



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

(11) PI 0812598-8 B1

(22) Data do Depósito: 30/06/2008

(45) Data de Concessão: 16/10/2018



(54) Título: MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE ASA MONOLÍTICA COM PERFIL INTEGRAL.

(51) Int.Cl.: B29C 70/34; B64C 3/20

(30) Prioridade Unionista: 11/07/2007 IT TO2007A 000507

(73) Titular(es): ALENIA AERONAUTICA S.P.A

(72) Inventor(es): VINCENZO DE VITA; SABATO INSERRA IMPARATO; GIOVANNI LANFRANCO;
NICOLA MIANI; GIOVANNI SAGNELLA; MASSIMO RICCIO

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/01/2010

Método de fabricação de uma estrutura de asa monolítica com perfil integral

A presente invenção refere-se a um método de fabricação de uma estrutura de asa que possui as características especificadas no preâmbulo da reivindicação 1.

Um exemplo de método deste tipo é descrito em EP 0.582.160. O propósito deste método é a construção de componentes estruturais de material composto, utilizando como material inicial um material de fibra tal como fibra de vidro ou carbono previamente impregnada com uma resina termorretrátil. Esse material previamente impregnado é depositado em camadas sobre aparelhos de deposição que são moldados conforme as exigências do processo. Particularmente, EP 0.582.160 descreve um método de fabricação de estruturas de caixas monolíticas nas quais painéis de material previamente impregnado que é novo, em outras palavras não polimerizado, são montados em conjunto por meio de elementos de reforço ou longarinas, também fabricadas com material previamente impregnado novo, e a estrutura formada desta forma no interior de uma estrutura de concha (ou seja, em um molde fechado) é introduzida em seguida em um autoclave para o ciclo no qual a resina do material previamente impregnado é polimerizada.

Este método é apropriado para a fabricação de estruturas de asas tais como a caixa central de uma asa com múltiplas longarinas. A extremidade frontal e a extremidade traseira da estrutura de asa são conectadas mecanicamente em seguida.

Um método deste tipo reduz o número de operações de montagem mecânica, de forma a reduzir o custo de produção e o peso adicionado por membros de conexão mecânica, e pode fornecer uma superfície aerodinâmica que seja limpa (em outras palavras, livre de membros de conexão). Além disso, os riscos associados à fadiga da estrutura e corrosão durante a operação, devido à presença de partes metálicas, são reduzidos em uma parte produzida por meio deste método.

O objeto da presente invenção é fornecer um método de fabricação de uma estrutura de asa monolítica na qual o número de operações de montagem mecânica é adicionalmente reduzido, a fim de maximizar as vantagens descritas acima.

A presente invenção propõe, portanto, um método de fabricação de uma estrutura de asa que possui as características incluídas na reivindicação 1.

Este método pode ser utilizado para fabricar painéis, longarinas (sem nervuras intermediárias), extremidades frontais e extremidades traseiras de material composto em uma unidade monolítica por meio de um processo de polimerização de toda a estrutura em um molde fechado. Isso produz uma estrutura de

asa com perfil integral, formada, em outras palavras, por uma caixa de sustentação de carga com múltiplas longarinas e uma extremidade frontal e uma extremidade traseira integradas. Isso reduz ao mínimo todas as operações relativas à montagem mecânica desses elementos, com consequentes vantagens em termos de custos de produção e peso. Além disso, a drástica redução de membros de conexão e a integração da estrutura de caixa, extremidade frontal e extremidade traseira em um aparelho que determina precisamente o perfil, reduz significativamente o arrasto e provavelmente a assinatura de radar do componente.

Realizações preferidas da presente invenção são definidas nas reivindicações dependentes.

A presente invenção também propõe uma estrutura de asa produzida por meio do método conforme a presente invenção.

Algumas realizações preferidas, mas não limitadoras, da presente invenção serão agora descritas com referência às figuras anexas, nas quais:

- a Figura 1 exibe uma vista plana simplificada de uma estrutura de asa fabricada por meio do método conforme a presente invenção;
- a Figura 2 exibe uma vista em seção simplificada da estrutura da Fig. 1;
- a Figura 3 exibe uma vista em seção simplificada de uma parte de pele de superfície inferior da estrutura da Fig. 1, depositada sobre uma metade de molde superior;
- a Figura 4 exibe uma vista em seção simplificada de uma parte de pele de superfície superior da estrutura da Fig. 1, depositada sobre uma metade de molde inferior;
- a Figura 5 exibe uma vista plana simplificada de um elemento de reforço com uma estrutura celular de favo de mel da pele da estrutura da Fig. 1;
- a Figura 6 é uma vista em seção esquemática que exibe o elemento de reforço da Fig. 5 em uma etapa preparatória;
- a Figura 7 exibe uma vista em seção simplificada da parte de pele de superfície superior da Fig. 4, na qual são inseridos os elementos de reforço do tipo exibido na Fig. 5;
- a Figura 8 exibe uma vista em seção simplificada da extremidade frontal da estrutura da Fig. 1, depositada sobre um aparelho moldado;
- a Figura 9 exibe uma vista detalhada em seção de uma longarina da estrutura da Fig. 1;
- as Figuras 10a a 10d exibem etapas da fabricação da longarina da Fig. 9;
- a Figura 11 exibe uma vista em seção parcial, em escala ampliada, da área de extremidade frontal da estrutura da Fig. 1;
- a Figura 12 exibe uma vista em seção esquemática parcial da área de extremidade traseira da estrutura da Fig. 1;
- a Figura 13 exibe a estrutura da Fig. 1 em um molde que foi fechado por um ciclo de

polimerização; e

- a Figura 14 exibe uma vista em seção parcial, em escala ampliada, de um segmento da estrutura da Fig. 1, tomada ao longo da linha XIV-XIV.

As Figuras 1 e 2 exibem uma estrutura de asa 10 produzida por meio do método conforme a presente invenção. Para os propósitos da presente invenção, o termo "asa" indica qualquer elemento aerodinâmico na forma de uma asa, tal como uma asa real, um estabilizador, uma asa, um leme ou similar.

Por motivo de simplicidade, entretanto, far-se-á referência a uma asa no restante do relatório descritivo. A estrutura de asa 10 compreende, portanto, uma pele externa 20, formada por uma parte de pele de superfície inferior 21, uma parte de pele de superfície superior 22 posicionada sobre ela e uma parte de extremidade frontal 23 e uma parte de extremidade traseira 24 que interconectam a parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22 nas suas extremidades, de maneira a formar o perfil da estrutura 10.

A estrutura de asa 10 é do tipo com múltiplas longarinas e, portanto, também compreende uma série de longarinas 30, que se estendem na direção de extensão da estrutura 10 e interconectam a parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22, a fim de formar uma estrutura de caixa.

Na posição da parte de pele de extremidade traseira 24, a parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22 são interconectadas por um corpo similar a cunha 40 de material plástico expandido.

Segundo a presente invenção, a pele externa inteira 20 e as longarinas 30 são produzidas unindo-se camadas de material previamente impregnado, utilizando procedimentos que são especificados abaixo. Preferencialmente, o material previamente impregnado possui uma matriz de resina epóxi reforçada com fibras de carbono. Para os propósitos da presente invenção, a expressão "material previamente impregnado" indica, de forma convencional, um produto semiacabado que compreende fibras de reforço e uma matriz de resina na qual essas fibras são embutidas. As fibras podem ser posicionadas em diferentes configurações, tais como em uma camada unidirecional, em duas camadas que possuem diferentes orientações entre si ou na forma de produto têxtil. Os materiais previamente impregnados são geralmente preparados na forma de fita e enrolados em bobinas.

O material previamente impregnado é, portanto, cortado antecipadamente até o tamanho necessário para a preparação dos vários componentes da estrutura 10.

As Figuras 3, 4, 7 e 13 exibem um aparelho do tipo concha 50, que compreende uma primeira e uma segunda metade de molde 51 e 52 para fabricação da estrutura 10. Na etapa em que o material previamente impregnado é

depositado, a segunda metade de molde 52 é posicionada de forma a ficar voltada para cima, conforme exibido na Fig. 3. Para a etapa de polimerização subsequente, a segunda metade de molde 52 é voltada para cima e posicionada sobre a primeira metade de molde 51, conforme exibido na Fig. 13. Particularmente, a linha de união dos moldes 51 e 52 deve ser suficientemente precisa para não possuir nenhuma descontinuidade; isso resulta em uma superfície aerodinâmica controlada livre de qualquer degrau. O aparelho de concha 10 é construído conforme os ensinamentos da Patente EP 0.582.160 mencionada no início do presente relatório descritivo.

As metades de molde 51 e 52 são moldadas de forma a proporcionar o perfil desejado ao material que é depositado sobre elas e, portanto, possuem superfícies de molde correspondentes 51a e 52a que reproduzem o formato desejado a ser imposto, respectivamente, à parte de pele de superfície superior 22 e à parte de pele de superfície inferior 21.

As metades de molde 51 e 52 e, particularmente, as superfícies de molde 51a e 52a são projetadas de forma convencional para uso em uma sala limpa em condições de temperatura e umidade controladas para a deposição sucessiva de uma série de camadas de material previamente impregnado, de forma a produzir uma estrutura estratificada. Especificamente, a parte de pele de superfície superior 22 é formada sobre a superfície de molde 51a, enquanto a parte de pele de superfície inferior 21 é formada sobre a outra superfície de molde 52a.

As superfícies de molde 51a e 52a devem, portanto, ser tratadas com um agente de liberação ou devem ser revestidas com um filme de liberação para facilitar a separação da peça terminada das superfícies de molde 51a e 52a ao final do ciclo de polimerização.

A fim de reduzir o peso a um mínimo, maximizando ao mesmo tempo a rigidez, a parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22 são formadas de tal maneira a fornecer uma configuração de sanduíche, com um núcleo formado por elementos de reforço 60 de material com uma estrutura de favo de mel, exibida nas Figuras 1, 5 a 7 e 14. Preferencialmente, o material de favo de mel é fabricado com Nomex®, tal como o produto HRH-10 fabricado pela Hexcel Corp., Stamford, Connecticut, Estados Unidos.

A Figura 1 exibe a disposição dos elementos de reforço 60 na pele de superfície inferior 21 e na pele de superfície superior 22. Esses elementos são posicionados nas áreas sujeitas à maior carga. No exemplo ilustrado, os elementos de reforço 60 possuem tamanhos diferentes, são em número de quatro e são interpostos, em uma vista plana, entre longarinas adjacentes 30. Os elementos de reforço 60 são produzidos por meio da industrialização do material de favo de mel, de forma a obter um corpo 61 conforme exibido na Fig. 5, com uma seção cruzada trapezoidal.

Como o material de favo de mel Nomex® que forma os elementos de reforço 60 não seria capaz de suportar as pressões utilizadas no ciclo de polimerização final da estrutura 10, ele é submetido a um processo de estabilização preliminar. Esse processo de estabilização forma uma estrutura de sanduíche, exibida na Fig. 6, na qual um filme de adesivo epóxi 63, uma camada de têxtil de fibra de carbono previamente impregnada 62 e uma camada de têxtil descascável 65 são depositadas sobre a face superior 61a e a face inferior 61b do corpo 61.

Esta estrutura de sanduíche é sujeita a um ciclo de polimerização de estabilização em um autoclave com um saco a vácuo para estabilizar a adesão das camadas têxteis de fibra de carbono previamente impregnadas 62 ao corpo de favo de mel 61. Em um exemplo de ciclo apropriado para os materiais mencionados acima, o sanduíche é mantido em uma temperatura de 180 °C e sob pressão de 3 bars por sessenta a noventa minutos.

A preparação da estrutura de sanduíche para a estrutura de polimerização e estabilização também inclui, de forma convencional, a união das camadas têxteis de fibra de carbono 62 ao aparelho de deposição (não exibido), utilizando fitas de material de ventilação perimétrica (fibra de vidro seca) 64 e a aplicação de camadas têxteis descascáveis externas 65. Claramente, essa união pode ser conduzida por meio de procedimentos alternativos, tais como por meio do procedimento de "fita de pedregulho" (fita de união) no qual fitas metálicas são fixadas ao molde, em que as superfícies dessas fitas possuem áreas ásperas às quais são unidos os tecidos previamente impregnados.

Após serem estabilizados desta forma, os elementos de fixação 60 são cortados e aparados em seguida, de forma a poderem ser transferidos para o lado interno da parte de pele de superfície superior 22 e da parte de pele de superfície inferior 21, conforme exibido nas Figs. 1 e 7, que se referem apenas à parte de pele de superfície superior 22. Com este propósito, uma primeira fração 22a de camadas de material impregnado é depositada sobre a metade de molde 51; os elementos de reforço 60 são aplicados em seguida nas posições previamente determinadas; e, por fim, a deposição das camadas de material previamente impregnado é encerrada por meio da aplicação de uma segunda fração 22b dessas camadas, de forma a cobrir os elementos de reforço 60. O procedimento para a parte de pele de superfície inferior 21 é idêntico.

A parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22 produzidas para uso nas etapas de processo descritas acima são novas; em outras palavras, a matriz de resina do seu material previamente impregnado constituinte ainda não é polimerizada.

Durante a deposição das camadas das partes de pele 21 e 22, é possível aplicar sensores de monitoramento tais como os descritos em WO

95/24614 e US 5.493.390 entre as diferentes camadas. É possível, portanto, inserir sensores de fibras óticas com grades de Bragg que são embutidas em áreas críticas da estrutura, com o propósito de monitorar a deformação intrínseca da estrutura 10 durante testes estruturais. Com essa validação, portanto, os sensores podem ser utilizados para monitorar a condição estrutural ao longo de toda a vida útil da estrutura e podem indicar uma condição de fadiga para permitir possíveis operações de reparo e/ou manutenção preventiva.

A Figura 8 exibe um aparelho moldado 80 para fabricação da parte de pele de extremidades frontais 23. Esse aparelho 80 é moldado de forma a fornecer o perfil desejado ao material que é depositado sobre ele e, portanto, possui uma superfície de molde 80a que reproduz o formato desejado a ser imposto à parte de pele de extremidade frontal 23.

O aparelho moldado 80 e, especificamente, a superfície de molde 80a são preparados de forma convencional para uso em uma sala limpa em condições de pressão e temperatura controladas para deposição em sucessão de uma série de camadas de material previamente impregnado, a fim de produzir uma estrutura estratificada que forma a parte de pele de extremidade frontal 23. Etapas de compactação, utilizando um saco a vácuo, podem ser conduzidas entre as etapas de deposição das camadas. A parte de pele de extremidade frontal 23 produzida para uso nas etapas do processo descrito acima é nova; em outras palavras, a matriz de resina do seu material previamente impregnado constituinte ainda não é polimerizada.

A Figura 9 é uma vista em seção de um detalhe de uma das longarinas da estrutura 10 da Fig. 1. Essa longarina 30 compreende duas meias-longarinas 31 formadas por dois elementos de seção C unidos entre si nas suas teias centrais 31b, com as suas barbatanas posteriores 31a dobradas de maneira a formar uma estrutura em T duplo em combinação. Dispositivos de enchimento 33 com seção cruzada triangular são aplicados ao longo dos dois recessos longitudinais localizados nas áreas de conexão entre as teias e as barbatanas das seções. Por fim, fitas de cobertura 34 são aplicadas às extremidades da seção de longarina para cobrir os recessos nos quais os dispositivos de enchimento 33 foram posicionados anteriormente.

As Figuras 10a a 10d exibem as etapas de um exemplo de processo de fabricação da longarina 30 de tipo convencional. O tipo de processo utilizado para produzir a longarina e o formato específico da longarina não são características essenciais da presente invenção. A característica essencial é, entretanto, que as longarinas 30 produzidas para uso nas etapas do processo mencionado acima devem ser novas; em outras palavras, a matriz de resina do seu material previamente impregnado constituinte ainda não deve ser polimerizada.

A Figura 10a exibe uma etapa do processo na qual uma

meia-longarina com seção C 31 é produzida a partir de uma lâmina de material previamente impregnado completamente plano 31'. Um aparelho de formação indicado como um todo por 90 compreende um mandril alongado 91 com uma seção cruzada geralmente retangular posicionada com um lado repousando ao longo de uma placa plana rígida 92. A lâmina de material previamente impregnado 31' é inicialmente depositada sobre o mandril 91, que é introduzido em um aparelho de termoformação equipado com lâmpadas infravermelhas 94 que aquecem a lâmina até uma temperatura tal que as camadas de material previamente impregnado deslizem entre si durante a operação de dobra dos flancos (em outras palavras, as barbatanas posteriores) sem a formação de rugas. Ao atingir-se a temperatura desejada, aplica-se vácuo, utilizando a válvula de aplicação de vácuo 101 (Fig. 10a). Um saco a vácuo 95 aplicado à lâmina 31' e vedado sobre a placa 92 é contraído para baixo em seguida por meio da aplicação de vácuo, de forma a forçar as "barbatanas" da lâmina 31' para que dobrem para baixo, reproduzindo o formato do mandril 91. Desta forma, a forma C é imposta a cada lâmina inicialmente plana 31' por meio de termoformação.

Ao término da formação a quente de duas meias-longarinas em forma de C novas 31, aplica-se uma fita de adesivo 96 às áreas de conexão entre as teias 31b e as barbatanas 31a das meias-longarinas, ao longo de todo o comprimento das meias-longarinas. As duas meias-longarinas são sobrepostas entre si em seguida, conforme exibido na Fig. 10b.

Conforme exibido na Fig. 10c, as cargas 33, formadas com uma fita de material previamente impregnado, são aplicadas ao longo dos dois recessos longitudinais localizados nas áreas de conexão entre as teias e as barbatanas das meias longarinas. Uma camada de adesivo 98 é aplicada em seguida para cobrir cada dispositivo de enchimento 33.

As fitas de cobertura 34, formadas com laminados de material previamente impregnado, são aplicadas em seguida, conforme exibido na Fig. 10d. Por fim, a longarina 30 é compactada, utilizando um saco a vácuo.

O corpo similar a cunha 40 de material plástico expandido leve exibido na Fig. 2 é elaborado separadamente. Preferencialmente, o corpo similar a cunha 40 é fabricado com espuma de células fechadas, tal como Rohacell® 51 WF, fabricado pela Degussa GmbH, Dusseldorf, Alemanha. O corpo similar a cunha 40 é elaborado de forma a possuir uma altura maior que a dimensão nominal que possui no interior da estrutura terminada, pelas razões que são explicadas abaixo.

Os componentes novos da estrutura 10 produzida nas etapas do processo descritas acima são montados em seguida sobre a primeira metade de módulo 51 sobre a qual a parte de pele de superfície superior 22 já está presente. Particularmente, a parte de pele de extremidade frontal 23 é transferida para um membro

de sustentação 100 posicionado sobre um lado da parte de pele de superfície superior 22, de forma a conectar esta última à parte de pele de extremidade frontal 23. As longarinas 30 também são posicionadas com os seus membros de sustentação correspondentes 100 sobre os quais foram transferidas anteriormente e, do lado oposto, o corpo similar a cunha 40 também é posicionado e fixado à parte de pele de superfície superior 22 por meio de um filme de adesivo 99, conforme exibido na Fig. 12. O posicionamento dos membros de sustentação 100 com a parte de pele de extremidade frontal 23 e com as longarinas 30 é controlado por entalhes posteriores (não exibidos) que são fixados aos membros de sustentação 100 e que são encaixados em prateleiras de referência (não exibidas) fixadas ao molde 51. Os membros de sustentação 100 servem para sustentar o material previamente impregnado ainda não polimerizado dos componentes que sustentam. Esses membros de sustentação 100 são cobertos com sacos a vácuo tubulares com base nos ensinamentos da Patente EP 0.582.160.

Quando os componentes mencionados acima houverem sido posicionados sobre a primeira metade de molde 51, a segunda metade de molde 52 é virada para cima e posicionada sobre a primeira metade de molde 51, de forma a posicionar a parte de pele de superfície inferior nova 21 sobre as longarinas 30 e sobre os membros de sustentação 100, de forma a produzir uma estrutura de asa nova 10 na configuração exibida na Fig. 13.

Além disso, o posicionamento da segunda metade de molde 52 causa a conexão da parte de pele de superfície inferior 21 à parte de pele de extremidade frontal 23 e faz com que parte da parte de pele de superfície inferior 21 seja depositada sobre o corpo similar a cunha 40, que já foi posicionado sobre a parte de pele de superfície superior 22. Desta forma, a pele externa 20 da estrutura 10 é completada.

Para garantir a continuidade da pele externa 20, prefere-se utilizar uma conexão com junções escalonadas para suas partes. Com relação a isso, a Figura 11 exhibe a parte da estrutura 10 na extremidade frontal. Como se pode observar, as camadas da parte de pele de extremidade frontal 23 são sobrepostas de forma a não terminarem no mesmo ponto, mas em pontos diferentes, de maneira a formar extremidades 23a e 23b com perfis em degraus. Da mesma forma, as camadas da parte de pele de superfície superior 22 e da parte de pele de superfície inferior 21 são sobrepostas de maneira a formarem extremidades 21a e 22b que possuem perfis em degraus que são complementares às extremidades 23a e 23b, respectivamente, da parte de pele de extremidade frontal 23 à qual são conectadas.

A conexão de junta escalonada também é utilizada para interconectar as longarinas 30 por meio das suas barbatanas posteriores 31 e fitas de cobertura 34, conforme exibido na Fig. 14. Para evitar descontinuidades nas áreas de junção entre uma longarina 30 e outra, também são utilizadas junções escalonadas 31g

e 34g no presente.

Conforme mencionado acima, o corpo similar a cunha 40 é interposto entre a parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22.

5 Conforme explicado acima, o corpo similar a cunha 40 possui uma espessura vertical que é maior que a sua dimensão nominal. Isso faz com que a extremidade traseira da estrutura 10 seja compactada por meio de compressão mútua devido à força de fechamento do aparelho de concha 50, entre as camadas não polimerizadas da parte de pele de superfície superior 22 e da parte de pele de superfície inferior 21 e o corpo similar a cunha 40. Esse corpo pode exercer a pressão de reação necessária sobre as peles somente se for esmagado e trazido até a dimensão nominal, a partir da dimensão que foi aumentada de forma calibrada.

10 Com este propósito, o corpo similar a cunha 40 é elaborado com uma compensação igual a um percentual da espessura das camadas polimerizadas e a sua altura é aumentada, portanto, em um valor que varia conforme a espessura da parte de pele de superfície inferior 21 e a parte de pele de superfície superior 22. Esse aumento de percentual foi determinado experimentalmente pelos inventores, utilizando os materiais especificados acima, e concluiu-se que é igual a cerca de 20%, o que é inerentemente dependente do fator de aumento das camadas não polimerizadas com relação à espessura das camadas polimerizadas.

15 A estrutura nova 10 produzida nas etapas mencionadas acima e colocada no aparelho de concha 50 é introduzida em seguida em um autoclave (não exibido) para um ciclo de polimerização para consolidação da parte de pele de superfície inferior 21, parte de pele de superfície superior 22, parte de pele de extremidade frontal 23 e longarinas 30 e a cura simultânea (cocura) dos diversos componentes.

20 No interior do autoclave, na parte maior da estrutura 10, indicada por I, a pressão a ser exercida sobre os componentes novos é aplicada por meio dos sacos a vácuo tubulares fabricados conforme os ensinamentos da Patente EP 0.582.160, enquanto na parte II a pressão é exercida por meio de reação à moagem do corpo similar a cunha 40, conforme explicado acima. Caso o material previamente impregnado seja carbono/resina, a pressão máxima do ciclo de polimerização é de 6 bar, enquanto a temperatura máxima é de 180 °C.

Reivindicações

1. Método de fabricação de uma estrutura de asa (10) que compreende as etapas a seguir:

- deposição sucessiva sobre uma primeira metade de molde (51) de uma série de camadas de material previamente impregnado, de maneira a formar uma primeira pele nova (22) da mencionada estrutura de asa;

- deposição sucessiva sobre uma segunda metade de molde (52) de uma série de camadas de material previamente impregnado, de maneira a formar uma segunda pele nova (21) da mencionada estrutura de asa;

- formação de uma série de longarinas novas (30), em que cada uma das mencionadas longarinas compreende uma série de camadas de material previamente impregnado;

- posicionamento das mencionadas longarinas novas de forma coordenada sobre a primeira pele nova (21), utilizando membros de sustentação renováveis (100) sobre os quais as longarinas foram posicionadas anteriormente;

- virada sobre a segunda metade de molde e sua colocação sobre a primeira metade de molde, de forma a posicionar a mencionada segunda pele nova sobre as mencionadas longarinas e os mencionados meios de sustentação, de forma a produzir uma estrutura de asa nova;

- submissão da mencionada estrutura de asa nova a um ciclo de polimerização, utilizando um saco a vácuo;

- deposição sucessiva sobre um aparelho moldado (80) de uma série de camadas de material previamente impregnado, de maneira a formar uma pele de extremidade frontal nova (23) da mencionada estrutura de asa;

- formação de um corpo similar a cunha (40) de material plástico expandido leve, em que o mencionado corpo similar a cunha é projetado para interposição entre as mencionadas primeira e segunda peles na extremidade traseira da mencionada estrutura de asa; e

- ao término da etapa de colocação das longarinas novas sobre a primeira pele nova (21), posicionamento do mencionado corpo similar a cunha sobre a primeira pele nova, de tal forma que, quando a mencionada segunda pele nova for posicionada sobre as mencionadas longarinas, a mencionada pele de extremidade frontal nova é conectada às mencionadas primeira e segunda peles novas e o mencionado corpo similar a cunha é interposto entre as mencionadas primeira e segunda peles novas;

de tal forma a obter, ao final do ciclo de polimerização, uma estrutura de asa com um perfil integral controlado, livre de membros de conexão mecânica;

caracterizado pelo fato de que o corpo similar a cunha (40) é elaborado de forma a possuir uma altura maior que a dimensão nominal que possui no interior da mencionada estrutura ao final da polimerização.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de

que o mencionado corpo similar a cunha é feito de espuma de células fechadas.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o corpo similar a cunha possui uma altura de 20% maior que a mencionada dimensão nominal.

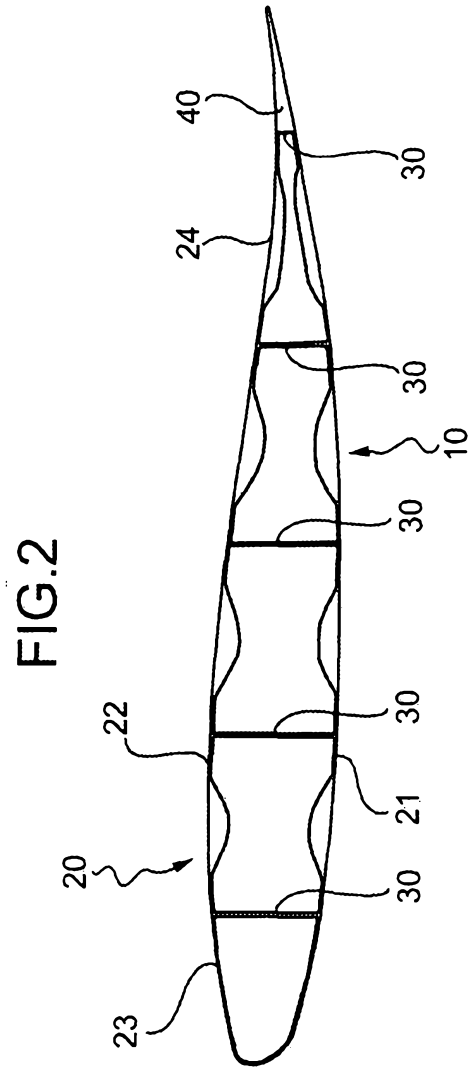
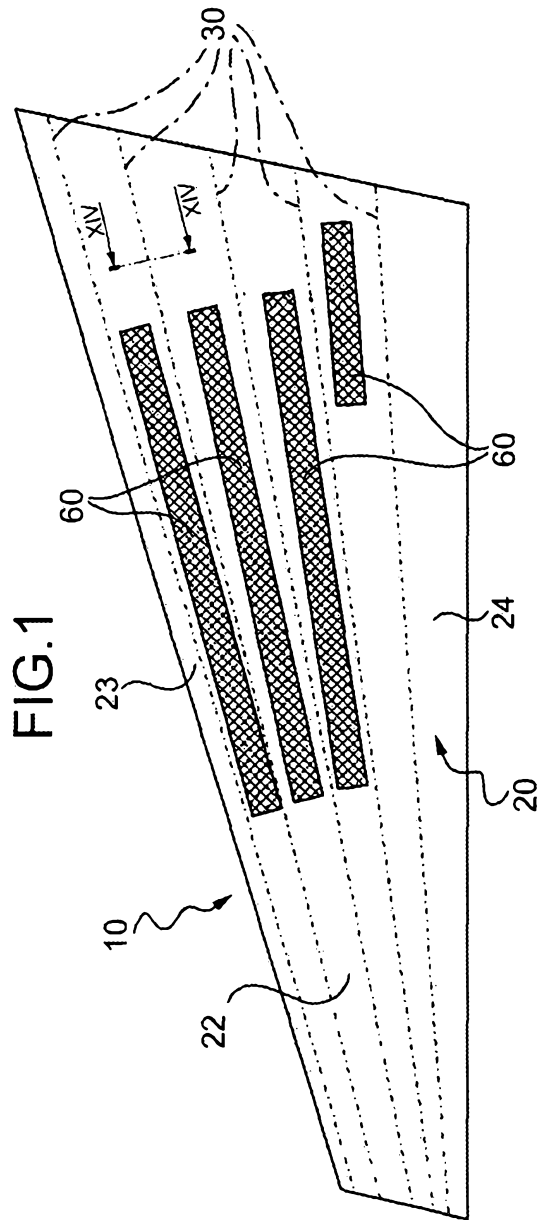


FIG.3

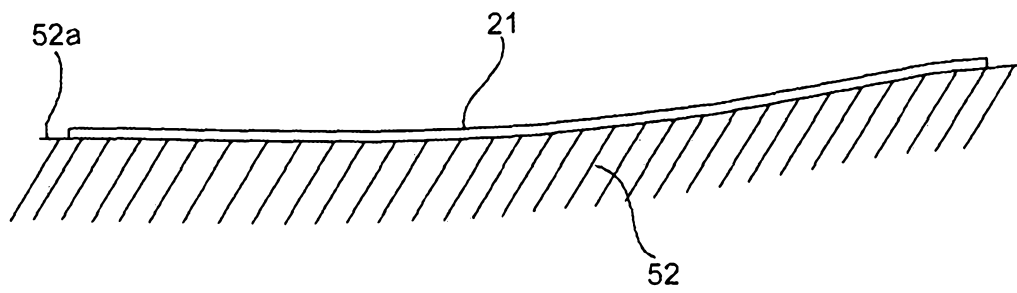


FIG.4

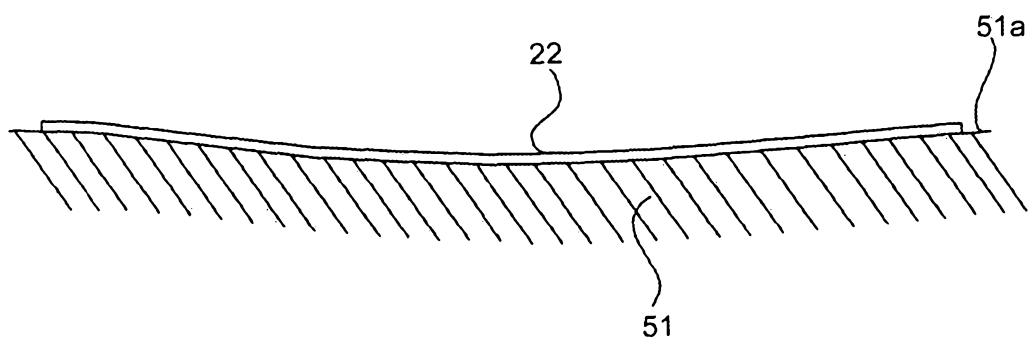


FIG.8

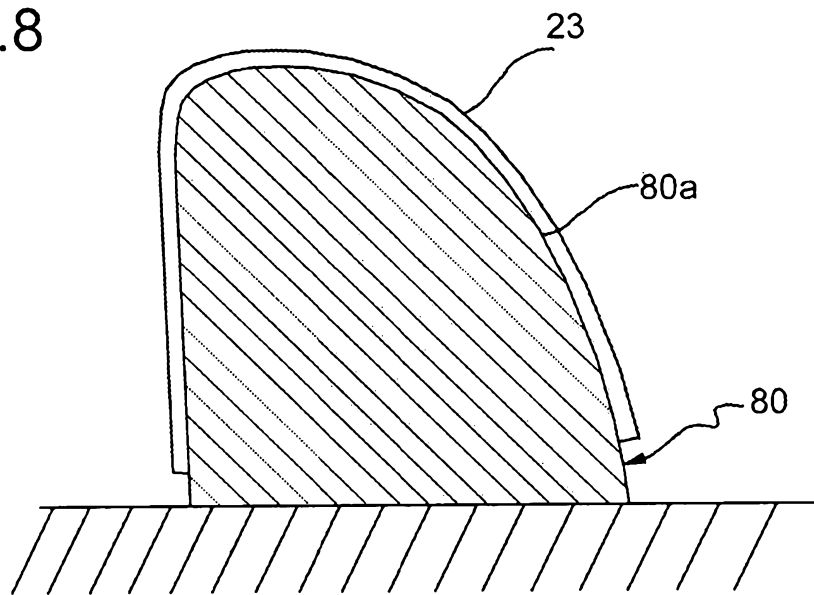


FIG.9

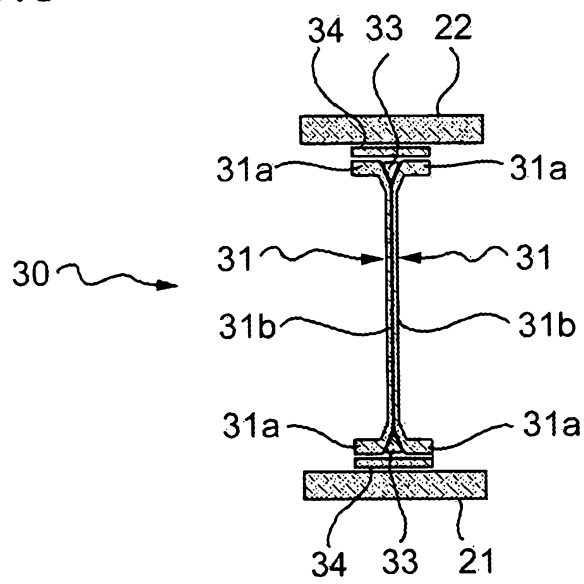


FIG.10a

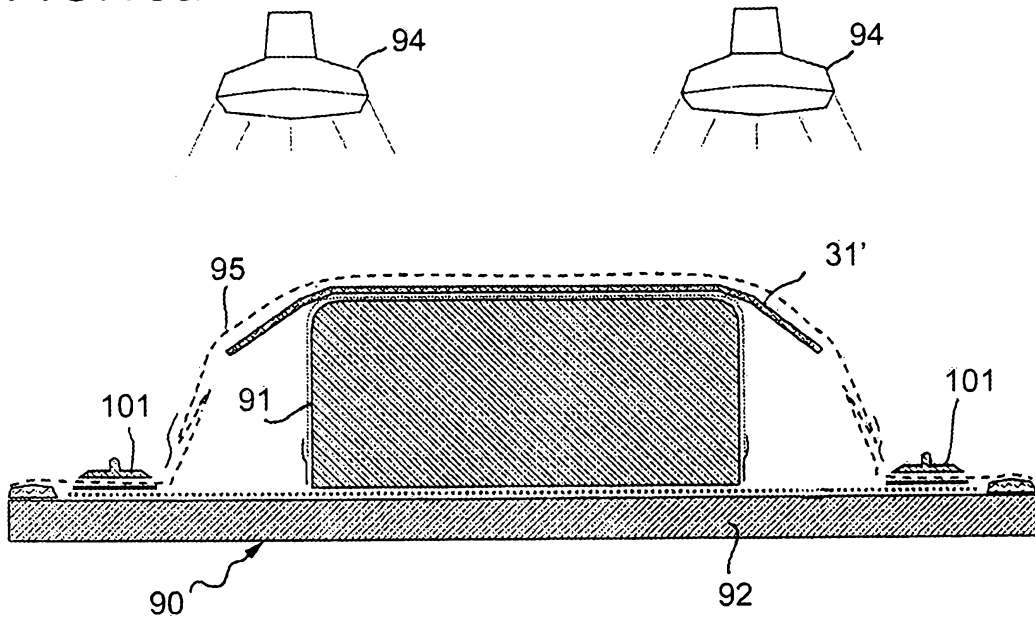


FIG.10b

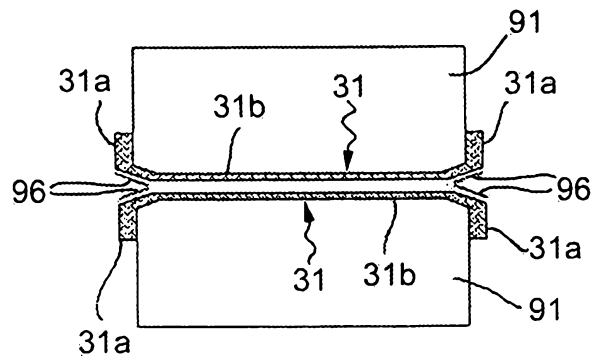


FIG.10c

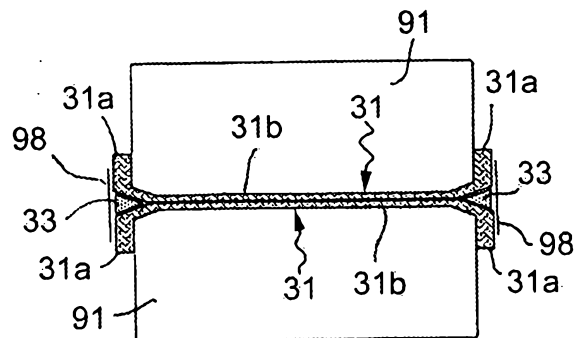


FIG.10d

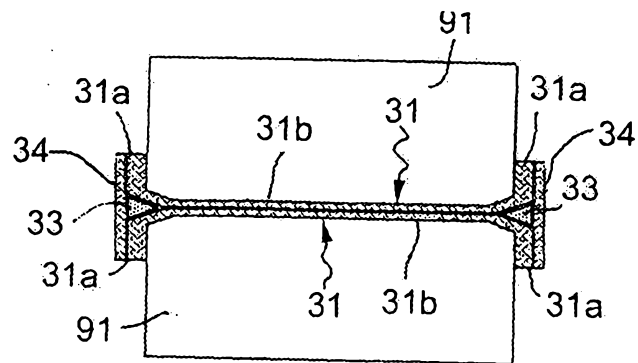


FIG.11

