

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

(21) **PI 0714110-6 A2**

(22) Data de Depósito: 03/07/2007
(43) Data da Publicação: 02/01/2013
(RPI 2191)



(51) *Int.Cl.:*
B29C 70/54
B29C 70/30

(54) **Título:** MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE VÁRIOS COMPONENTES DE COMPÓSITO DE FIBRAS E COMPONENTE DE COMPÓSITO DE FIBRAS

(30) **Prioridade Unionista:** 31/07/2006 DE 10 2006 035 939.9

(73) **Titular(es):** AIRBUS SAS

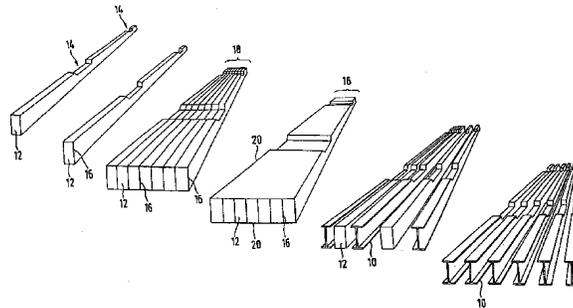
(72) **Inventor(es):** ANDREAS GESSLER, FRANZ MAIDL, JÜRGEN FILSINGER, MARINUS SCHOUTEN

(74) **Procurador(es):** ANTONIO MAURICIO PEDRAS ARNAUD

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007005856 de 03/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/014858de 07/02/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE VÁRIOS COMPONENTES DE COMPÓSITO DE FIBRAS E COMPONENTE DE COMPÓSITO DE FIBRAS A invenção refere-se a um método para a fabricação de componentes de compósitos de fibras (10), particularmente apropriado para a fabricação de perfis de formatos complicados com seção transversal de perfil variada e/ou com pelo menos partes com linhas curvas, tais como os usados para a fabricação de aeronaves, por exemplo, com as etapas seguintes: (a) fabricação de vários elementos núcleo (12), (b) aplicação separada de um primeiro material de fibra (16) a cada um dos elementos núcleo (12), (c) montagem dos elementos núcleo (12) providos com o primeiro material de fibra (16) para formar uma seqüência de elementos núcleo (18), (d) aplicação de um segundo material de fibra (20) comum à seqüência de elementos núcleo (18) ao longo de pelo menos um lado da seqüência de elementos núcleo (18), provida com o primeiro material de fibra (16), (e) infiltração e endurecimento dos materiais primeiro e segundo (16, 20) para formar um corpo de componente de fibra reforçada e (f) separação do corpo de componente em várias seções como representado pelos componentes de compósito de fibra (10).



"MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE VÁRIOS COMPONENTES DE
COMPÓSITO DE FIBRAS E COMPONENTE DE COMPÓSITO DE FIBRAS"

Campo da invenção

A invenção refere-se a um método para a fabricação de
5 componentes de compósito de fibra.

Antecedentes da invenção

A utilização de componentes de compósito de fibra é
interessante em muitas áreas de utilização devido a sua
alta resistência específica (relação de resistência em
10 relação ao peso). Um material de compósito de fibra é uma
mistura de material, a qual em geral consiste de dois
componentes principais, a saber, de uma matriz e das
fibras nela incorporadas. Através da interação recíproca
desses componentes, o material ganha propriedades
15 altamente valorizadas assim como ambos os componentes
individuais contidos.

Particularmente, a presente invenção refere-se à
fabricação de perfis altamente estressados com um formato
mais ou menos complexo. Segundo um estado da técnica
20 baseado em conhecimentos práticos internos do divulgador,
por exemplo, atualmente são fabricados geralmente perfis
CFK ou em tecnologia de fibra pré-impregnada ou através
do drapejamento de semi-acabados têxteis (tecido, teia,
tapete de fibra, etc.) de fibras de carbono. Unido a isso
25 há, porém uma relativamente grande quantidade de trabalho
manual. Na fabricação de perfis curvos o desperdiço é de
aproximadamente 50%, tipicamente.

Como um método de fabricação mais racional com menor
quantidade de desperdiço conhece-se até agora somente a
30 chamada extrusão inversa, para a fabricação de perfis
CFK. Com esse método podem ser fabricados, porém, somente
perfis retos com secção transversal constante. Não são
possíveis aumentos de volume locais, ângulos de fibra
parcialmente otimizados ou nenhuma mudança de forma. Na
35 seqüência, freqüentemente na prática, tais componentes
têm que ser providos posteriormente em retrabalho com
aumentos de volume (por exemplo, para o reforçamento e/ou

posterior transferência de forças).

Sumário da invenção

- Conseqüentemente, um objeto da presente invenção é prover um método simples para a fabricação de componentes de
- 5 compósito de fibras, o qual é apropriado particularmente também para a fabricação de componentes de compósitos de fibras de formatos complicados, como por exemplo, perfis com secção transversal de perfil variando e/ou com pelo menos trajetória curva em secções.
- 10 Esta tarefa é solucionada segundo a invenção através de um método para fabricação de componentes de compósito de fibras, compreendendo as etapas:
- a) Preparação de vários elementos núcleo,
 - b) aplicação separada de um primeiro material de fibras
 - 15 em cada um dos elementos núcleo,
 - c) junção dos elementos núcleo revestidos com o primeiro material de fibras para a formação de uma seqüência de elementos núcleo,
 - d) Aplicação de um segundo material de fibra para toda a
 - 20 seqüência de elementos núcleo ao longo pelo menos de um lado da seqüência de elementos núcleo, no qual os elementos núcleo estão revestidos com o primeiro material de fibra,
 - e) Infiltração e endurecimento dos materiais de fibra
 - 25 primeiro e segundo para formar um corpo de elemento estrutural reforçado, e
 - f) Separação do corpo de elemento estrutural em várias secções, as quais representam os componentes de compósito de fibras.
- 30 Com esse método podem ser fabricados também elementos estruturais de compósito de fibras com formatos complexos, particularmente, por exemplo, elementos estruturais tipo perfil longos e curvos com raio de curvatura irregular. Uma vantagem particular da invenção
- 35 consiste em que, com o método podem ser fabricados simultaneamente, e, portanto com custo baixo, vários componentes de compósito de fibras, particularmente

vários componentes de compósito de fibras idênticos ("fabricação em pacote"). Neste sentido é preferível a fabricação simultânea de pelo menos três, particularmente pelo menos cinco ou inclusive pelo menos dez componentes.

5 Em princípio, o método segundo a invenção não tem restrições especiais em relação ao tipo de materiais de fibra utilizado (por exemplo, fibras individuais, conjunto de fibras de vidro ("rovings"), semi-acabados de fibras lisos, ect.) assim como em relação ao tipo de

10 materiais matriz utilizados. Em uma concretização é prevista a utilização de fibras de carbono. Alternativamente ou adicionalmente podem ser utilizadas também sem problemas outras fibras, como por exemplo, fibras de vidro, fibras de material sintético ou fibras

15 naturais. Como material de matriz são interessantes especialmente materiais sintéticos, como por exemplo, materiais sintéticos duro-plásticos (resinas sintéticas). Estas enumerações devem ser entendidas naturalmente como meramente exemplificativas. Além disso, podem ser

20 adicionados de modo conhecido material de preenchimento ou aditivos.

As definições utilizadas aqui como "primeiro material de fibras" e "segundo material de fibras" devem significar que com o método segundo a invenção utiliza-se o material

25 de fibras em dois estágios, a saber, primeiro na etapa b) na aplicação separada de um material de fibra a cada um dos elementos núcleo e mais tarde na etapa d) na aplicação de um material de fibras na seqüência de elementos núcleo formada anteriormente. Com estas

30 definições não se deve interpretar que o primeiro material de fibra tem que ser diferente do segundo material de fibras. Isso pode ser eventualmente previsto assim, mas em nenhum caso é obrigatório. Nesse sentido, podem ser utilizados vários primeiros materiais de fibras

35 diferentes na etapa b), e/ou vários segundos materiais de fibra diferentes na etapa d). A definição de "aplicação" (do mencionado material de fibra) é para ser compreendida

de forma ampla no escopo da invenção. Fibras individuais podem ser aplicadas, por exemplo, através de um processo de trançado e/ou enrolamento. Alternativamente ou adicionalmente, a aplicação pode ser prevista como
5 revestimento (particularmente para semi-acabado têxtil liso).

Em uma concretização preferida, são formados os elementos núcleos como elementos perfilados cujas secções transversais de perfil variam ao longo do comprimento do
10 perfil e/ou cujos comprimentos de perfil possuem uma trajetória curva pelo menos em secções. Como os elementos núcleo utilizados dão forma aos componentes estruturais fabricados, podem ser fabricados os correspondentes componentes perfilados com essa medida, cujas secções
15 transversais de perfil variam ao longo do comprimento do perfil e/ou cujos comprimentos de perfil possuem uma trajetória curva (incluindo "inclinações") pelo menos em secções. Em uma concretização preferida, os componentes estruturais perfilados são neste caso esticados
20 longitudinalmente, particularmente com um estiramento longitudinal de perfil que é maior pelo menos em um fator 5, particularmente pelo menos em um fator 10, que um estiramento transversal de perfil máximo.

Para a fabricação de uma quantidade de componentes
25 estruturais perfilados estendidos longitudinalmente podem ser preparados, por exemplo, vários elementos núcleo de perfil, idênticos, estendidos longitudinalmente, os quais são unidos um ao lado do outro no comprimento para formar uma seqüência de elementos núcleo após a aplicação do
30 material de fibra na etapa b), antes que na etapa d) o material de fibras comum para toda a seqüência de elementos núcleo seja aplicado, por exemplo, colocado. A seqüência de elementos núcleo possui então um comprimento que corresponde ao comprimento dos elementos núcleo
35 perfilados individuais e uma largura que corresponde à soma das larguras dos elementos núcleo perfilados mais a espessura do material de fibras na direção da seqüência e

da união lado a lado.

Os elementos núcleo utilizados pelo método podem ser previstos como reutilizáveis ou como não reutilizáveis. Para elementos núcleo reutilizáveis, os quais podem ser
5 feitos, por exemplo, de metal (por exemplo, alumínio), deve-se prestar atenção somente em que estes não sejam danificados na separação do corpo de componente estrutural na etapa f), caso os elementos núcleo se encontrem nesse momento ainda dentro do corpo de
10 componente estrutural. Elementos núcleo não reutilizáveis podem ser feitos de forma simples de, por exemplo, material sintético, particularmente espuma sintética e na separação do corpo de componente estrutural podem ser, dado o caso, cortados e com isso destruídos.

15 Em uma concretização é previsto que os elementos núcleo apresentem pelo menos um recesso local, o qual é preenchido com material de fibras na etapa b). Com isso é possível criar de forma simples engrossamentos locais para o componente estrutural terminado. Alternativamente
20 ou adicionalmente considera-se para isso realizar tais engrossamentos aplicando o primeiro material de fibras na etapa b) e/ou o segundo material de fibras na etapa d) com uma espessura que é elevada em um ou vários locais.

Engrossamentos locais podem ser formados, dado o caso,
25 através de um material especial, por exemplo, material de fibras, o qual pode ser diferente do primeiro e/ou do segundo material de fibras. Se para isso o elemento núcleo apresenta um ou mais dos anteriormente mencionados recessos locais, pode-se colocar nesses recessos um ou
30 vários cortes de um semi-acabado têxtil (integração de pontos de reforço). Em um modo de concretização especial é previsto que um recesso local na superfície do correspondente elemento núcleo seja preenchido planamente e a seguir, na ocasião da aplicação do primeiro material
35 de fibras, que seja completamente coberto.

Em um modo de concretização preferido é previsto que na etapa b) a aplicação do primeiro material de fibras

compreenda entrançar e/ou enrolar os elementos núcleo individuais. Este método de aplicação do primeiro material de fibras pode ser automatizado facilmente, onde por exemplo, podem ser utilizado um método e um

5 dispositivo como os descritos na patente alemã DE 10 2004 017 311 A1 (para fabricação de produtos semi-acabados de compósito de fibras). Conseqüentemente, a aplicação do primeiro material de fibras na etapa b) acontece por meio de técnica de entrançado circular, onde o elemento núcleo

10 de interesse é entrançado com fios de trança, os quais são bobinados sobre a bobina que percorre o elemento núcleo em diferente direção concentricamente, sendo que particularmente pode ser previsto que sejam providas a bobina de uma direção de circulação com fios de reforço e

15 a bobina da direção de circulação contrária parcialmente com fios de apóio, que possam manter em posição os fios de reforço e que possam consistir pelo menos parcialmente de fios termoplásticos. Em uma concretização preferida o elemento núcleo é bobinado várias vezes, onde são

20 depositadas sobre o elemento núcleo respectivamente localizações isoladas unidirecionais do primeiro material de fibras. Com uma aplicação automática do primeiro material de fibras por meio de uma técnica de entrançamento circular pode ser conseguida uma alta

25 reprodutibilidade e uma boa orientação de fibras definida (unidirecional ou multi-direcional). Além disso, durante o processo de entrançamento circular podem ser intercalados de forma fácil faixas de material de fibras. Em uma concretização preferida o entrançamento produzirá

30 um trançado liso, ou seja, não ondulado. Os engrossamentos locais explicados acima podem ser produzidos já imediatamente ao entrançar e/ou bobinar, na etapa b), ou por meio de processos locais múltiplos para entrançar e bobinar, ou também por meio de semi-acabado

35 de material de fibras liso introduzido adicionalmente (cortes, faixas, ext.).

Como uma alternativa ao processo de entrançar e de

bobinar na etapa b) considera-se particularmente também, em princípio, um drapejamento de locais de material de fibras, com o qual se tem na prática, na maioria dos casos, um alto investimento de trabalho manual. Em uma
5 concretização é previsto, portanto, que uma grande parte do primeiro material de fibras seja aplicada ao elemento núcleo de interesse por meio de um processo de entrançar e de bobinar e no máximo uma quantidade menor do primeiro material de fibras é aplicado como semi-acabado de
10 compósito de fibras, eventualmente cortadas. A última aplicação de um local de material de fibras pode ser acompanhada particularmente (antes e/ou depois) de um processo de entrançar e bobinar.

Em uma concretização é previsto que na etapa c) os
15 elementos núcleos revestidos unidos um ao lado do outro sejam fixados por meio de um dispositivo de fixação, o qual forma parte de um dispositivo de infiltração utilizado na etapa e). O dispositivo de infiltração pode ser, por sua vez, parte de uma ferramenta, na qual é
20 gerenciada tanto a infiltração do material de fibras com o material matriz de interesse, como um endurecimento pelo menos parcial do compósito matriz de fibras. Conforme o número a ser fabricado de componentes de compósito de fibras pode ser utilizada uma ferramenta
25 unilateral ou uma ferramenta fechada para a junção lado a lado (empilhamento) dos elementos núcleos revestidos e/ou para aplicar o segundo material de fibras (por exemplo, camada externa unilateral ou bilateral de revestimento multiaxial, tecido, etc.) e/ou para infiltrar e endurecer
30 uma ferramenta unilateral ou uma ferramenta fechada.

Em um modo de concretização preferido é previsto que na etapa d) a aplicação do segundo material de fibras compreenda a aplicação de pelo menos uma camada lisa ampliada de material de fibras (por exemplo, semi-acabado
35 têxtil). Para isso, pode-se utilizar particularmente um corte ou faixa de um revestimento multiaxial, de um tecido ou similar.

A infiltração e o endurecimento previstos para a etapa e) podem recorrer vantajosamente a todos os métodos conhecidos na área de fabricação de compósitos de fibras (por exemplo, VAP, RTM, etc.). Para a infiltração de uma resina epóxi pode se realizar, conforme a composição da resina, um endurecimento, por exemplo, térmico em uma região de temperatura da temperatura ambiente até aproximadamente 180°C.

Em uma concretização é previsto que, na etapa f), a separação do corpo de componente estrutural se realize através de várias incisões de separação, respectivamente na região de um dos elementos núcleo, sendo que através de cada incisão de separação se divide o material de fibras limitando o elemento núcleo de interesse (e eventualmente o elemento núcleo) e com isso é agregado a diversos dos componentes de compósito de fibras resultantes.

Elementos núcleo não reutilizáveis (por exemplo, núcleos de espuma) podem ser destruídos eventualmente na formação final.

Os componentes de compósito de fibras formados a partir da separação do corpo do componente estrutural na etapa f) podem ser retrabalhados eventualmente antes de sua utilização.

25 Descrição das figuras

A invenção continua sendo descrita, a seguir, com ajuda dos exemplos de concretização e fazendo referência às figuras anexas, onde:

A Figura 1 é uma representação para a visualização da fabricação de uma quantidade de perfis reforçados com fibras, cuja secção transversal de perfil varia ao longo da extensão longitudinal do perfil,

A Figura 2 é uma representação para a visualização da fabricação de uma quantidade de perfis reforçados com fibras, cuja extensão longitudinal de perfil possui uma trajetória curva,

A Figura 3 é uma representação de detalhe da Figura 2,

A Figura 4 é uma vista em perspectiva de um elemento núcleo segundo uma outra concretização,

A Figura 5 é uma representação para a visualização exemplificativa de diferentes formações de elementos núcleo e componentes de compósito de fibras,

A Figura 6 é uma representação esquemática de uma aplicação automatizada de um material de fibras em um elemento núcleo, e

A Figura 7 é uma representação esquemática de uma aplicação de um material de fibras multiaxial em um único elemento núcleo, por uma parte para elementos núcleo que se estendem de forma retilínea e por outra parte para elementos núcleo que se estendem de forma curva.

Descrição da invenção

A Figura 1 permite visualizar, de esquerda para direita, diferentes estágios da fabricação simultânea de seis componentes de compósito de fibras em forma de perfis de T-dupla (ver Figura 1 à direita).

Esta "fabricação em pacote" dos perfis utilizados mais tarde, por exemplo, como suportes transversais de soalhos em uma rampa de aeronave, compreende as etapas seguintes:

a) Primeiramente são preparados elementos núcleo do tipo representado à esquerda na Figura 1 (na Figura 7 são representados sete elementos núcleo deste tipo), os quais na concretização exemplificativa representada são formados como perfis de elementos núcleo expandidos longitudinalmente em uma direção, cuja secção transversal varia ao longo da expansão longitudinal do perfil. A secção transversal é retangular no exemplo representado, sendo que podem ser observados dois recessos em dois locais da trajetória da expansão do perfil, nos quais a área da secção transversal diminui. Os elementos núcleo podem ser fabricados, por exemplo, por meio da fresagem de um material de espuma sintético duro ou também de um material metálico. Sua composição é de importância secundária, já que eles servem eventualmente como meio auxiliar para dar forma na fabricação dos

verdadeiros componentes estruturais 10.

b) Em uma próxima etapa é aplicado um primeiro material de fibras 16 separado em cada um dos elementos núcleo 12. No exemplo de concretização representado os elementos núcleo 12 são entrançados com o material de fibras. Aqui de modo conhecido pode ser prevista uma orientação de fibras (ou várias orientações) vantajosa em relação à utilização posterior dos componentes estruturais 10. Os elementos núcleo 12 servem aqui como ("núcleos de entrançamento").

c) Os elementos núcleo 12 revestidos com o primeiro material de fibras 16 são então unidos um ao lado do outro para a formação de uma seqüência de elementos núcleo 18. No exemplo de concretização representado tocam-se dois elementos núcleo, adjacentes imediatos, cobertos (completamente, vistos da face frontal) com o material de fibras 16 ao longo de uma área plana limite, de modo que os elementos núcleo individuais 12 estão um ao lado do outro na direção do empilhamento.

d) Assim um segundo material de fibras 20 é aplicado ao longo de pelo menos um lado da seqüência de elementos núcleo 18. No exemplo de concretização representado, esse material de fibras 20 é aplicado tanto no lado inferior como também no lado superior da seqüência de elementos núcleo 18 representada.

e) A estrutura formada dessa forma, consistindo dos elementos núcleo 12 um ao lado do outro dando forma e dos materiais de fibras 16, 20 é assim infiltrada com um material matriz adequado (por exemplo, resina epóxi) e termicamente endurecida. A adição do material matriz susceptível de endurecer ocorre em uma forma de realização preferida através da utilização de um método de infusão a vácuo, por exemplo, por meio de um método de infusão normalizado como VAP, VARI, etc., aqui se pode utilizar, por exemplo, uma ordem de infiltração com estrutura de membrana, onde são previstas correspondentes entradas e saídas para uma matriz de resina em um filme

e/ou uma ferramenta. Uma estrutura a vácuo tal pode ser utilizada também eventualmente para compactação da seqüência de elementos núcleo 18 revestida com material de fibras. Quando a seqüência de elementos núcleo é coberta com um filme hermeticamente fechado e depois o espaço entre o filme é mais ou menos evacuado, a estrutura é assim impactada com a pressão atmosférica do ambiente. Alternativamente ou adicionalmente, para evacuar o espaço limitado pelo filme pode ser utilizada uma pressão de ambiente mais alta, colocando a seqüência de elementos núcleo 18 revestida com o filme em uma autoclave. O endurecimento nesta etapa pode ser previsto como endurecimento completo ou só parcial.

f) Por último, o corpo de componente estrutural conseguido na etapa anterior através de infiltração e endurecimento é dividido em várias secções, as quais (eventualmente depois de um retrabalho final) representam os componentes de compósito de fibras 10. Em geral, dependendo do formato dos elementos núcleo 12 e da intensidade da ligação do material de fibras sobre a superfície dos elementos núcleo 12, não será possível, retirar o núcleo dos mesmos antes da separação do corpo do componente estrutural. Em um modo de concretização é então previsto que, tanto o material de fibras 16, 20 como também os elementos núcleo 12 (não reutilizáveis) são separados através de incisões de separação. Em uma outra concretização é previsto que as incisões de separação sejam feitas de tal modo que com isso o material de fibras (16, 20) é separado e os elementos núcleo 12 então liberados sejam reutilizáveis.

Com os métodos de fabricação descritos são fabricados simultaneamente seis suportes em T-dupla reforçados com fibra utilizando sete elementos núcleo 12 do modo representado na Figura 1. A separação do corpo de componente ocorre aqui através de sete incisões de separação, respectivamente passando na região de um dos elementos núcleo 12 (na Figura 1 verticais), onde através

de cada incisão de separação o material de fibras 16, 20 adjacente no elemento núcleo 12 se divide e com isso é agregado a diferentes dos componentes de compósito de fibras 10 resultantes.

5 Desviando-se do exemplo de concretização representado, poderia ser dado aos suportes individuais 10, de forma simples, um uma forma de perfil em C, sendo que os planos verticais de incisões de separação em
10 comparação com o exemplo de concretização representado são escolhidos algo deslocados (aproximadamente metade da largura de um elemento núcleo 12).

A partir do corpo de componente estrutural representado na Figura 1, poderiam ser fabricados, além disso, por exemplo, (o dobro) Suportes em T ou suportes em L através
15 do passo de separação, sendo que, por exemplo, além das incisões de separação verticais é previsto também uma incisão de separação horizontal, por exemplo, os suportes em T-dupla e os suportes em C obtidos primeiramente da separação do corpo de componente estrutural são
20 respectivamente divididos de novo horizontalmente.

No exemplo de concretização segundo a Figura 1, aos elementos núcleo 12 são, respectivamente, expandidos longitudinalmente e de forma idêntica, sendo que a expansão longitudinal do perfil possui uma trajetória
25 retilínea (ortogonal à direção posterior de empilhamento). A secção transversal varia, porém ao longo da expansão longitudinal do perfil (ver engrossamentos 14). Os elementos núcleo 12 de tipo perfil são ordenados com a mesma orientação no empilhamento de elementos
30 núcleo 18.

Na descrição a seguir de outros exemplos de concretização são utilizadas as mesmas referencias numéricas para componentes com mesma função, respectivamente completados com uma letra minúscula para a diferenciação da forma de
35 concretização. Essencialmente, somente as diferenças com relação ao e aos exemplos de concretização já descritos serão tratadas e o resto é referenciado à descrição de

exemplos de concretização anteriores.

A Figuras 2 e 3 permitem visualizar um exemplo de concretização de um método para a fabricação simultânea de vários componentes de compósito de fibras, os quais
5 são formados novamente como perfis em T-dupla como no exemplo descrito com referência à Figura 1. Desviando-se do exemplo acima, a extensão longitudinal dos componentes estruturais de perfil possui, porém uma trajetória curva. A Figura 2 mostra em uma representação semelhante à da
10 Figura 1, à esquerda, um elemento núcleo 12a, o qual é preparado várias vezes de forma idêntica para o método descrito a seguir. À direita na Figura 2 são representados novamente outros estágios intermediários da fabricação, a saber:

- 15 - um elemento núcleo 12a revestido (por exemplo, bobinado) com um primeiro material de fibras 16a,
- uma seqüência de elementos núcleo 18a formada através da união um ao lado do outro de elementos núcleo 12a revestidos com o primeiro material de fibras 16a,
- 20 - a seqüência de elementos núcleo 18a adicionalmente revestida em seu lado inferior e em seu lado superior com um segundo material de fibras 20a, e
- um componente de compósito de fibras 10a obtido depois da infiltração, do endurecimento e da separação do corpo
25 de componente estrutural.

A Figura 3 permite visualizar com uma representação de detalhe ampliada, uma vez mais, a disposição dos materiais de fibras 16a, 20a ao longo das laterais longitudinais da seqüência de elementos núcleo 18a. Neste
30 caso, é representado exemplificativamente, que as camadas de material de fibras 20a podem ser previstas também com diferentes espessuras de material em ambos os lados planos (superior e inferior) opostos da seqüência de elementos núcleo 18a. Este tipo de diferentes espessuras
35 de camada do segundo material de fibras 20a, como também a relação dessas espessuras de camada com a espessura de camada do primeiro material de fibras 16a, podem ser

adaptadas vantajosamente às cargas mecânicas esperadas no componente terminado 10a. Neste sentido, é possivelmente também vantajoso prever uma espessura não uniforme e/ou um material não uniforme para pelo menos um dos materiais de fibras 16a, 20a, observado no plano de corte da Figura 3 e/ou observado na direção longitudinal da seqüência de elementos núcleo.

As incisões de separação que ocorrem no fim do processo de fabricação, para a separação do componente estrutural 10a (em uma quantidade de perfis T-dupla) são desenhadas na Figura 3 com linhas tracejadas.

A Figura 4 é uma representação de detalhe para a visualização do modo, de como podem ser feitos, para um método de fabricação, os engrossamentos locais acima mencionados no componente de compósito de fibras terminado.

Na Figura 4 na parte de cima está representada uma secção de um elemento núcleo 12c utilizado no método de fabricação, o qual apresenta em uma secção com trajetória curva um recesso 22c escalonado. De resto, o elemento núcleo 12c possui, por exemplo, uma secção transversal com contorno retangular.

Nesse exemplo de concretização é previsto que para a aplicação de um primeiro material de fibras em cada elemento núcleo 12c, primeiramente seja preenchida completamente o recesso 22c com "primeiro material de fibras adicional", antes que o elemento núcleo 12c seja coberto também nas áreas vizinhas do recesso 22c com o primeiro material de fibras (por exemplo, entrando-o ou bobinado-o). Na região do recesso 22c aparece então um engrossamento local (não representado) no componente estrutural acabado, o qual de certa forma é "orientado para dentro". Alternativamente ou adicionalmente podem ser previstos também engrossamentos "orientados para fora", se na aplicação do primeiro material de fibras são formados os correspondentes engrossamentos.

O material de fibras a ser colocado no recesso 22c

representado poderia consistir, por exemplo, de dois cortes de um tapete colocados um após o outro.

A formação do recesso 22c em uma secção curva do elemento núcleo 12c para a formação de um reforçamento no componente estrutural acabado é vantajoso desde um ponto de vista prático na maioria dos casos, uma vez que componentes estruturais do tipo que interessa aqui são fortemente carregados a maioria das vezes nas secções curvas.

10 A característica representada na Figura 4, a saber, a formação de um ou mais recessos locais para a integração de material de fibras adicional, pode ser previsto sem problemas para cada um dos exemplos de concretização descritos anteriormente segundo as Figuras 1, 2 e 3 (ou
15 para uma combinação dos mesmos).

Uma vantagem especial do engrossamento criado através de um recesso no elemento núcleo utilizado é que, o material de fibras adicional colocado localmente no elemento núcleo não impede a formação de uma seqüência de elementos núcleo com elementos núcleo colocados um ao lado do outro, quando o recesso é orientado "na direção de empilhamento", ou seja, na seqüência de elementos núcleo faz contato comum elemento núcleo adjacente. Por sua vez, na criação de engrossamentos locais através de
20 "material de fibras para fora no elemento núcleo" é apropriado, a maioria das vezes, dispormos o material de fibras adicional em um lado do elemento núcleo que na seqüência e elementos núcleo não esteja em contato imediato com o elemento núcleo vizinho. Nas seqüências de elementos núcleo 18 e 18a representadas na Figura 1 e na
30 Figura 2, estas são os lados superiores e os lados inferiores da seqüência de elementos núcleo de interesse. Em relação à utilização preferida dos componentes de compósito de fibras como um componente estrutural na
35 fabricação de aeronaves pode ser especialmente apropriados engrossamentos locais particularmente em secções curvas e/ou nas secções de um componente de

perfil com áreas de contorno menores.

O método de fabricação descrito é apropriado, como já explicado anteriormente, particularmente para a "fabricação em pacote" de uma quantidade de componentes
5 de compósito de fibras idênticos que em geral são do tipo perfil, para os quais, entretanto varia a secção transversal de perfil ao longo da extensão longitudinal de perfil e/ou a extensão longitudinal de perfil é curva em uma ou mais regiões.

10 A Figura 5 mostra secções longitudinais através de diferentes componentes de compósito de fibras 10d, 10e, 10f e 10g, os quais podem ser produzidos com o método de fabricação descrito. As formas de secções longitudinais representadas são meramente ilustrativas para o
15 entendimento, e devem ilustrar a grande flexibilidade do método em relação à forma dos componentes de compósito de fibras.

Para o método descrito podem ser realizadas muitas etapas de trabalho vantajosamente, pelo menos parcialmente, de
20 forma automática. Isto pode ser visualizado com referência às Figuras 6 e 7 exemplificativamente para a etapa da aplicação separada do primeiro material de fibras em cada um dos elementos núcleo.

A Figura 6 mostra, esquematicamente, um dispositivo 40, por meio do qual uma parte do primeiro material de fibras é aplicada automaticamente no elemento núcleo 12h na
25 etapa b).

Cada elemento núcleo 12h é provido, primeiramente em dois lados longitudinais opostos, por etapas, com cortes 42h
30 de um semi-acabado têxtil (por exemplo, cortes colados como etiquetas).

Assim, o elemento núcleo 12h já provido por etapas do primeiro material de fibras (cortes 42h) pode continuar na direção da seta 44h do comprimento através do
35 dispositivo 40h. Os lados superior e inferior, opostos, do elemento núcleo 12h da Figura 6 são providos respectivamente com uma faixa passante 46h de material de

5 fibras (por exemplo, semi-acabado têxtil), o qual é puxado de um cilindro de suprimento. Finalmente, eventualmente de forma automatizada, é formada por meio do dispositivo 40h ainda uma camada de material de fibras 48h como envelope, no exemplo de concretização representado através de entrançamento.

Vários dos elementos núcleo 12h revestidos com o primeiro material de fibras 42h, 46h e 48h são finalmente unidos um ao lado do outro para a formação de uma seqüência de 10 elementos núcleo, e recobertos com um segundo material de fibras comum para todos os elementos núcleo como já foi descrito anteriormente segundo as Figuras 1, 2 e 3. Também a aplicação (não representada) do segundo material de fibras pode ser realizada de forma automática, 15 eventualmente.

As propriedades mecânicas dos componentes de compósito de fibras fabricados com a utilização do dispositivo 40h são, dentre outras, a espessura da camada e a orientação das fibras dos materiais de fibras individuais, aqui os 20 materiais de fibras 42h, 46h e 48h. Em uma formação contínua do método de revestimento representado na Figura 6 é previsto um dispositivo com várias estações de entrançamento dispostas uma a seguir da outra na direção do percurso dos elementos núcleo. Uma formação contínua 25 deste tipo é descrita a seguir com referência à Figura 7. Na Figura 7 é representado na parte de cima um dispositivo 40i o qual compreende um dispositivo de alimentação 50i, várias estações de revestimento (aqui: quatro) (por exemplo, dispositivos de entrançamento 30 circular, segundo o caso também com dispositivos para a integração de materiais de fibras adicionais) 52i e um dispositivo de corte 54i para a separação dos materiais de fibras.

Um estoque de alimentação de elementos núcleo 12i que 35 passam um após o outro através do dispositivo 40i é representado como 56i. Depois do revestimento dos elementos núcleo 12i por meio do dispositivo 40i obtém-se

um estoque de elementos núcleo 58i de elementos núcleo revestidos com material de fibras. As estações de entrançamento circular entrançam os elementos núcleo 12i neste exemplo em diferentes orientações de fibras (por exemplo, $+45^\circ$, -45° , -45° , $+45^\circ$).

Na Figura 7 na parte de baixo tem-se representado um dispositivo 40j levemente modificado, para o qual as estações individuais de trabalho 50j, 52j e 54j são dispostas ao longo de uma pista curva 44j. Esta pista de trabalho é escolhida de forma a se adaptar à forma curva dos elementos núcleo revestidos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricação de vários componentes de compósito de fibras, caracterizado pelo fato de compreender as seguintes etapas:
- 5 a) Preparação de vários elementos núcleo (12),
b) Aplicação separada de um primeiro material de fibras (16) em cada um dos elementos núcleo (12),
c) União um ao lado do outro dos elementos núcleo (12) revestidos com o primeiro material de fibras (16) para a
10 formação de uma seqüência de elementos núcleo (18),
d) Aplicação de um segundo material de fibras (20) comum a toda a seqüência de elementos núcleo (18) ao longo de pelo menos um lado da seqüência de elementos núcleo, na qual os elementos núcleo (12) são revestidos com o
15 primeiro material de fibras (16),
e) Infiltração e endurecimento do primeiro material de fibras (16) e do segundo material de fibras (20) para a formação de um corpo de componente estrutural reforçado com fibras, e
20 f) Separação do corpo de componente estrutural em várias secções, as quais representam os vários componentes de compósito de fibras (10), onde a separação ocorre através de várias incisões de separação passando respectivamente na região de um dos elementos núcleo, sendo que através
25 de cada incisão de separação o material de fibras adjacente (16, 20) no elemento núcleo de interesse (12) se divide e com isso é agregado a diferentes dos componentes de compósito de fibras (10) resultantes.
2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
30 pelo fato de os elementos núcleo (12) serem formados como componentes de perfil, cuja secção transversal de perfil varia ao longo da extensão longitudinal do perfil e/ou cuja extensão longitudinal de perfil possui pelo menos uma trajetória curva em secções.
- 35 3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de os elementos núcleo (12) respectivamente pelo menos um recesso local (22) o

qual é preenchido na etapa b) com material de fibras.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado pelo fato de que na etapa a) são preparados elementos núcleo (12) idênticos.

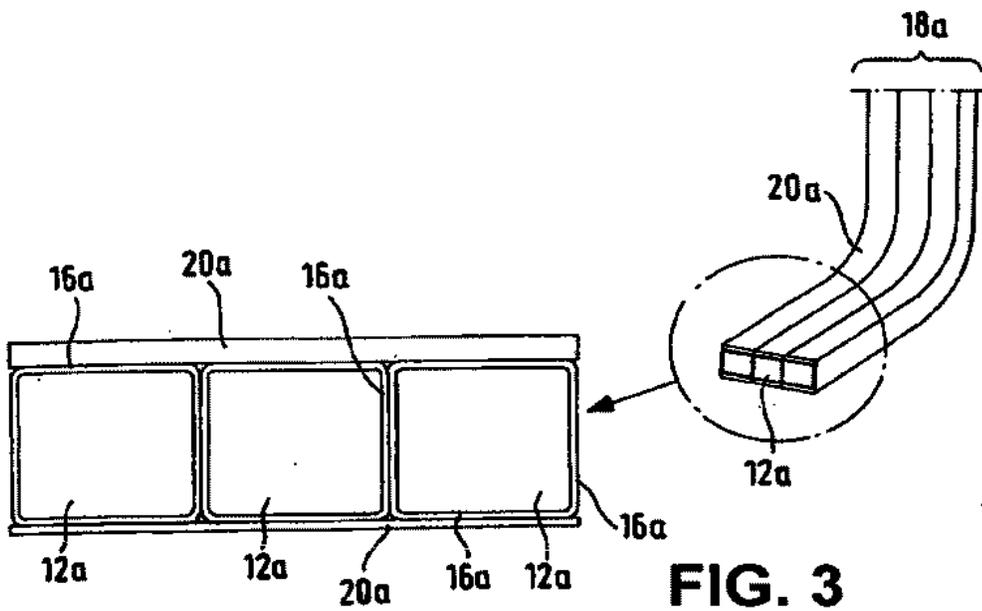
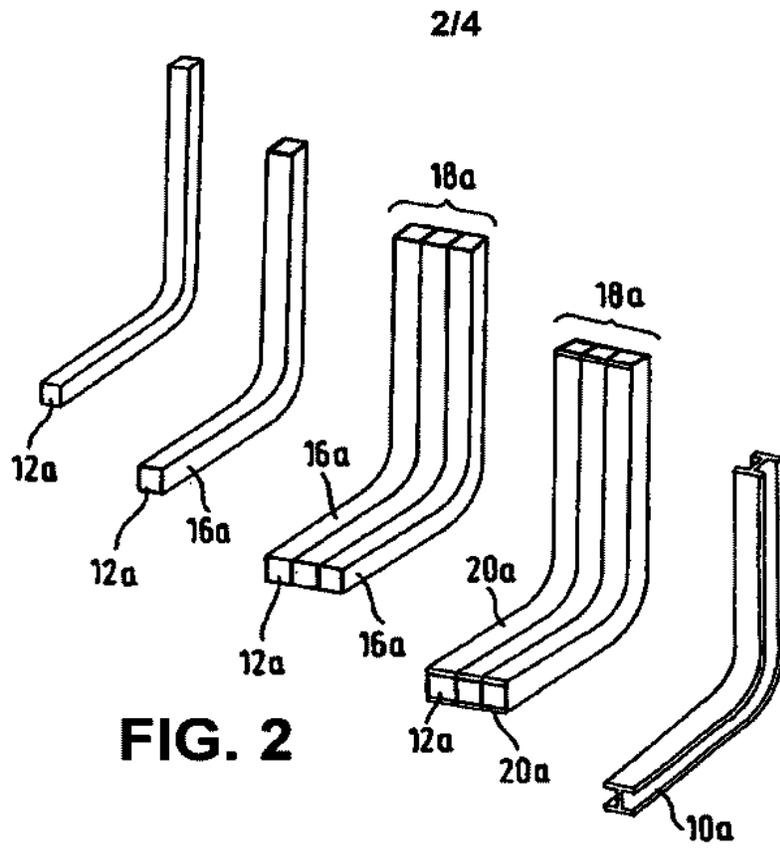
5 5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de que na etapa b) a aplicação do primeiro material de fibras (16) compreende entrançar e/ou bobinar os elementos núcleo (12) individuais.

10 6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de que na etapa c) os elementos núcleo (12) revestidos, unidos um ao lado do outro, são fixados por meio de um dispositivo de fixação, o qual forma parte de um dispositivo de infiltração
15 utilizado para a etapa e).

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizado pelo fato de que em a etapa d) a aplicação do segundo material de fibras (20) compreende a aplicação de pelo menos uma camada de material de fibras
20 estendida planamente.

8. Componente de compósito de fibras, particularmente componente estrutural para uma aeronave, fabricado por meio de um método conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 7.

25



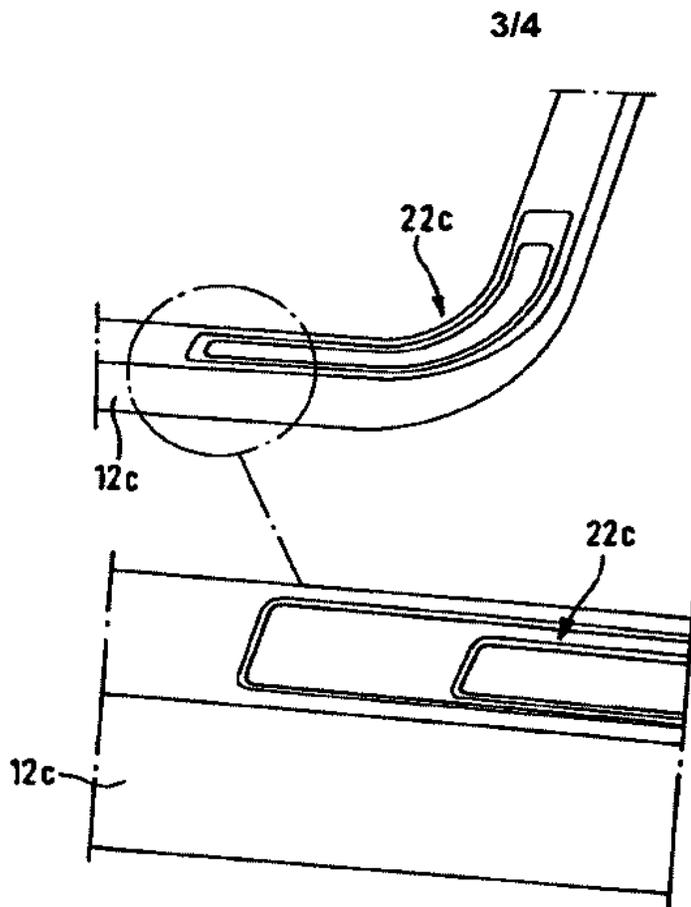


FIG. 4

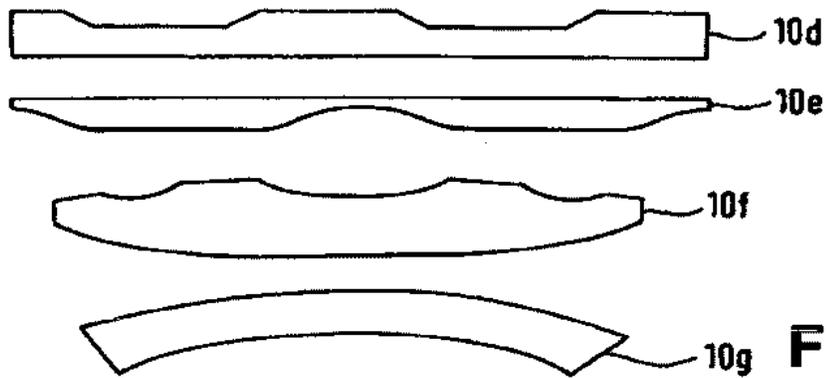
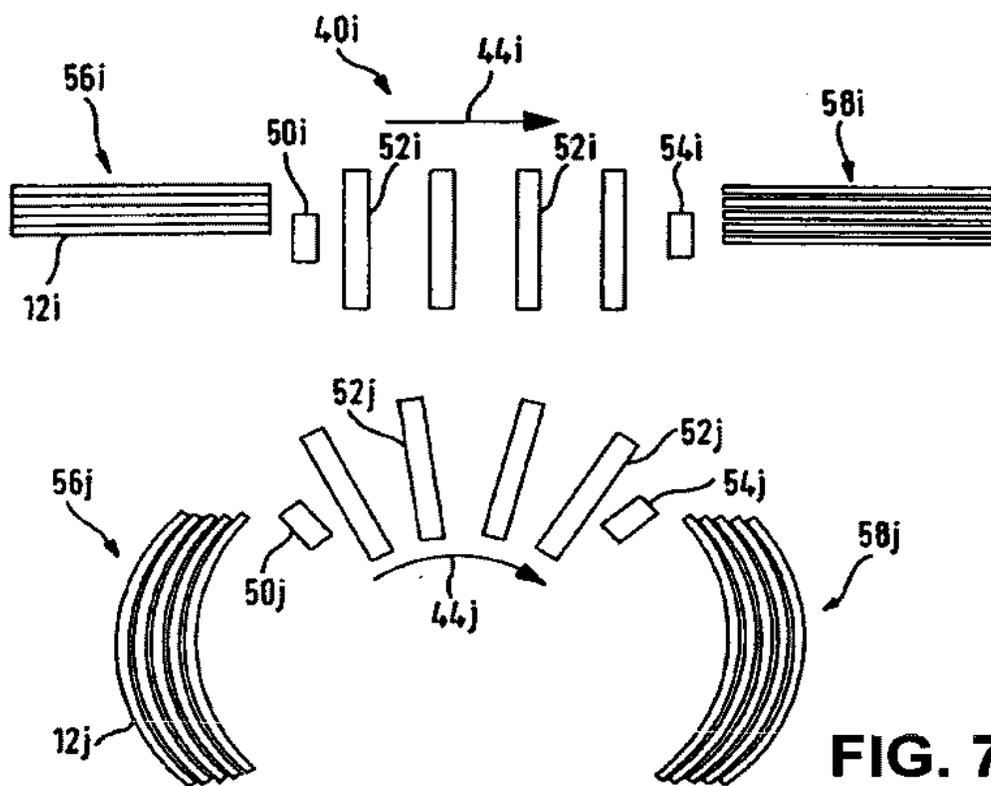
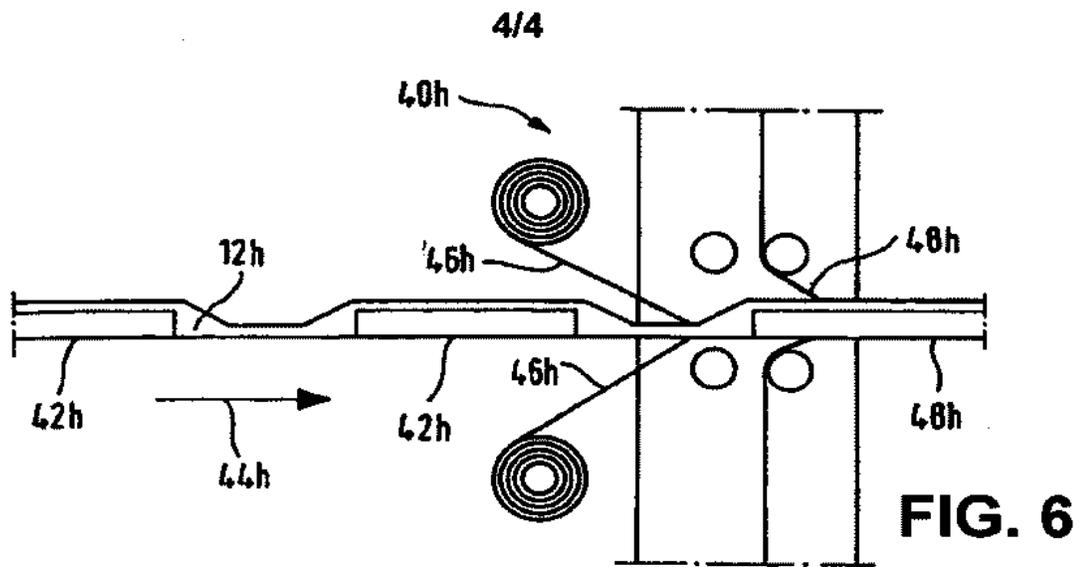


FIG. 5



RESUMO

"MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE VÁRIOS COMPONENTES DE COMPÓSITO DE FIBRAS E COMPONENTE DE COMPÓSITO DE FIBRAS"

5 A invenção refere-se a um método para a fabricação de componentes de compósitos de fibras (10), particularmente apropriado para a fabricação de perfis de formatos complicados com secção transversal de perfil variada e/ou com pelo menos partes com linhas curvas, tais como os usados para a fabricação de aeronaves, por exemplo, com
10 as etapas seguintes: (a) fabricação de vários elementos núcleo (12), (b) aplicação separada de um primeiro material de fibra (16) a cada um dos elementos núcleo (12), (c) montagem dos elementos núcleo (12) providos com o primeiro material de fibra (16) para formar uma
15 seqüência de elementos núcleo (18), (d) aplicação de um segundo material de fibra (20) comum à seqüência de elementos núcleo (18) ao longo de pelo menos um lado da seqüência de elementos núcleo (18), provida com o primeiro material de fibra (16), (e) infiltração e
20 endurecimento dos materiais primeiro e segundo (16, 20) para formar um corpo de componente de fibra reforçada e (f) separação do corpo de componente em várias secções como representado pelos componentes de compósito de fibra (10).

25