



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

(21) **PI 0721694-7 A2**



(22) Data de Depósito: 28/05/2007
(43) Data da Publicação: 13/02/2013
(RPI 2197)

(51) *Int.Cl.:*
B29C 70/34
B29C 33/50
B29C 70/26

(54) **Título:** PROCEDIMENTO E FERRAMENTA PARA A FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS REFORÇADAS A PARTIR DE MATERIAIS COMPOSTOS

(73) **Titular(es):** Airbus Operations, S.L.

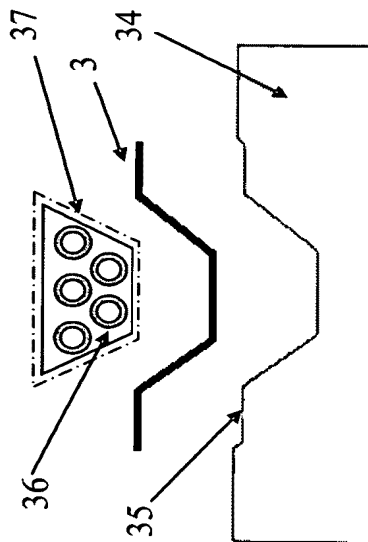
(72) **Inventor(es):** Patricia Tabarés Fernández, Raúl Llamas Sandín, Sergio Campo Sayago

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT ES2007070099 de 28/05/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/145771 de 04/12/2008

(57) **Resumo:** PROCEDIMENTO E FERRAMENTA PARA A FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS REFORÇADAS A PARTIR DE MATERIAIS COMPOSTOS. A presente invenção refere-se a procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos formados por um revestimento externo (2) e por uma pluralidade de reforçadores (3), cuja seção transversal apresenta uma forma fechada definindo uma abertura interna (6), que compreende as seguintes etapas: a) prover uma ferramenta (34) de moldagem; b) prover ferramentas macho auxiliares (36) com cavidades internas (32) reforçadas (33) ao longo de seu comprimento, recobertas por membranas (37) adequadas à cura; c) prover reforçadores (3); d) dispor os reforçadores (3) na ferramenta (34) e, em suas aberturas internas (6), as ferramentas macho auxiliares (36); e) laminar o revestimento externo (2); f) curar a estrutura reforçada (1) em alta temperatura e pressão; g) extrair as ferramentas macho auxiliares (36) depois de reduzir sua seção (41); h) separar a estrutura reforçada (1) curada da ferramenta (34). A invenção também refere-se a ferramentas macho auxiliares (36), incluindo o desenho das cavidades internas (32), seu reforço (33) e a capacidade de manter ou reduzir sua seção com a aplicação de sobrepressão ou sobpressão, respectivamente.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCEDIMENTO E FERRAMENTA PARA A FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS REFORÇADAS A PARTIR DE MATERIAIS COMPOSTOS**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um procedimento para a fabricação de estruturas de material composto para fuselagens aeronáuticas, assim como a uma ferramenta empregada em um procedimento de fabricação das mesmas.

Antecedentes da Invenção

10 Na indústria aeronáutica, o peso é um aspecto primordial, motivo pelo qual as estruturas aperfeiçoadas fabricadas a partir de materiais compostos, principalmente de fibra de carbono, prevalecem às estruturas metálicas.

15 As máquinas de encintamento automático de fibra de carbono representam um grande avanço com relação à operação manual. Estas máquinas dispõem de um cabeçote que é pressionado sobre a superfície a ser encintada, por meio do que esta superfície deve poder reagir frente à dita força.

20 As estruturas de material composto para fuselagens aeronáuticas são formadas por painéis que, por sua vez, compreendem uma série de reforçadores. Desse modo, a aplicação dos aspectos anteriores nas fuselagens aeronáuticas faz com que sejam integrados painéis que moldam as fuselagens junto com seus reforçadores em um menor número de operações, ao mesmo tempo em que são aperfeiçoados os ditos reforçadores.

25 É cada vez mais frequente o uso de reforçadores de seção fechada, já que estes reforçadores permitem obter estruturas mais rígidas com um menor peso por reforçador. Contudo, a incorporação deste tipo de reforçador complica o processo de fabricação das estruturas de material composto, já que são necessárias ferramentas internas para os ditos reforçadores
30 que permitem o encintamento da peça e a operação de cura do material composto, ao mesmo tempo em que se pode extrair estas ferramentas do interior dos reforçadores, se estes forem ociosos.

São conhecidos processos para a fabricação destas estruturas, nos quais um elemento rígido é introduzido no interior da seção do reforçador para reagir à pressão de encintamento e à pressão de cura do material composto. Não obstante, estes processos têm um alto custo; por isso, há
5 necessidade de processos mais eficientes, objetivo que é atingido com a presente invenção.

Sumário da Invenção

Em um primeiro aspecto, a presente invenção propõe um procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas a partir de materiais
10 compostos formados por um revestimento externo e por uma pluralidade de reforçadores, cuja seção transversal apresenta um contorno rompido com pelo menos uma aba unida ao revestimento, uma abertura interna definindo o dito contorno, caracterizado pelo fato de compreender as seguintes etapas:

15 - prover uma ferramenta de moldagem com uma superfície externa de forma similar à da estrutura pelo lado dos reforçadores, incluindo rebaixos para alojar os reforçadores;

- prover ferramentas macho auxiliares que consistem em elementos de um material suscetível de manter sua seção ao ser aplicada uma
20 sobrepressão no interior das cavidades cilíndricas existentes nas mesmas e suscetível de reduzir sua seção ao ser aplicada uma sobrepressão nestas cavidades, estas ferramentas macho auxiliares sendo fabricadas com uma geometria externa similar à abertura interna dos reforçadores e recobertas por membranas adequadas para a cura de materiais compostos;

25 - prover os reforçadores em estado fresco ou curado;

- dispor os reforçadores nos rebaixos da ferramenta, adaptando-os à geometria destes, e dispor, em suas aberturas internas, as ferramentas macho auxiliares adaptadas à sua geometria, ajudando, nesta etapa, as ferramentas macho auxiliares para a membrana de cura a se adaptarem à geometria interna de cada reforçador;
30

- laminar o revestimento externo sobre a superfície formada pela ferramenta, pelos reforçadores e pelas ferramentas macho auxiliares, rea-

gindo a ferramenta de moldagem e as ferramentas macho auxiliares, graças à sobrepressão aplicada no interior das cavidades cilíndricas internas, frente à força do laminado;

- curar a estrutura reforçada em alta temperatura e pressão;
- 5 - extrair as ferramentas macho auxiliares, depois da cura, com a redução da seção das mesmas graças à sobrepressão aplicada no interior das cavidades cilíndricas internas; e
- separar a estrutura reforçada curada da ferramenta.

Em um segundo aspecto, a presente invenção provê ferramen-
10 tas macho auxiliares utilizadas em procedimentos anteriores, realizadas em materiais elastoméricos e/ou flexíveis. Estas ferramentas macho apresentam cavidades cilíndricas de seção circular ou ligeiramente elíptica ou ovalada ao longo de seu comprimento, sendo, por sua vez, estas cavidades reforçadas internamente com materiais (fibra de vidro, náilon, etc.) que impedem o au-
15 mento do perímetro da seção da cavidade com a aplicação de uma sobrepressão interna, ao mesmo tempo em que são suficientemente flexíveis, de tal modo que, com a aplicação de uma sobrepressão, permitam o rompimento destas cavidades, reduzindo assim a seção da ferramenta macho e permitindo, desse modo, sua posterior extração do interior dos reforçadores. Se as
20 cavidades internas apresentassem uma seção alargada, com a aplicação de uma sobrepressão interna, elas seriam deformadas, adquirindo então uma seção mais circular, deformando também a seção externa do macho.

Uma vantagem da presente invenção é a de facilitar a fabricação de estruturas nas quais a seção e a área dos reforçadores variam longitudi-
25 nalmente, podendo estes reforçadores apresentar, inclusive, em uma ou nas duas extremidades, dimensões menores que uma seção intermediária, já que as ferramentas macho auxiliares podem ser moldadas de maneira a se adaptarem a isto.

Outra vantagem da presente invenção é a de facilitar o emprego
30 de máquinas com cabeçote de encintamento de pressão, já que as ferramentas macho auxiliares proporcionam um substrato no interior dos reforçadores para reagir frente à força do cabeçote.

Outras características e vantagens da presente invenção ficarão evidentes a partir da seguinte descrição detalhada de uma realização ilustrativa de seu objetivo em relação às figuras anexas.

Descrição das Figuras

5 As Figuras 1a, 1b e 1c mostram vistas esquemáticas de estruturas de material composto para fuselagens aeronáuticas formadas por um revestimento e por uma pluralidade de reforçadores na forma de ômega, trapézio e Z irregular, respectivamente.

10 A Figura 2 mostra esquematicamente as etapas do procedimento, de acordo com a invenção, para a fabricação de uma estrutura de material composto para fuselagens aeronáuticas formada por um revestimento e por uma pluralidade de reforçadores na forma de ômega.

15 A Figura 3 mostra esquematicamente a etapa do procedimento, de acordo com a invenção, para a fabricação de uma estrutura de material composto para fuselagens aeronáuticas formada por um revestimento e por uma pluralidade de reforçadores na forma de ômega mediante a qual é realizado o processo de encintamento do revestimento.

20 A Figura 4 mostra esquematicamente a seção da ferramenta empregada no procedimento, de acordo com a invenção, para a fabricação de uma estrutura de material composto para fuselagens aeronáuticas.

25 A Figura 5 mostra esquematicamente a etapa do procedimento, de acordo com a invenção, para a fabricação de uma estrutura de material composto para fuselagens aeronáuticas formada por um revestimento e por uma pluralidade de reforçadores na forma de ômega mediante a qual é executado o processo de cura.

30 A Figura 6 mostra esquematicamente as etapas do procedimento, de acordo com a invenção, para a fabricação de uma estrutura de material composto para fuselagens aeronáuticas formada por um revestimento e por uma pluralidade de reforçadores na forma de ômega mediante a qual é separada a estrutura da ferramenta empregada para sua fabricação.

Descrição Detalhada da Invenção

É descrita, a seguir, uma realização do procedimento, de acordo

com a invenção, para fabricar estruturas reforçadas 1 a partir de materiais compostos formadas por um revestimento 2 e por uma pluralidade de reforçadores 3 na forma de ômega (Ω) com abas 4 unidas ao revestimento 2, e almas 5 e cabeça 7 separadas do mesmo.

5 O procedimento, objeto da presente invenção, também é aplicável para a fabricação de uma estrutura reforçada 11 formada por um revestimento 12 e por uma pluralidade de reforçadores 13 na forma de trapézio com abas 14 unidas ao revestimento 12, e almas 15 e cabeça 17 separadas do mesmo, assim como da estrutura reforçada 21 formada por um revestimento 22 e por uma pluralidade de reforçadores 23 na forma de Z irregular
10 com uma aba 24 unida ao revestimento 22, e almas 25 e cabeça 27 separadas do mesmo.

Os reforçadores 3, 13, 23 apresentam em comum uma seção transversal que tem um contorno rompido com pelo menos uma aba 4, 14,
15 24 unida ao revestimento 2, 12, 22 definindo o dito contorno um abertura interno 6, 16, 26.

As estruturas 1, 11, 21 podem ter a forma aberta ou a forma de peças de revolução, como acontece no caso de peças de fuselagem de um avião.

20 No procedimento, de acordo com a invenção, para a fabricação de uma estrutura de material composto para fuselagens aeronáuticas formada por um revestimento e por uma pluralidade de reforçadores, de acordo com que é mostrado na Figura 2, sobre a ferramenta de moldagem 34 que apresenta rebaixos 35 são situados reforçadores na forma de ômega 3 e,
25 sobre estes, ferramentas macho auxiliares 36 recobertas por uma membrana 37 adequada para a cura de materiais compostos.

Podem ser utilizados reforçadores 3 curados ou sem cura.

As ferramentas macho auxiliares 36 são fabricadas com um material elastomérico e/ou flexível, por exemplo, silicone, caucho, etc., com cavidades cilíndricas de seção circular ou ligeiramente elípticas ou ovaladas ao
30 longo de seu comprimento, reforçadas com um material, tecido ou filamentos que impedem, em maior ou menor medida, o aumento do perímetro da cavi-

dade com a aplicação de uma sobrepressão interna, mas que permitem o rompimento destas cavidades com a aplicação de uma sobressão, de forma que seja reduzida a seção do macho, permitindo assim a sua extração dos reforçadores 3. Estas ferramentas macho auxiliares são realizadas com uma geometria externa similar à abertura interna 6 do reforçador com a utilização de uma técnica de fabricação apropriada.

Com a introdução de cada ferramenta macho auxiliar 36 na abertura 6 do reforçador 3, a membrana de cura 37 poder ser adaptada à geometria interna de cada reforçador 3.

Os reforçadores 3 e as ferramentas macho 36 podem ser dispostos na ferramenta de moldagem 34, tendo sido previamente adaptados.

Na Figura 3, é observado que, em uma etapa subsequente, o revestimento 2 é laminado mediante o cabeçote 38 de uma máquina de encintamento sobre a superfície formada pela ferramenta de moldagem 34, pelos reforçadores 3 e pela membrana 37 que cobre as ferramentas macho auxiliares 36. Nesta etapa, a ferramenta de moldagem 34 e as ferramentas macho auxiliares 36 reagem à força do cabeçote 38 de encintamento.

Na Figura 4, é observada a seção das ferramentas macho auxiliares 36 fabricadas com um material elastomérico 31, que reagem frente à força do cabeçote de encintamento 38 graças à sobrepressão que é aplicada no interior das cavidades internas 32 das mesmas. Com a aplicação de pressão nestas cavidades quase inextensíveis graças ao reforço 33 que têm, é conseguido assim um efeito similar àquele que seria conseguido com a introdução, por meio das ditas cavidades, de barras rígidas (de aço, alumínio, etc.) da mesma seção que as cavidades.

Uma variante do procedimento é a realização manual do encintamento do revestimento 2.

Na Figura 5, é observado que, em uma etapa subsequente, são colocados uma membrana 39 de cura sobre o conjunto da estrutura e, opcionalmente, um piso 40. Depois disso, a estrutura é curada em condições de alta temperatura e pressão em autoclave. Durante o processo de cura, a membrana 37 que recobre as ferramentas macho auxiliares 36 faz a comu-

nicação do interior dos reforçadores 3 com a atmosfera do interior do autoclave, conseguindo manter assim pressionado o material composto que a circunda, isto é, aquele do reforçador 3 e do laminado 2, ocasionando a cura.

5 Uma vez curada e resfriada a estrutura 1, as ferramentas macho auxiliares 36 são retiradas graças à redução da seção 41 que é produzida com a aplicação de uma sobpressão nas cavidades cilíndricas internas, facilitando assim a separação da estrutura 1 da ferramenta de moldagem 34 e a extração das ferramentas macho auxiliares 36 do interior dos reforçadores 3, como é ilustrado na Figura 6, com representação em um tamanho menor no início.

10 Na realização preferida descrita acima podem ser introduzidas modificações compreendidas dentro do alcance definido pelas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, as ditas estruturas (1) compreendendo um revestimento externo (2) e uma pluralidade de reforçadores (3) cuja seção transversal apresenta um contorno que é definido por uma abertura interna (6), caracterizado pelo fato de o procedimento compreender as seguintes etapas:

a) prover uma ferramenta (34) com uma superfície externa de forma similar à da estrutura (1) pelo lado dos reforçadores (3), incluindo rebaixos (35) para alojar os reforçadores (3);

b) prover ferramentas macho auxiliares (36) que consistem de cavidades internas (32), sendo estas ferramentas (36) capazes de manterem sua seção durante a laminação do revestimento (2) com a aplicação de uma sobrepressão no interior das cavidades (32), ao mesmo tempo em que a estrutura de cavidades internas (32) deve permitir o rompimento das mesmas com a aplicação de uma sobrepressão em seu interior, de forma que reduza a seção (41) das ferramentas macho (36), permitindo assim a sua extração dos reforçadores (3), estas ferramentas macho (36) sendo moldadas com uma geometria similar à abertura interna (6) dos reforçadores (3) e sendo recobertas por membranas adequadas para cura de materiais compostos;

c) prover os reforçadores (3) em estado fresco ou curado;

d) dispor os reforçadores (3) nos rebaixos (35) da ferramenta (34), adaptando-os à geometria dos mesmos, e dispor, em suas aberturas internas (6) dos reforçadores (3) as ferramentas macho auxiliares (36) adaptadas à sua geometria;

e) laminar o revestimento externo (2) sobre a superfície formada pela ferramenta (34), pelos reforçadores (3) e pelas ferramentas macho auxiliares (36), aplicando neste momento a sobrepressão necessária para manter sua seção;

f) curar a estrutura reforçada (1) em condições de alta temperatura e pressão;

g) extrair as ferramentas macho auxiliares (36), aplicando previ-

amente a sobressão necessária para reduzir sua seção (41);

h) separar a estrutura reforçada (1) curada da ferramenta (34).

2. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as ferramentas macho auxiliares (36) compreenderem elementos de um material elastomérico (31).

3. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) em materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de as cavidades (32) das ferramentas macho auxiliares (36) serem reforçadas ao longo de seu comprimento com um material, tecido ou filamento (33) que impede o aumento do perímetro das cavidades (32) com a aplicação de uma sobressão interna, com a finalidade de suportar a pressão do cabeçote de encintamento.

4. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de as cavidades (32) das ferramentas macho auxiliares (36) serem cilíndricas, de seção circular, elíptica ou ovaladas.

5. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de a estrutura reforçada (1) ser uma peça de revolução.

6. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de os reforçadores (3) apresentarem a forma de ômega.

7. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de, na etapa d), os reforçadores (3) serem dispostos nos rebaixos (35) da ferramenta (34), tendo sido adaptadas previamente em suas aberturas internas (6) as ferramentas macho auxiliares (36).

8. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de a etapa e) ser executada mediante um cabeçote (38) de uma máquina de encintamento.

5 9. Procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de, na etapa f), ser colocado um piso (40) sobre o revestimento (2).

10 10. Ferramenta macho auxiliar (36) utilizada em um procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (10), como definido em qualquer uma das reivindicações 1-9, caracterizada pelo fato de ser realizada com um composto elastomérico.

11. Ferramenta macho auxiliar (36), de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato de o composto elastomérico ser flexível.

15 12. Ferramenta macho auxiliar (36), de acordo com qualquer uma das reivindicações 10-11, caracterizada pelo fato de ser realizada com um composto de base de silicone.

20 13. Ferramenta macho auxiliar (36), de acordo com qualquer uma das reivindicações 10-12, caracterizada pelo fato de compreender uma pluralidade de cavidades (32) ao longo de seu comprimento.

14. Ferramenta macho auxiliar (36), de acordo com qualquer uma das reivindicações 10-13, caracterizada pelo fato de as cavidades (32) serem cilíndricas (32), de seção circular, elíptica ou ovalada.

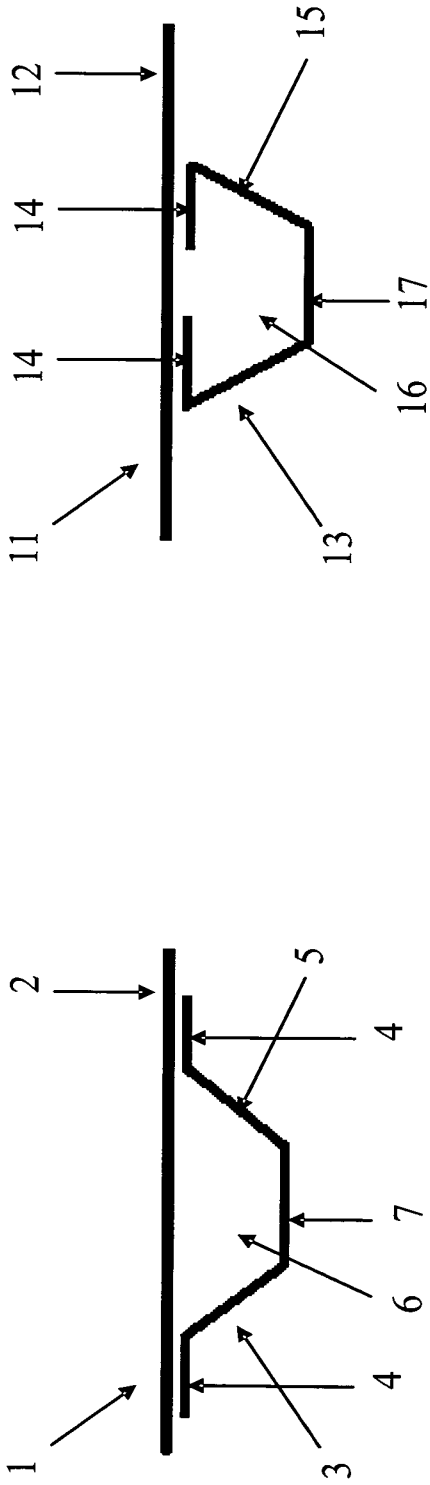


FIG. 1a

FIG. 1b

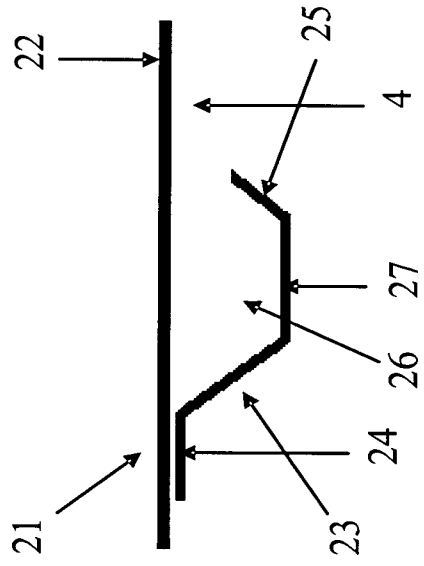


FIG. 1c

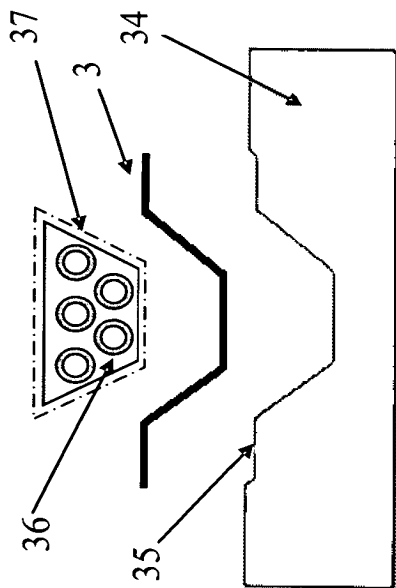


FIG. 2

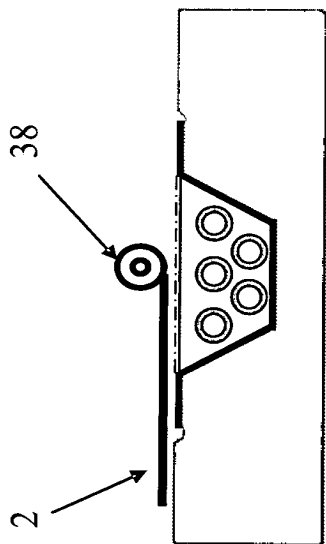


FIG. 3

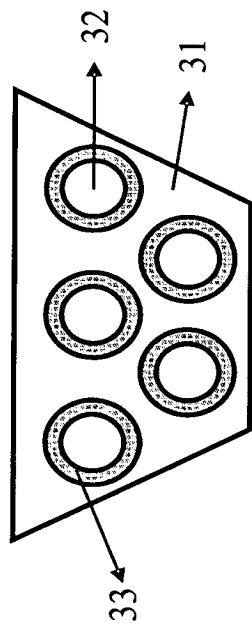


FIG. 4

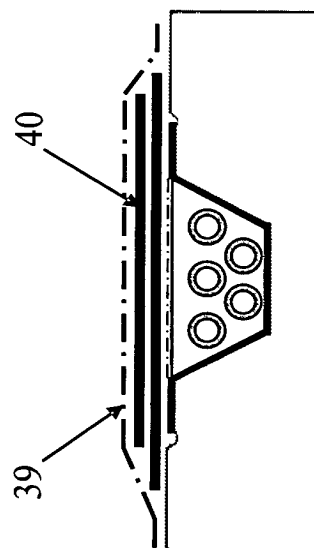


FIG. 5

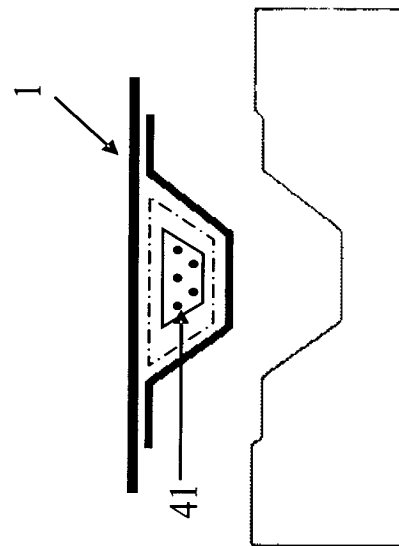


FIG. 6

RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCEDIMENTO E FERRAMENTA PARA A FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS REFORÇADAS A PARTIR DE MATERIAIS COMPOSTOS"**.

5 A presente invenção refere-se a procedimento para a fabricação de estruturas reforçadas (1) a partir de materiais compostos formados por um revestimento externo (2) e por uma pluralidade de reforçadores (3), cuja seção transversal apresenta uma forma fechada definindo uma abertura interna (6), que compreende as seguintes etapas: a) prover uma ferramenta
10 (34) de moldagem; b) prover ferramentas macho auxiliares (36) com cavidades internas (32) reforçadas (33) ao longo de seu comprimento, recobertas por membranas (37) adequadas à cura; c) prover reforçadores (3); d) dispor os reforçadores (3) na ferramenta (34) e, em suas aberturas internas (6), as ferramentas macho auxiliares (36); e) laminar o revestimento externo (2); f)
15 curar a estrutura reforçada (1) em alta temperatura e pressão; g) extrair as ferramentas macho auxiliares (36) depois de reduzir sua seção (41); h) separar a estrutura reforçada (1) curada da ferramenta (34). A invenção também refere-se a ferramentas macho auxiliares (36), incluindo o desenho das cavidades internas (32), seu reforço (33) e a capacidade de manter ou reduzir
20 sua seção com a aplicação de sobrepressão ou sobressão, respectivamente.