usada em um conjunto de ferramenta modular, no qual uma variedade de mandris pode ser encaixada de maneira intercambiável na cavidade(s) de mandril para formar um componente desejado.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um conjunto de ferramenta compreendendo:

uma ferramenta de moldagem de acordo com o primeiro aspecto da invenção;

dois ou mais mandris de viga configurados para encaixar na cavidade de mandril respectiva e formar uma viga respectiva; e

um ou mais mandris adicionais configurados para encaixar em

uma cavidade de mandril adicional e formar um componente adicional respectivo.

Assim, a ferramenta de moldagem pode acomodar mandris para vigas e também para componentes adicionais como, por exemplo, suportes de nervura, mastros e/ou postes de costela.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um método de fabricação de uma peça, o método compreendendo:

formar um componente em um mandril;

encaixar o mandril em uma cavidade de mandril de uma ferramenta de moldagem;

dispor um painel com uma primeira parte do painel engatando uma superfície de moldagem da ferramenta de moldagem e uma segunda parte do painel engatando o componente no mandril;

consolidar a primeira parte do painel no componente comprimindo os mesmos contra o primeiro mandril; e

moldar a segunda parte do painel comprimindo o mesmo contra a superfície de moldagem da ferramenta de moldagem.

Dependendo da aplicação, o painel pode ser uma variedade de elementos. Nas modalidades preferidas abaixo descritas, o painel é um revestimento da asa ou parte de uma camada de capeamento que é enrolada ao redor da ferramenta de moldagem.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um método de fabricação de primeira e segunda peça, o método compreendendo:

fabricar a primeira peça por meio de:

dispor um primeiro componente em um primeiro mandril;

encaixar o primeiro mandril na cavidade de mandril de uma ferramenta de moldagem;

dispor um primeiro painel com uma primeira parte do painel engatando em uma superfície de moldagem da ferramenta de moldagem e uma segunda parte do painel engatando no primeiro componente no primeiro mandril;

consolidar a primeira parte do painel no primeiro componente

comprimindo os mesmos contra o primeiro mandril; e

moldar a segunda parte do painel comprimindo o mesmo contra a superfície de moldagem da ferramenta de moldagem;

remover o primeiro mandril da cavidade de mandril; e

fabricar a segunda peça por meio de:

dispor um segundo componente no segundo mandril;

encaixar o segundo mandril na cavidade de mandril da ferramenta de moldagem;

dispor um segundo painel com uma primeira parte do painel engatando na superfície de moldagem da ferramenta de moldagem e uma segunda parte do painel engatando no segundo componente no segundo mandril;

consolidar a primeira parte do painel no segundo componente comprimindo os mesmos contra o segundo mandril; e

moldar a segunda parte do painel comprimindo o mesmo contra a superfície de moldagem da ferramenta de moldagem.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um método de fabricação de uma peça, o método o compreendendo:

dispor um conjunto de componentes em uma ferramenta de moldagem; e

simultaneamente comprimir o conjunto de componentes na ferramenta de moldagem contra um painel de maneira a unir os componentes ao painel,

onde o conjunto de componentes inclui uma pluralidade de vigas, e um ou mais componentes adicionais.

Em uma modalidade da invenção, o método compreende adicionalmente:

dispor um segundo conjunto de componentes em uma ferramenta de moldagem; e

comprimir o segundo conjunto de componentes na ferramenta de moldagem contra um segundo painel de maneira a unir o segundo conjunto de componentes ao segundo painel,

onde o segundo conjunto de componentes é comprimido contra o segundo painel ao mesmo tempo em que o primeiro conjunto de componentes é comprimido contra o primeiro painel.

Por exemplo, em uma das modalidades abaixo descritas, o primeiro conjunto de componentes são vigas, etc. associadas a uma superfície superior de uma caixa de asa, e o segundo conjunto são vigas etc. associadas a uma superfície inferior de uma caixa de asa.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um conjunto de ferramenta compreendendo:

pelo menos duas ferramentas de linha de molde interna;

pelo menos duas ferramentas de linha de molde externa; e

um ou mais espaçadores, cada um adaptado para ser fixado de maneira removível entre as ferramentas de linha de molde interna de maneira a manter um espaçamento desejado entre as ferramentas de linha de molde interna.

Tal conjunto de ferramenta pode ser usado em um método para fabricar uma peça, o método compreendendo:

dispor um primeiro conjunto de componente em uma face externa de uma primeira ferramenta de linha de molde interna;

dispor um segundo conjunto de componente em uma face externa de uma segunda ferramenta de linha de molde interna;

encaixar um ou mais espaçadores entre as ferramentas de linha de molde interna com espaçador(s) engatando as faces internas das ferramentas de linha de molde interna de maneira a manter um espaçamento desejado entre as ferramentas de linha de molde interna;

formar uma camada ao redor das ferramentas de linha de molde interna;

encaixar as ferramentas de linha de molde externa em lados opostos das ferramentas de linha de molde interna;

moldar a peça comprimindo a camada e os componentes entre as ferramentas de linha de molde interna e externa;

remover o espaçador(s);

desengatar as ferramentas de linha de molde interna da peça após o espaçador(s) ter sido removidos; e

remover as ferramentas de linha de molde interna da peça.

O método possibilita que as ferramentas de linha de molde interna sejam facilmente removidas da peça composta após a formação da peça. Tipicamente, a peça é uma peça tubular como, por exemplo, uma caixa de asa inteira.

Um aspecto adicional da invenção proporciona um método de fabricação de uma peça, o método compreendendo:

dispor um conjunto de componentes e uma ou mais ferramentas de linha de molde interna;

formar uma camada ao redor da ferramenta(s)s de linha de molde interna;

encaixar um par de ferramentas de linha de molde externa em lados opostos da ferramenta(s) de linha de molde interna;

moldar a peça comprimindo a camada e os componentes entre as ferramentas de linha de molde externa; e

remover a ferramenta(s) de linha de molde interna da peça.

Tipicamente, a camada é formada enrolando ao redor da ou de cada ferramenta de linha de molde interna.

Tipicamente, a, ou cada, ferramenta de linha de molde interna é girada à medida que a camada é enrolada ao redor da ferramenta(s) de linha de molde interna, por exemplo, por uma máquina de enrolar filamento.

Os vários aspectos da invenção podem ser usados para formar uma peça de aeronave tal como toda ou metade de uma caixa de asa, ou podem ser usados em uma variedade de aplicações que não sejam de aeronave. A peça é tipicamente, apesar de não exclusivamente, formada de um material composto.

Breve Descrição dos Desenhos

As modalidades da invenção serão agora descritas com relação aos desenhos que a acompanham, nos quais:

A Figura 1 ilustra uma ferramenta de Linha de Molde Interna

(IML) para uma peça de metade de caixa de asa;

A Figura 2a ilustra uma primeira ferramenta de molde costas com costas;

A Figura 2b ilustra uma segunda ferramenta de molde costas com costas;

A Figura 3 ilustra a ferramenta IML com as pré-formas e mandris encaixados;

A Figura 4 ilustra uma montagem de cura para a metade de peça de caixa de asa;

A Figura 5 ilustra uma ferramenta de Linha de Molde Interna (IML) para uma peça de caixa de asa inteira;

A Figura 6 é uma vista em corte através de uma montagem de cura para uma peça de caixa de asa inteira;

A Figura 7 ilustra uma Linha de Molde Externa superior e inferior (OML) usada na montagem da Figura 6;

A Figura 8 é uma vista lateral de uma ferramenta IML de Engrenagem de Aterrissagem Principal (MLG) usada na montagem da Figura 6;

A Figura 9 é uma vista lateral de uma ferramenta Pilar IML usada na montagem da Figura 6;

A Figura 10 é uma vista em corte transversal ilustrando uma das superfícies entre a ferramenta IML MLG e a ferramenta IML de caixa de asa na montagem da Figura 6;

As Figuras de 11 a 18 ilustra a produção de metade de parte da caixa de asa; e

As Figuras de 19 a 22 ilustra a produção de uma peça de caixa de asa inteira.

Descrição Detalhada da(s) Modalidade(s)

As Figuras de 1 a 4 ilustram um processo para fabricar a metade de uma peça composta de caixa de asa. Uma ferramenta de linha de molde (IML) 1 ilustrada na Figura 1 compreende uma peça contínua de aço usinada de uma barra chata com uma face superior definindo uma superfície de moldagem superior. Uma cavidade de acolchoada de pilar 2 e uma cavi-

dade acolchoada de engrenagem de aterrissagem 4 são usinadas nas bordas de entrada e posteriores da superfície de moldagem superior. O material é então removido da superfície de moldagem superior por usinagem para formar um número de cavidades de mandril. As cavidades de mandril incluem os canais de mastro 5 percorrendo no sentido da envergadura ao longo das bordas de entrada e posteriores da ferramenta, quatro canais de viga 6 percorrendo no sentido da envergadura ao longo da ferramenta e três suportes de nervura 8 percorrendo na direção e um aerofólio através da ferramenta. Os canais de viga 6 e os canais de suporte de nervura 8 são dotados de uma base e de um par de paredes laterais opostas, ao passo que os canais de mastro, sendo formados na borda da superfície de moldagem superior, são dotados de uma base e de uma única parede lateral. Os furos posicionamento de mandril são proporcionados na base de cada cavidade de mandril. Um dos tais furos 9 está parcialmente visível na Figura 1. A superfície de moldagem superior está dividida pelas cavidades de mandril em um arranjo de ilhas 3. Os furos de posicionamento de ferramenta 7 são proporcionados na extremidade de base da ferramenta 1.

Uma cobertura de superfície flexível (como, por exemplo, um laminado de dobras pré-curadas) pode ser consolidada ou presa à superfície de moldagem superior antes da formação da cavidade de mandril. A cobertura de superfície flexível pode então ser usinada para formar um perfil de moldagem desejado, e perfurada de uma parte a outra para formar a ferramenta e os furos de posicionamento de mandril.

Uma ferramenta de molde de viga 10 está ilustrada na Figura 2a. A ferramenta compreende um par de mandris 11, 12 disposto costas com costas. Os mandris 11, 12 são similares na forma e assim apenas o mandril 11 será descrito em detalhe. Uma metade de viga é formada no mandril estendendo uma carga de laminado (como, por exemplo, um pré-impregnado) no mandril, e moldagem da carga contra duas faces 15, 16 do mandril. Isso pode ser alcançado por uma variedade de técnicas de fabricação. Por exemplo, um diafragma flexível pode ser estendido sobre a carga, e um lado do diafragma esvaziado para moldar a carga usando pressão hi-

drostática (em combinação com calor). Isso resulta em uma metade de viga em forma de L, que é estendida costa com costa com outra metade de viga formada sobre o mandril 12. Uma fileira de pré-formas de viga 30, cada qual formada de um par de metades de viga, está ilustrada na Figura 3.

Os mandris são dotados de pino de locação 13, 14 que encaixam nos furos locadores de mandril 9 na base da cavidade de mandril 6 para posicionar precisamente a ferramenta de molde de viga. Apesar de ser proporcionada a conexão macho/fêmea nesse caso por peças macho dos mandris, e os furos fêmeas nas cavidades de mandril, em uma modalidade alternativa das peças macho podem ser proporcionadas em lugar das cavidades de mandril.

Um mandril de tampa de mastro de borda de entrada 34, ilustrado na Figura 3, é usado para moldar uma pré-forma de tampa de mastro de borda de entrada 33 em uma maneira similar às vigas 30. Isto é, uma carga (como, por exemplo, uma pré-impregnada) é colocada no mandril 34, e moldada contra duas faces do mandril, por exemplo, por formação de vácuo. Uma pré-forma de tampa de mastro de borda de entrada 31 é formada em uma maneira similar no mandril de tampa de mastro 32.

As ferramentas de suporte de nervura costas com costas (não-ilustradas), similares à ferramenta de viga 10, são usadas para moldar a pré-forma de suporte de nervura em forma de T 36 ilustradas na Figura 3.

Pode ser usada uma disposição de linha de montagem para fabricar simultaneamente as pré-formas, maximizando, assim, o índice de produção.

Após a pré-formação da tampa de mastro, viga e suporte de nervura, as mesmas são transportadas para a ferramenta IML 1 nos seus mandris respectivos, e os mandris são encaixados em SUS canais respectivos na ferramenta conforme ilustrado na Figura 3. As pré-formas podem ser curadas ou não curadas antes de serem encaixadas na ferramenta 1.

Deve ser observado que dois canais laterais (isto é, os canais de viga 6 e os canais de suporte de nervura 8) recebem seu mandril respectivo como uma ajustagem precisa posiciona o mandril.

A Figura 4 ilustra uma montagem de cura incluindo a ferramenta IML 1 e uma ferramenta de linha de molde externa (OML) 40. A ferramenta OML 40 está situada horizontalmente em um padrão de cura (não-ilustrado) usando os furos de posicionamento (não-ilustrados) na ferramenta. Um revestimento 41 está estendido na ferramenta OML 40. O revestimento 41 pode ser estendido manualmente ou usando uma máquina de estender fita, com tecido pré-impregnado ou tecido. A ferramenta IML 1 (com as préformas e mandris no lugar conforme ilustrado na Figura 3) é invertida e colocada no topo do revestimento para formar a montagem ilustrada na Figura 4. Os pinos de cavilha 42 que se estendem da ferramenta OML 40 se encaixam nos furos de posicionamento (vide Figura 1) na ferramenta IML 1 a fim de posicionar precisamente as ferramentas IML e OML com relação uma a outra.

A montagem da Figura 4 é então vedada e encapsulada entre um par de diafragmas flexíveis. É aplicado um vácuo entre os diafragmas para comprimir as ferramentas IML e OML juntas, e são aplicados calor e pressão em uma autoclave para curar os componentes e unir os mesmos juntos.

Durante a cura, o revestimento 41 é dotado de um número de partes que engatam com (e são comprimidos contra) as ilhas 3 na ferramenta IML 1 e são então moldadas (em sua face interna) para amoldar a forma das ilhas 3. Outras pares do revestimento engatam com (e são comprimidos contra) as vigas 30, os suportes de nervura 36, as tampas de mastro 31, 33 de maneira a unir os mesmos juntos. Os componentes 30, 36, 31, 33 são comprimidos e moldados em seu outro lado por seus respectivos mandris.

A peça de metade de asa resultante é então removida das ferramentas de molde, e entradas e quaisquer outras áreas críticas são usinadas para proporcionar uma peça pronta para montagem. Na montagem final da caixa de asa, os suportes de nervura 36 são presas às tramas de nervura (não-ilustrado) e as tampas de mastro 31, 33 são presas nas tramas de mastro (não-ilustrado). As tramas de nervura e as tramas de mastro são presas sucessivamente a outra peça de metade de asa similar (também não-

ilustrado). Alguma fixação adicional das tampas de mastro pode ser requerida em áreas cortantes altas.

A ferramenta IML 1 pode ser usada como parte de um conjunto de ferramenta modular contendo um número de mandris diferentes, cada um configurado para encaixar na cavidade de mandril e formar um componente composto respectivo. Assim por exemplo, as ferramentas de molde de viga 10 podem ser removidas dos canais de mandril de viga 6 e substituído com ferramentas de molde de viga alternativas que, ao mesmo tempo em que são moldadas e dimensionadas para receber uma ajustagem precisa nos canais 6, estão configuradas para formar uma viga de um formato ou tamanho diferente. Portanto, por exemplo, uma ferramenta de molde de viga 10' ilustrada na Figura 2b pode ser usada para formar uma viga em forma de L 30' (em lugar da viga em forma de T 30 formada pela ferramenta 10(em um processo de co-cura/consolidação subsequente com um revestimento diferente. A mesma abordagem modular pode ser empregada para as tampas de mastro e os suportes de nervura. Isso possibilita que a mesma ferramenta IML seja usada para formar um número de peças diferentes em cada uma é dotada de um formato geral comum (conforme definido pelas ilhas 3 que formam a superfície de moldagem superior) mas são dotados de componentes diferentes. Isso reduz a contagem de peça, minimizando, por meio disso, os custos de fabricação.

A ferramenta IML 1 é dotada de uma cavidades de mandril de viga 5, e cavidades de mandril adicionais cada qual configurada para receber um mandril para um componente adicional (nesse caso, as tampas de mastro e suportes de nervura). Essa abordagem de usinagem integrada economiza tempo de fabricação uma vez que possibilita que as vigas, as tampas de mastro e os suportes de nervura sejam simultaneamente consolidados no revestimento.

As Figuras de 5 a 11 ilustram um processo para fabricar uma peça composta de caixa de asa inteira.

Uma ferramenta de linha de molde interna (IML) 50 ilustrada na Figura 5 compreende uma peça de aço adjacente com uma face superior

definindo uma superfície de moldagem superior, uma face inferior (oposta à face superior) definindo uma superfície de moldagem inferior, e faces de entrada e posterior (adjacentes à face superior e inferior) definindo as superfícies de moldagem de entrada e posterior. São formadas as cavidades acolchoada de pilar 53 e uma cavidade acolchoada de engrenagem de aterrissagem 52 nas bordas de entrada e posterior da superfície de moldagem superior. As superfícies de moldagem são estão usinadas para formar dois pares de canais de mastro superior e inferior 55, os canais de viga 54 percorrendo no sentido da envergadura ao longo da ferramenta, e canais de suporte de nervura superiores e inferiores 51 percorrendo na direção de um aerofólio através da ferramenta. Apenas os canais de suporte de nervura superior 51 estão ilustrados na Figura 5, mas canais de nervura similares são formados na superfície de moldagem inferior oculta. As ilhas 58 estão situadas entre os canais. As cavidades de poste de costela 57 são formadas nas superfícies de moldagem de entrada e posterior em linha com o suporte de nervura para os canais 51. Apenas duas cavidades de poste e costela 57 estão ilustradas na Figura 5, mas uma terceira cavidade de poste de costela pode ser proporcionada na linha com o canal de suporte de nervura 51 na extremidade distante da ferramenta. São formadas superfícies planas na superfície de moldagem inferior nas posições desejadas das entradas na caixa de asa concluída. Apenas uma única superfície plana 56 na extremidade de base da ferramenta IML está ilustrada na Figura 5, mas uma série de tais superfícies planas está posicionada ao longo da extensão da superfície de moldagem inferior oculta.

Uma cobertura de superfície flexível (como, por exemplo, um laminado de dobras pré-curadas) pode ser enrolada ao redor da ferramenta 50 (e então consolidada ou presa no lugar) antes da cavidade de mandril ter sido formada. A cobertura de superfície flexível pode então ser usinada para formar um perfil de moldagem desejada.

As vigas, os suportes de nervura e as tampas de mastro são formados de maneira similar às vigas, os suportes de nervura e as tampas de mastro ilustradas na Figura 3, e fixadas no lugar em suas cavidades res-

pectivas na ferramenta IML 50. Os postes de costela (não-ilustrados) são também moldados nas ferramentas costas com costas similares à ferramenta de vigas de ferramenta 10 ilustrados na Figura 3, e as ferramentas são encaixadas nas cavidades de poste de costela 57.

Um conjunto de quatro hastes de suporte 49 está ilustrado na Figura 6. Uma série de tais conjuntos de hastes de suporte 49 está montada em intervalos em um eixo 69 que percorre ao longo da linha central da ferramenta 50, com as extremidades das hastes 49 engatando nos cantos internos da ferramenta. O eixo 69 é girado, e uma camada de capeamento 58 está enrolada na ferramenta IML 50 por uma máquina de enrolamento de filamento à medida que gira. A camada de capeamento 58 compreende uma série de dobras de capeamento. As fibras na maioria das dobras de capeamento são prováveis a percorrer em um ângulo de aproximadamente 90° na direção no sentido da envergadura da ferramenta (isto é, o eixo geométrico de rotação da ferramenta). Contudo, os ângulos de até 45° podem ser alcançados movendo o carretel da máquina de enrolamento de filamento em um ângulo para o eixo à medida que o carretel se desenrola.

A Figura 6 ilustra uma montagem de cura incluindo a ferramenta IML 50, uma ferramenta de OML de cobertura superior 53, uma ferramenta de OML de cobertura inferior 54, uma ferramenta IML de Engrenagem de Aterrissagem Principal (MLG), e uma ferramenta de Pilar IML 52.

A ferramenta de OML de cobertura inferior 54 está situada horizontalmente em um padrão de cura (não-ilustrado) com pinos de usinagem passando através dos furos de posicionamento 56 (ilustrados na Figura 7) na ferramenta 54. Um revestimento inferior 57 está estendido na ferramenta de OML de cobertura inferior 54. A ferramenta IML 50 (com as pré-formas e mandris no local conforme ilustrado na Figura 6) está colocado no topo do revestimento 57 conforme ilustrado na Figura 6, com os pinos do padrão de usinagem passado através de furos (não-ilustrados) na ferramenta IML 50 para posicionar precisamente as ferramentas IML e OML com relação uma a outra.

A ferramenta IML MLG 51 e a ferramenta de Pilar IML 52 são

então posicionadas no lugar conforme ilustrado na Figura 6.

A ferramenta IML MLG 51 está ilustrada em detalhe na Figura 8. A ferramenta 51 está simétrica ao redor de sua linha central, de maneira que apenas a metade superior será descrita em detalhe. A metade superior compreende uma chapa de coifa superior com uma face superior 60 que engata o revestimento superior 59 e uma face lateral 64 que engata a camada de capeamento 58. A face lateral 64 se estende em um flange com um furo guia 61. Um pino 62 é dotado de uma porca 63 rosqueada em sua extremidade distal (não-ilustrado).

A porca 63 engata a porca transportada pela chapa de coifa inferior, e uma das, ou ambas as, porcas pode ser girada para ajustar o espaçamento entre as chapas de coifa, assegurando, assim a espessura precisa para o revestimento superior e inferior 57, 59.

Uma interface entre a ferramenta IML MLG e a ferramenta 50 está ilustrada na Figura 10. A ferramenta 51 pode se estender ao longo da extensão da ferramenta 50, ou pode estar situada em linha com a cavidade acolchoada de engrenagem de aterrissagem 52. A ferramenta 50 é dotada de um furo guia 65 alinhado com o furo guia 61 na ferramenta 51. Um furo guia 66 é perfurado através da camada de capeamento 68 em linha com os furos guia 61, 65. Um pino 80 é passado através dos furos guia 61, 65, 66 e preso no lugar pelas porcas 82, 83. Um aro cilíndrico 81 é encaixado no pino 80 e engata as faces opostas das ferramentas 50, 51. A extensão do aro 81 é cuidadosamente controlada para ajustar precisamente o espaçamento entre as ferramentas, e, assim, a espessura da camada de capeamento 58.

A ferramenta de Pilar IML 52 está ilustrada em detalhe da Figura 9. A mesma é dotada de construção similar a da ferramenta 51, portanto, não será descrita em detalhe. As interfaces de pino similares são proporcionadas entre a ferramenta 52 e a ferramenta IML 50.

As ferramentas 51, 52, 52 são então presas, removidas do padrão, e giradas a 180°.

A ferramenta de cobertura superior OML 53 é posicionada horizontalmente no padrão de cura usando os pinos no padrão de cura passan-

do através dos furos de posicionamento 56 na ferramenta 53. Um revestimento superior 59 se estende na ferramenta de cobertura superior OML 53. As ferramentas 50, 51, 52 são então colocadas no topo do revestimento 59, com os pinos do padrão de usinagem passando através dos furos (não-ilustrado) na ferramenta IML 50 para posicionar precisamente as ferramentas IML e OML com relação uma a outra.

A montagem da Figura 6 é então presa, vedada e ensacada para curar em uma autoclave.

A ferramenta IML 50 (juntamente com a ferramenta IML 1) pode ser usada como parte de um conjunto de ferramenta modular contendo uma quantidade de mandris diferentes, cada configurado para encaixar em uma cavidade de mandril e formar um componente composto respectivo.

A ferramenta IML 50 é dotada de uma cavidade de mandril de viga, e cavidades de mandril adicionais, sendo cada uma configurada para receber um mandril para um componente adicional (nesse caso, tampas de mastro, postes de costela e suportes de nervura). A abordagem de usinagem integrada economiza tempo de fabricação uma vez que possibilita que as vigas, as tampas de mastro, postes de costela e suportes de nervura sejam simultaneamente unidos. Ainda, a ferramenta IML de caixa de asa inteira possibilita que o revestimento superior e inferior sejam unidos aos seus componentes respectivos ao mesmo tempo, reduzindo o tempo e o custo de montagem comparado com a versão de metade de caixa de asa. Ainda, não há nenhuma montagem adicional requerida para prender as tampas de mastro em uma trama de mastro - a trama de mastro sendo proporcionada pela camada de capeamento 58.

Contudo, a versão de caixa de metade de asa, produzindo uma peça menor, possibilita a realização de teste não destrutivo mais facilmente na peça.

As ferramentas OML são então removidas, e as ferramentas IML removidas da extremidade de base maior da peça de caixa de asa inteira. As entradas e quaisquer outras áreas críticas são então usinadas para proporcionar uma peça pronta para montagem. Durante a montagem, as

tramas de nervura são passadas através da extremidade de base da caixa de asa e presas nos postes de costela e nos suportes de nervura. Pode ser requerida alguma fixação adicional das tampas de mastro nos revestimentos 57, 59 na áreas de corte alto.

As Figuras de 11 a 16 ilustram um processo alternativo para fabricar uma peça composta de metade de caixa de asa. O processo é similar ao processo ilustrado nas Figuras de 1 a 4, e apenas as diferenças serão descritas em detalhe. Uma ferramenta IML 100 ilustrada na Figura 13 é formada de uma barra chata 101 ilustrada na Figura 11 que é primeiro usinada para formar uma superfície de linha de molde interna, canais de mastro e cavidades acolchoadas, conforme ilustrado na Figura 12, e então usinadas para formar a viga e as cavidades de suporte de nervura, conforme ilustrado na Figura 13. A ferramenta 100 recebe os mesmos mandris da ferramenta 1, e os mesmos estão ilustrados individualmente na Figura 13 antes da inserção nas suas respectivas cavidades de mandril. A Figura 14 ilustra os mandris e pré-formas no lugar, e a Figura 15 ilustra uma camada de capeamento 102 que é então drapejada na ferramenta.

As chapas de coifa 103, 104 são então encaixadas nas bordas de entrada e posterior, conforme ilustrado na Figura 16. Conforme ilustrado na Figura 17, um revestimento 105 está estendido em uma ferramenta OML 106. A ferramenta 100 está colocada no revestimento 105, conforme ilustrado na Figura 18, e os pinos de cavilha se estendendo da chapa 111 são inseridos nos furos da ferramenta OML e nas chapas de coifa para posicionar precisamente as peças. Quatro dos pinos de cavilha de 107 a 110 estão ilustrados na figura 18, os outros pinos de cavilha estando ocultos. A montagem da Figura 18 é então ensacada, e curada em uma autoclave.

As figuras de 19 a 22 ilustram um processo alternativo par fabricar uma peça composta de caixa de asa inteira. Um par de ferramentas IML 120, 121 semelhante à ferramenta IML 100 está encaixado com pré-formas, conforme ilustrado na Figura 21. Quatro chapas espaçadoras intercostais 122, ilustradas na Figura 19, são encaixadas removíveis entre as ferramentas IML 121, 120. As faces superior e inferior das chapas espaçadoras enga-

tam as faces internas das ferramentas de linha de molde interna de maneira a manter um espaçamento desejado entre as mesmas. Uma camada de capeamento 123 é então enrolada na montagem conforme ilustrado na Figura 21. Ao contrário da montagem da Figura 6 na qual a montagem é girada em um eixo que percorre ao longo da linha central da ferramenta, a montagem da Figura 21 pode ser girada pelas chapas espaçadoras 122.

Após a formação da camada de capeamento 123, as chapas de coifa 124, 125 ilustradas na Figura 20 são encaixadas conforme ilustrado na Figura 22. As ferramentas OML superior e inferior 126, 127 (ambas transportando revestimentos, não identificados) são então encaixadas conforme ilustrado na Figura 22. A montagem da Figura 22 é então ensacada, e curada em uma autoclave.

Após a cura, as ferramentas OML 126, 127 e as chapas de coifa 124, 125 são removidas. As quatro chapas espaçadoras intercostais 122 podem então ser removidas da base e extremidade de ponta da caixa de asa, ou formar as bordas de entrada e posterior. Isso possibilita as ferramentas IML 120, 121 a serem desengatadas da caixa de asa curada (movendo a ferramenta superior 121 para baixo, e movendo a ferramenta inferior 120 para cima) e removidas da extremidade de base ou da extremidade de ponta.

Apesar de a invenção ter sido descrita acima com relação a uma ou mais modalidades preferidas, deve ser observado que podem ser feitas várias alterações ou modificações sem se afastar do escopo da invenção conforme definida nas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricar uma peça, o método compreendendo as etapas de:

formar um componente em um mandril;

encaixar o mandril em uma cavidade de mandril de uma ferramenta de moldagem;

dispor um painel com uma primeira parte do painel engatando uma superfície de moldagem da ferramenta de moldagem e uma segunda parte do painel engatando o componente no mandril;

consolidar a primeira parte do painel no componente comprimindo os mesmos contra o mandril; e

moldar a segunda parte do painel comprimindo o mesmo contra a superfície de moldagem da ferramenta de moldagem.

2. Método para fabricar primeira e segunda peças, o método compreendendo as etapas de:

fabricar a primeira peça pelo método como definido na reivindicação 1, onde o componente é um primeiro componente, o mandril é um primeiro mandril, e o painel é um primeiro painel;

remover o primeiro mandril da cavidade de mandril; e

fabricar a segunda peça pela repetição do método como definido na reivindicação 1, em que o componente é um segundo componente, o mandril é um segundo mandril, e o painel é um segundo painel.

3. Ferramenta de moldagem compreendendo uma superfície de moldagem, e uma cavidade de mandril na superfície de moldagem, em que a cavidade de mandril é dotada de um locador de mandril configurado para engatar com um mandril de maneira a posicionar o mandril em uma posição desejada na cavidade de mandril.

4. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 3, em que o locador de mandril está configurado para engatar com o mandril por meio de uma conexão macho/fêmea.

5. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 4, em que o locador de mandril compreende um furo na cavidade de mandril.

6. Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, compreendendo uma pluralidade de cavidades de mandril formadas na superfície de moldagem.

7. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 6, em que as cavidades de mandril são formadas em uma peça adjacente de material.

8. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 6 ou 7, compreendendo:

duas ou mais cavidades de mandril de viga na superfície de moldagem, cada cavidade configurada para receber um mandril de viga respectivo; e

uma ou mais cavidades de mandril adicionais na superfície de moldagem. Cada cavidade configurada para receber um mandril para um componente adicional.

9. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 8, em que pelo menos uma das cavidades de mandril adicionais se estende em um ângulo para as cavidades de mandril de viga.

10. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, em que cada cavidade de mandril de viga é dotada de um par de paredes laterais opostas, e pelo menos uma das cavidades de mandril adicionais se estende em uma borda da superfície de moldagem e é dotada apenas de uma única parede lateral.

11. Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 10, compreendendo adicionalmente:

uma segunda superfície de moldagem; e

uma ou mais cavidades de mandril na segunda superfície de moldagem; cada cavidade configurada para receber um mandril respectivo.

12. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 11, em que a segunda ferramenta de molde está posicionada em um lado oposto à ferramenta para a primeira superfície de moldagem.

13. Ferramenta, de acordo com a reivindicação 11, em que a segunda ferramenta de molde está posicionada em uma lateral adjacente à ferramenta para a primeira superfície de moldagem.

14. Ferramenta, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 13, em que cada cavidade foi formada pela remoção de material de uma ferramenta de moldagem.

15. Método de fabricação de ferramenta de molde, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 14, o método compreendendo a formação de cada cavidade de mandril pela remoção de material da ferramenta de moldagem.

16. Conjunto de ferramenta, compreendendo:

uma ferramenta de moldagem compreendendo uma superfície de moldagem, e uma cavidade de mandril na superfície de moldagem; e

um mandril configurado para encaixar na cavidade de mandril e formar um componente.

17. Conjunto, de acordo com a reivindicação 16, compreendendo adicionalmente um mandril configurado para encaixar na cavidade de mandril e formar um segundo componente que é dotado de uma forma ou tamanho diferentes do primeiro componente.

18. Conjunto, de acordo com a reivindicação 16 ou 17, em que cada cavidade de mandril é dotada de um locador de mandril e o mandril é dotado de uma peça que está configurada para engatar com o locador de mandril de maneira a posicionar o mandril em uma posição desejada na cavidade de mandril.

19. Conjunto, de acordo com a reivindicação 18, em que o mandril engata com o locador de mandril por meio de uma conexão macho/fêmea.

20. Conjunto, de acordo com a reivindicação 19, em que o mandril é dotado de uma peça macho que engata com um locador de mandril fêmea.

21. Conjunto, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 16 a 20, em que a cavidade de mandril é dotada de uma base e de um par de paredes laterais opostas, e em que o mandril está configurado para receber uma ajustagem precisa na cavidade de mandril.

22. Ferramenta, compreendendo:

a ferramenta de molde como definida na reivindicação 8;

dois ou mais mandris de viga cada mandril configurado para encaixar em uma das cavidades de mandril de viga respectiva e formar uma viga respectiva;

e um ou mais mandris adicionais, cada mandril configurado para encaixar em uma respectiva das cavidades de mandril adicionais e formar um componente adicional respectivo.

23. Método de fabricação de uma peça, o método compreendendo as etapas de:

dispor um conjunto de componentes em uma ferramenta de moldagem; e

comprimir simultaneamente o conjunto de componentes na ferramenta de moldagem contra um painel de maneira a unir os componentes ao painel;

em que o conjunto de componentes inclui uma pluralidade de vigas, e um ou mais componentes adicionais.

24. Método, de acordo com a reivindicação 23, adicionalmente compreendendo as etapas de:

dispor um segundo conjunto de componentes na ferramenta de modulação; e

comprimir o segundo conjunto de componentes na ferramenta de modulação contra um segundo painel de maneira a unir o segundo conjunto de componentes no segundo painel,

em que o segundo conjunto de componentes é comprimido contra o segundo painel ao mesmo tempo em que o primeiro conjunto de componentes é comprimido contra o primeiro painel.

25. Ferramenta compreendendo:

pelo menos duas ferramentas de linha de molde;

pelo menos duas ferramentas de molde externas; e

um ou mais espaçadores, cada espaçador adaptado para ser encaixado de maneira removível entre as ferramentas de linha de molde externas de maneira a manter um espaçamento desejado entre as ferramentas

de linha de molde internas.

26. Método de fabricação de uma peça, o método compreendendo as etapas de:

dispor um primeiro conjunto de componente em uma face externa de uma primeira ferramenta de linha de molde interna;

dispor um segundo conjunto de componente em uma face externa de uma segunda ferramenta de linha de molde interna;

encaixar um ou mais espaçadores entre as ferramentas de linha de molde interna com espaçador(s) engatando as faces internas das ferramentas de linha de molde interna de maneira a manter um espaçamento desejado entre as ferramentas de linha de molde interna;

formar uma camada ao redor das ferramentas de linha de molde interna;

encaixar as ferramentas de linha de molde externa em lados opostos das ferramentas de linha de molde interna;

moldar a peça comprimindo a camada e os componentes entre as ferramentas de linha de molde interna e externa;

remover o espaçador(s);

desengatar as ferramentas de linha de molde interna da peça após o espaçador(s) ter sido removidos; e

remover as ferramentas de linha de molde interna da peça.

27. Método de fabricação de uma peça, o método compreendendo:

dispor um conjunto de componentes e uma ou mais ferramentas de linha de molde interna;

formar uma camada ao redor da ferramenta(s)s de linha de molde interna;

encaixar um par de ferramentas de linha de molde externa em lados opostos da ferramenta(s) de linha de molde interna;

moldar a peça comprimindo a camada e os componentes entre as ferramentas de linha de molde externa; e

remover a ferramenta(s) de linha de molde interna da peça.

28. Método, de acordo com a reivindicação 26 ou 27, em que a peça é uma caixa de asa.

29. Método, de acordo com a reivindicação 26, 27 ou 28 em que a camada é formada enrolando ao redor de cada ferramenta de linha de molde interna.

30. Método, de acordo com a reivindicação 29, em que cada ferramenta de linha de molde interna é girada à medida que a camada é enrolada ao redor da ferramenta(s) de linha de molde interna.

31. Peça fabricada pelo método como definido em qualquer uma das reivindicações de método precedentes.

32. Conjunto de ferramenta compreendendo:

a ferramenta de molde como definida em qualquer uma das reivindicações de 3 a 14; e

um mandril configurado para encaixar na cavidade de mandril e formar um componente.

33. Conjunto de ferramenta, de acordo com a reivindicação 32, em que o mandril é dotado de um orifício que está configurado para engatar com o locador de mandril de maneira a posicionar o mandril em uma posição desejada na cavidade de mandril.

34. Conjunto de ferramenta, de acordo com a reivindicação 33, em que o mandril é dotado de uma peça macho que engata com um locador de mandril fêmea.

35. Conjunto, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 32 a 34 em que a cavidade de mandril é dotada de uma base e de um par de paredes de lados opostos e em que o mandril está configurado para ser recebido como uma ajustagem precisa na cavidade de mandril.

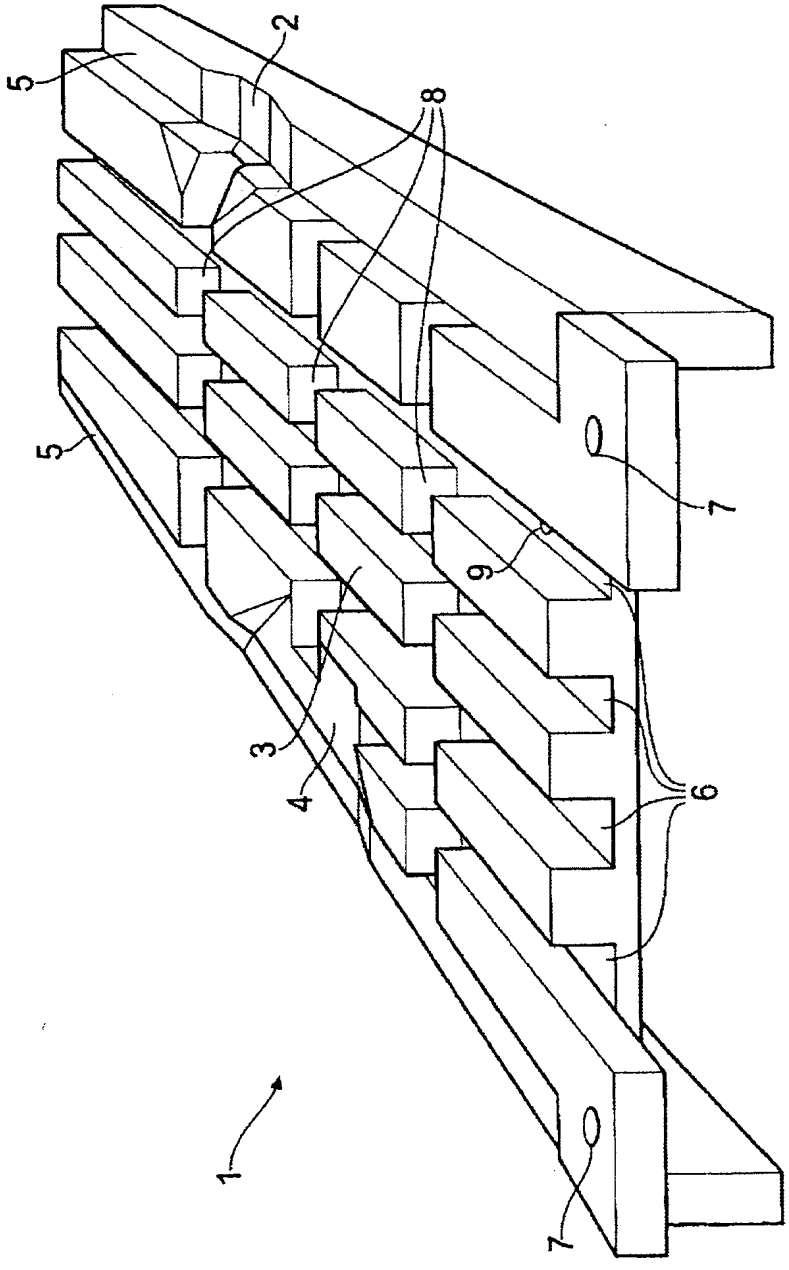


Fig. 1

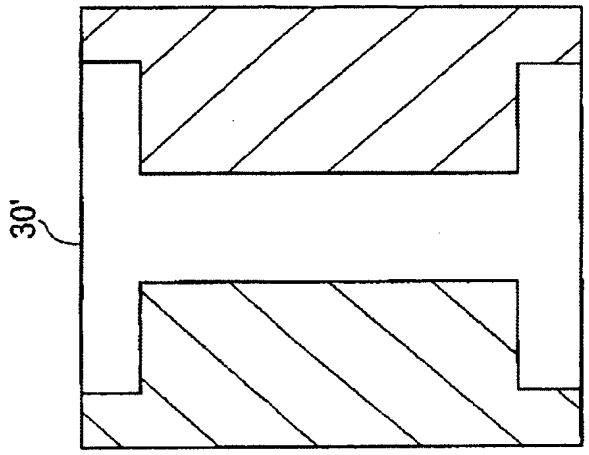


Fig. 2b

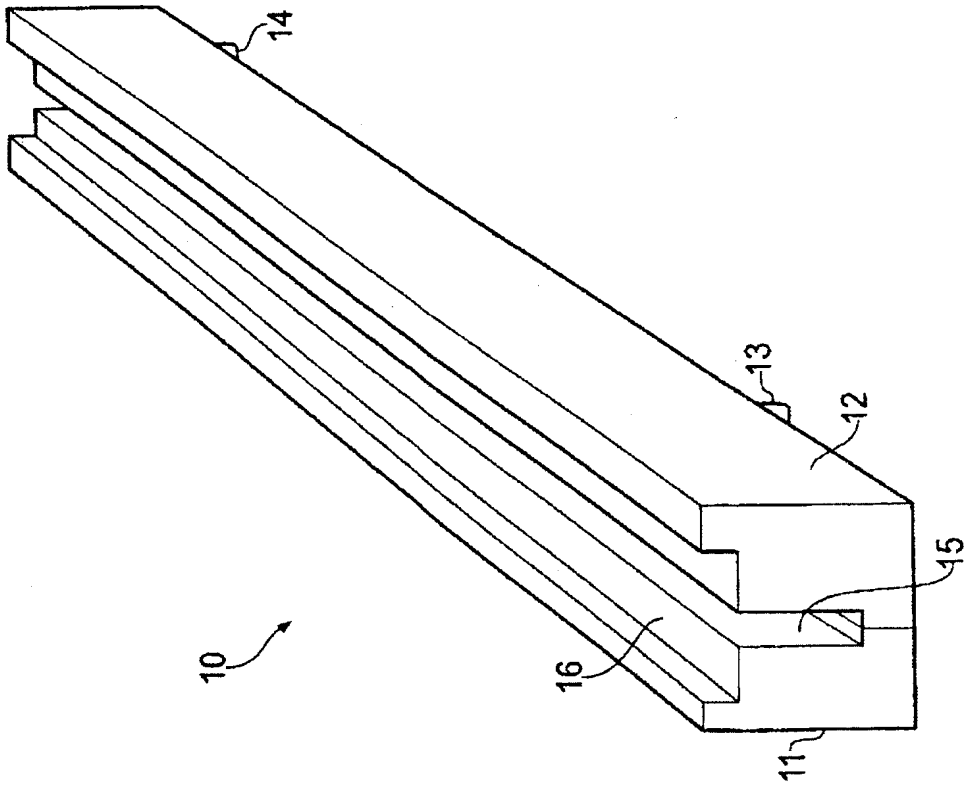


Fig. 2a

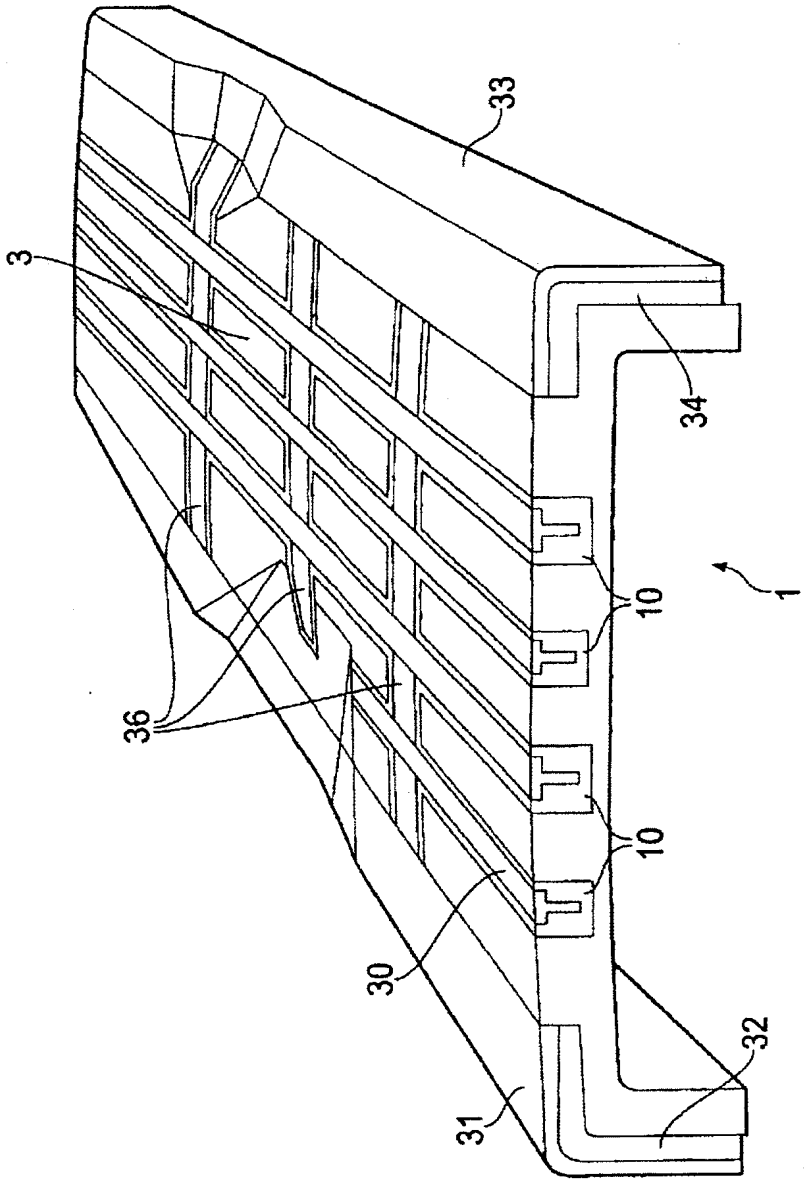


Fig. 3

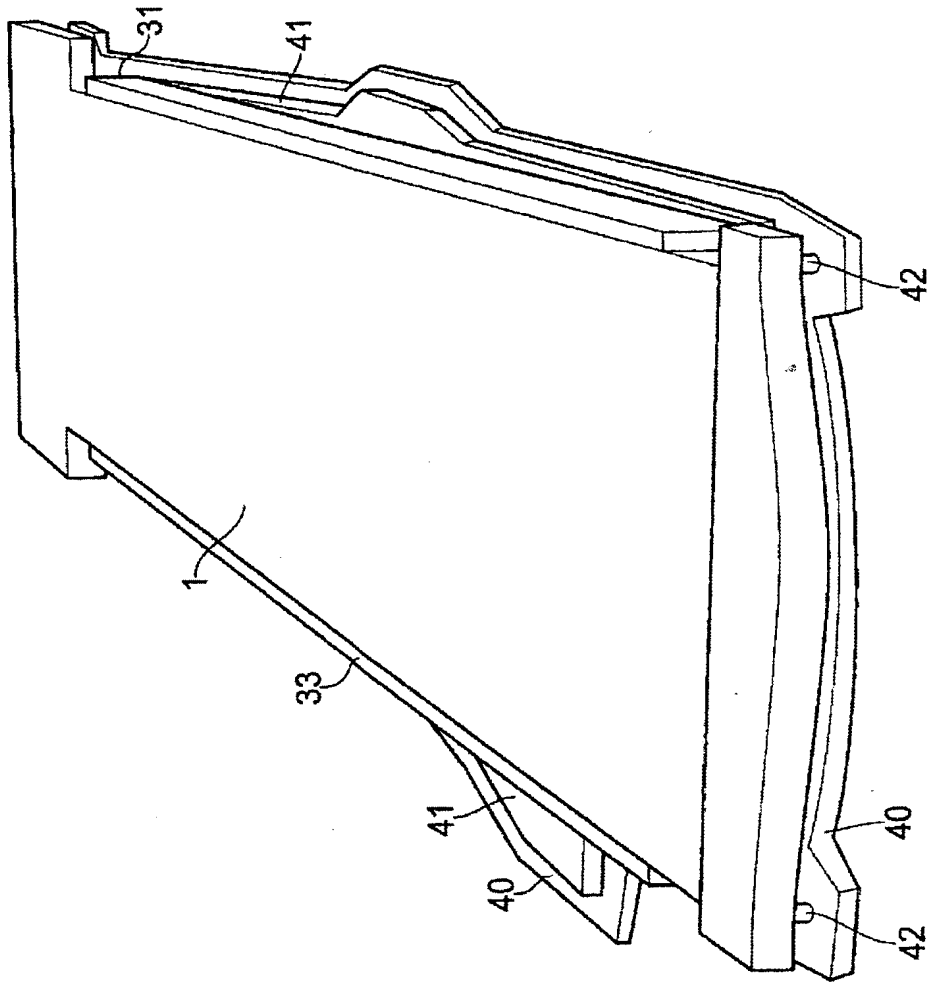


Fig. 4

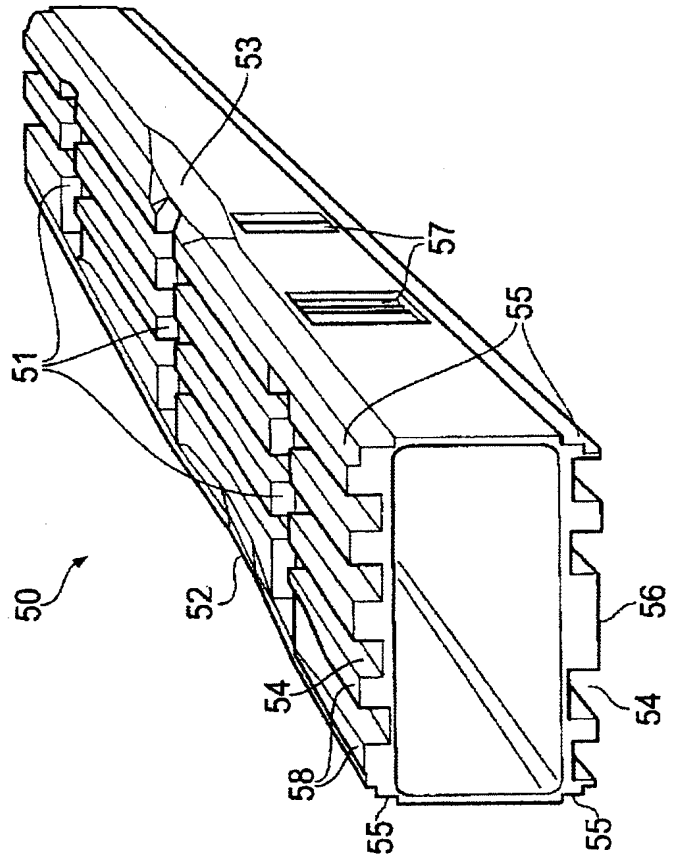


Fig. 5

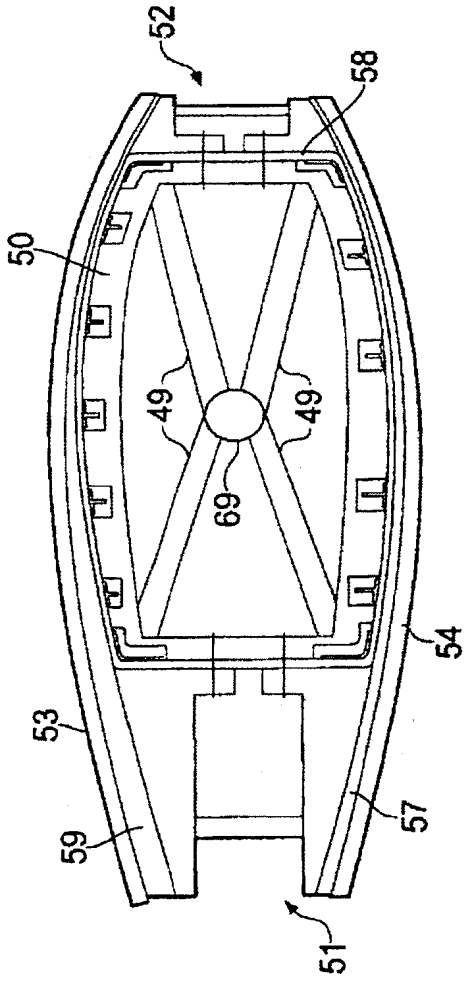


Fig. 6

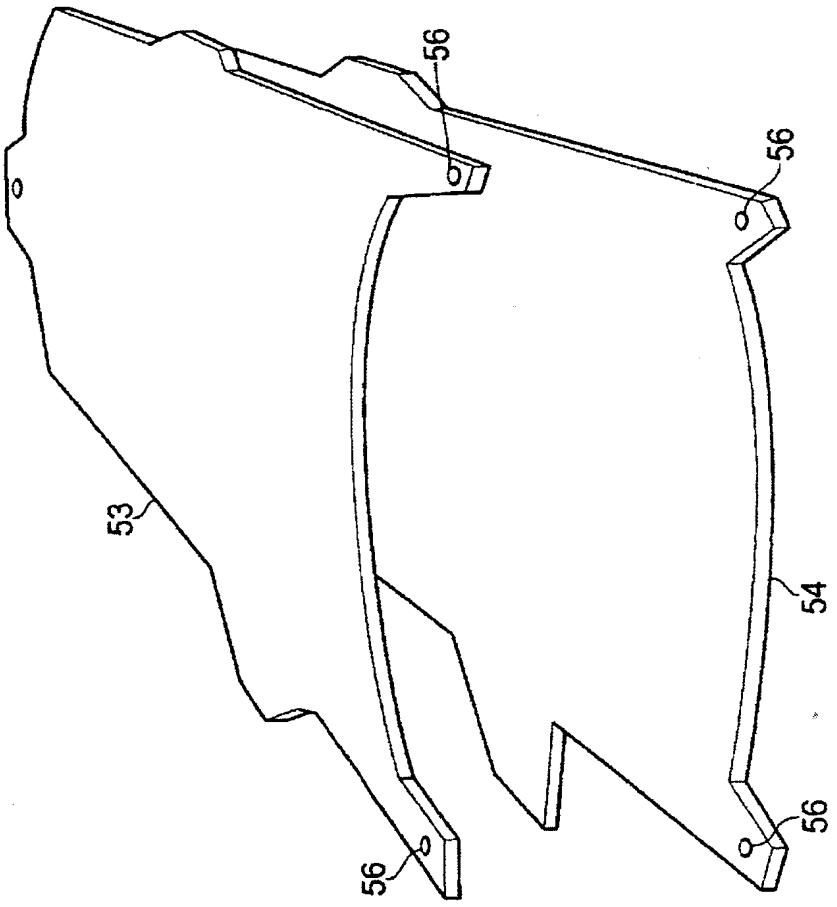


Fig. 7

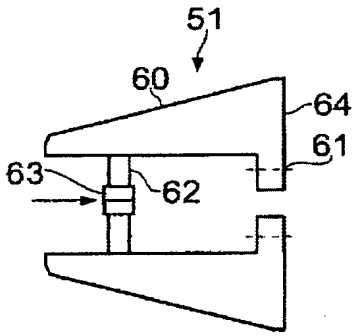


Fig. 8

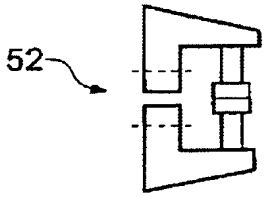


Fig. 9

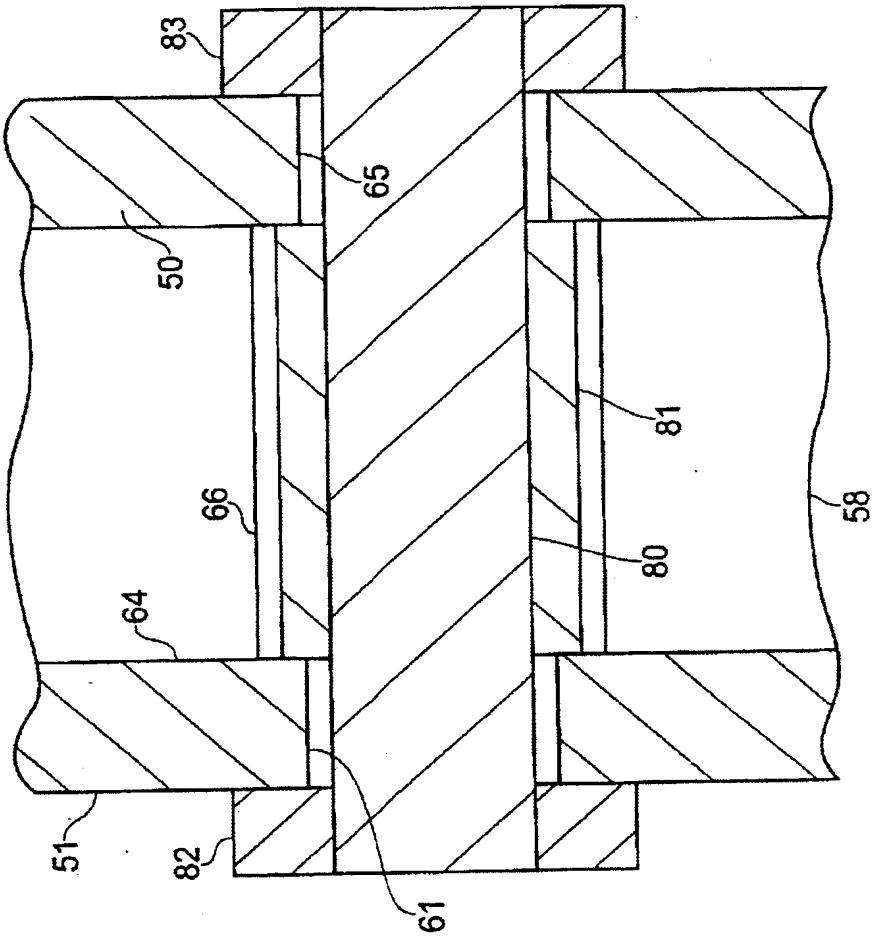


Fig. 10

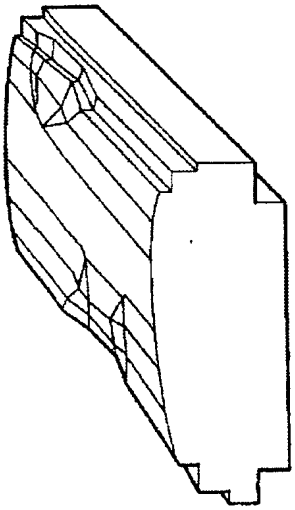


Fig. 12

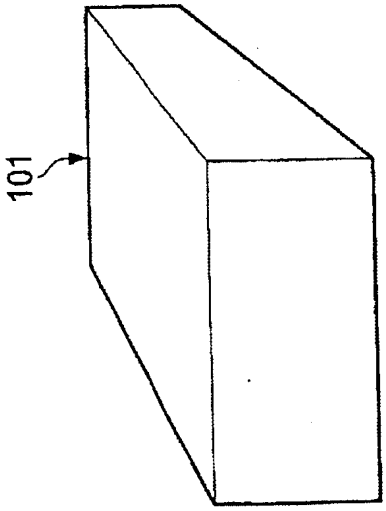


Fig. 11

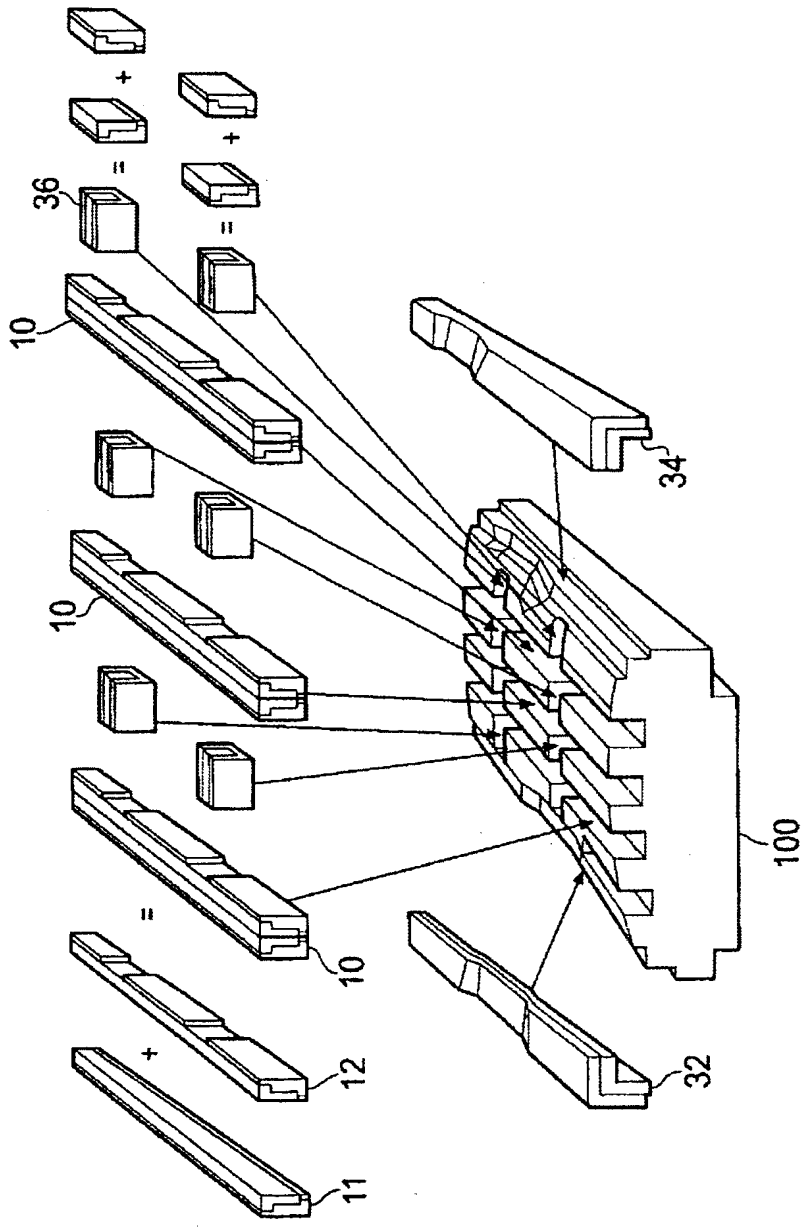


Fig. 13

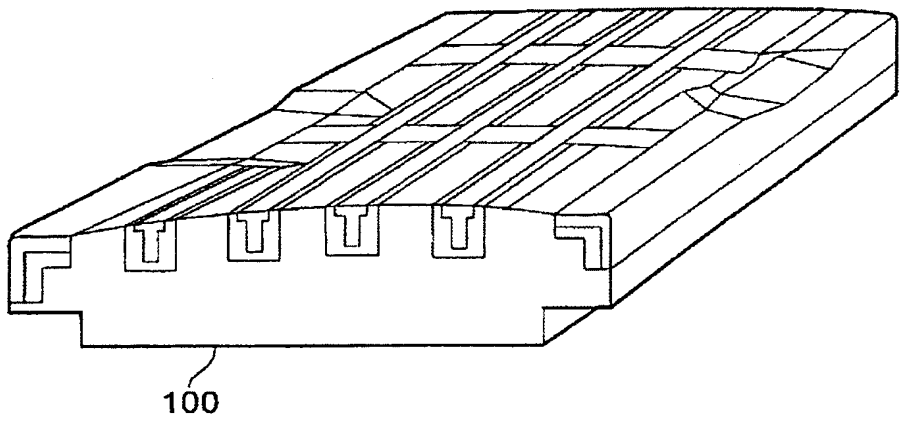


Fig. 14

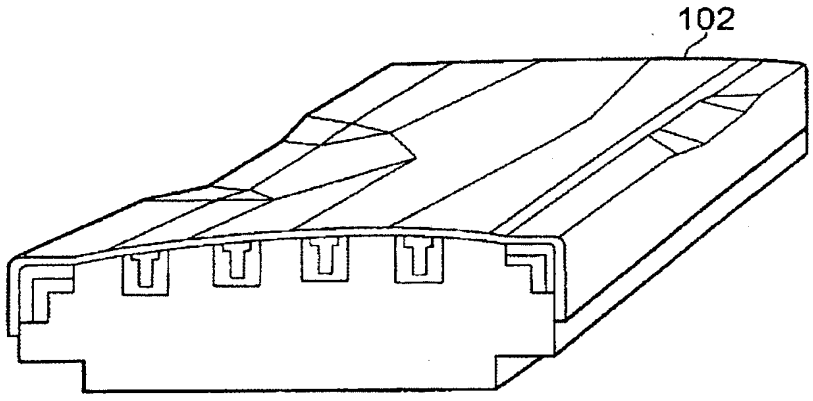


Fig. 15

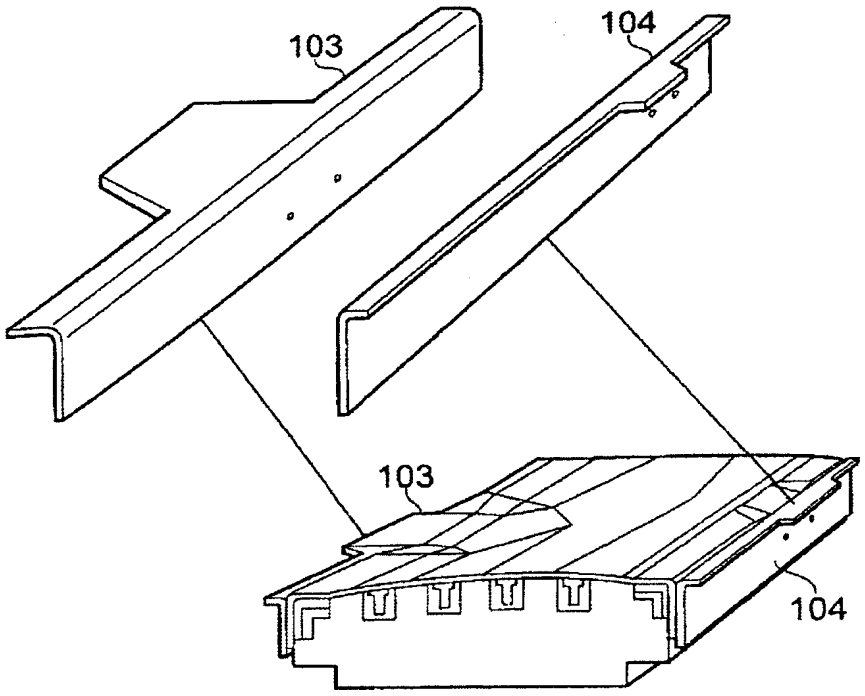


Fig. 16

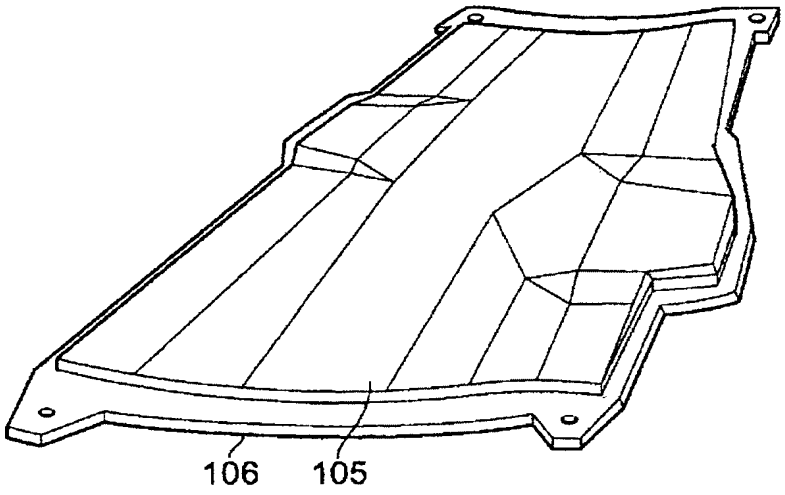


Fig. 17

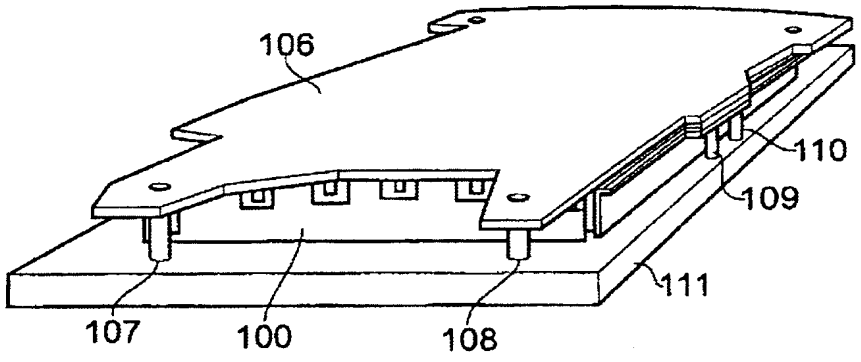


Fig. 18

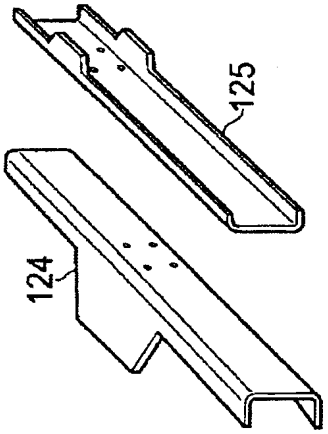


Fig. 20

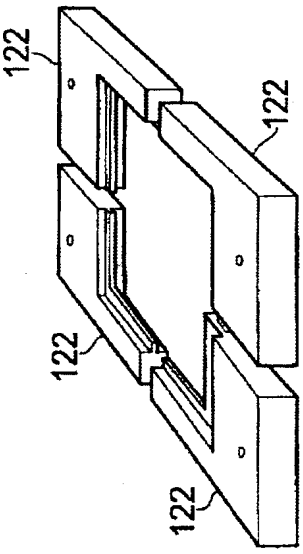


Fig. 19

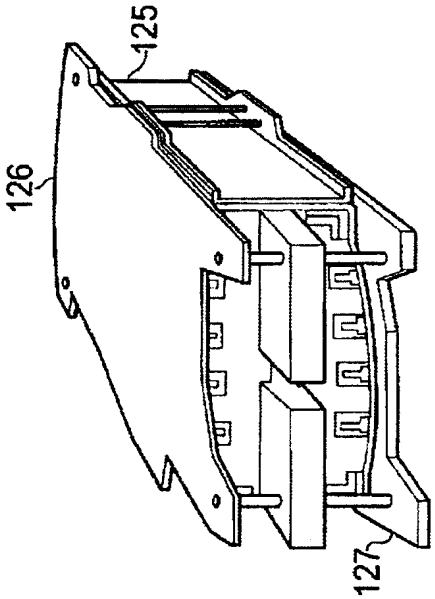


Fig. 22

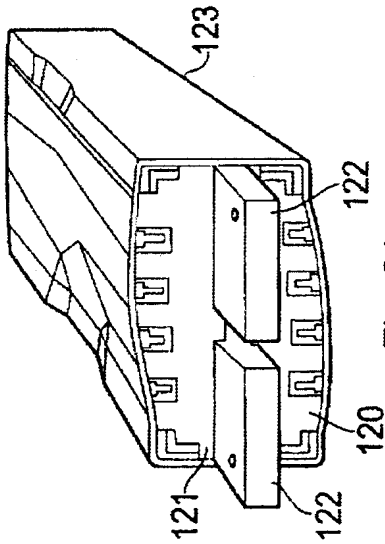


Fig. 21

RESUMO

Patente de Invenção: **"FERRAMENTA DE MOLDAGEM E MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA PEÇA".**

A presente invenção refere-se a um conjunto de ferramenta compreendendo: uma ferramenta de molde (1) compreendendo uma superfície de moldagem e uma cavidade de mandril na superfície de moldagem; um primeiro mandril (10, 12) configurado para encaixar na cavidade de mandril (6, 8) e formar um primeiro componente, e um segundo mandril (10') configurado para encaixar na segunda cavidade de mandril e formar um segundo componente que é dotado de um formato ou tamanho diferente do primeiro componente. Um método de fabricação de uma peça, o método compreendendo: dispor um conjunto de componentes em uma ou mais ferramentas de linha de molde internas (1, 50); formar uma camada ao redor da ferramenta(s) de linha de molde interna; encaixar um par de ferramentas de linha de molde externa (53, 54) em lados opostos a ferramenta(s) de linha de molde internas; moldar a peça comprimindo a camada e os componentes entre as ferramentas de linha de molde interna e externa; e removendo as ferramenta(s) de linha de molde internas da peça.