



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

(21) **PI0613613-3 A2**



\* B R P I O 6 1 3 6 1 3 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 24/07/2006  
(43) Data da Publicação: 18/01/2011  
(RPI 2089)

(51) *Int.Cl.:*  
B29C 70/54  
B29B 11/16  
D04H 13/00  
B29C 70/48  
B29K 105/10

(54) Título: **MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRÉ-FORMAS DE FIBRA DE CAMADA ÚNICA OU MÚLTIPLAS CAMADAS PELO PROCESSO TFP ALÉM DE UMA CAMADA DE SUPORTE**

(30) Prioridade Unionista: 22/07/2005 DE 10 2005 034 395.3

(73) Titular(es): AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH

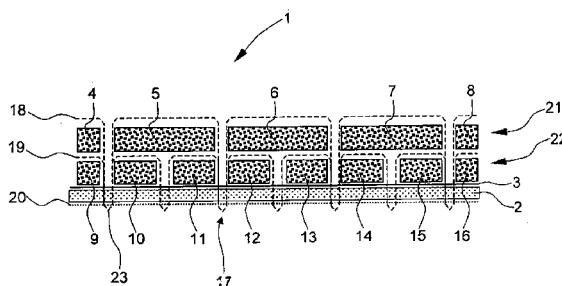
(72) Inventor(es): Paul Jörn, Ulrich Eberth

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

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006064569 de 24/07/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/010049 de 25/01/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRÉ-FORMAS DE FIBRA DE CAMADA ÚNICA OU MÚLTIPLAS CAMADAS PELO PROCESSO TFP ALÉM DE UMA CAMADA DE SUPORTE. A presente invenção refere-se a um método de produção de pré-formas de fibra de camada única e múltiplas camadas (1, 25) pelo processo TFP com fios de fibra (4 a 16) que são alinhados substancialmente de forma que sejam orientados com o fluxo de força, são colocados em uma camada de suporte (2) e são fixados por fios de fixação (17), a fim de formar uma pré-forma de fibra (1, 25) virtualmente com qualquer espessura de material desejada e sem uma camada de suporte incômoda (2). De acordo com a invenção, uma camada de liberação (3, 26) é aplicada pelo menos em determinadas regiões à camada de suporte (2), e, depois da finalização do processo TFP, a pré-forma de fibra (1, 25) é introduzida em um dispositivo de fixação (24), no qual pelo menos alguns dos fios de fixação (17) são fundidos pelo calor sendo suprido, e subsequente a camada de suporte (2), separada da pré-forma de fibra (1, 25) pela camada de liberação 3, 26 é destacada da pré-forma de fibra (1, 25). As pré-formas de fibra (1, 25) formadas pelo método de acordo com a invenção possuem uma estrutura de fibra virtualmente ideal sem falhas juntamente com virtualmente qualquer espessura de material desejada e são predestinadas à produção de componentes compósitos para os componentes de suporte de carga que precisam suportar altas cargas mecânicas. A invenção também refere-se a uma camada de suporte para a produção de uma pré-forma de fibra (1, 25) além de a uma pré-forma de fibra (1, 25) que é formada de acordo com o método de acordo com a invenção.





PI0613613-3

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRÉ-FORMAS DE FIBRA DE CAMADA ÚNICA OU MÚLTIPLAS CAMADAS PELO PROCESSO TFP ALÉM DE UMA CAMADA DE SUPORTE**".

5                   A presente invenção refere-se a um método para a produção de pré-formas de fibra de camada única ou múltiplas camadas pelo processo TFP ("Colocação Personalizada de Fibra") com fios de fibra que são alinhados substancialmente de forma que sejam orientados com o fluxo da força, sejam colocados em uma camada de suporte e sejam fixados por fios de

10                   fixação, em particular por pelo menos um fio de fixação superior e pelo menos um fio de fixação inferior, a fim de formar uma pré-forma de fibra com virtualmente qualquer espessura de material desejada.

                  A invenção também refere-se a uma camada de suporte para realização do método.

15                   Na construção leve, em particular na construção de aeronaves, tem se utilizado cada vez mais componentes compósitos feitos de plásticos reforçados com fibra, que podem suportar cargas mecânicas extremas e ao mesmo tempo oferecer um alto potencial de economia de peso. Esses componentes são formados com fibras de reforço que são subseqüentemente

20                   saturadas ou impregnadas com um material polimérico curável, por exemplo, uma resina de poliéster, uma resina epóxi ou similares, para formar o componente acabado. Por contraste com os materiais metálicos que têm sido substancialmente utilizados até agora para elementos estruturais de suporte de carga, os materiais compósitos reforçados com fibra apresentam proprie-

25                   dades mecânicas muito dependentes direcionalmente.

                  O alinhamento das fibras de reforço em um componente desse tipo, portanto, tem uma influência decisiva em sua rigidez e resistência. Para se alcançar as propriedades mecânicas ideais, as fibras de reforço deveriam, se possível, seguir a direção de carga e não ter qualquer formação de

30                   onda, isto é, correr de forma estirada para fora. Adicionalmente, é desejável que as fibras de reforço individuais sejam submetidas a uma carga mecânica uniforme.

Com os produtos semi-acabados convencionais, tal como, por exemplo, tecidos de fibra tramada, para reforço de material polimérico, nem todas as orientações de fibra concebíveis podem ser realizadas, visto que as fibras de reforço são geralmente dispostas aqui em uma orientação fixa e específica. Apesar de os tecidos de fibra tramada poderem ser "drapeados", isto é, colocados de forma plana sem formação de dobras, por exemplo, para formar segmentos de um anel circular ou similar, as fibras de reforço contidas nos mesmos geralmente não podem ser colocadas em linha com o percurso seguido por linhas mais complexas do fluxo de força.

Uma forma possível de se estar em conformidade com a exigência de alinhamento de fibra de acordo com a carga é o processo TFP conhecido. Isso envolve a colocação de fios de fibra para reforço mecânico ("mechas") que, por sua vez, são formadas por uma multiplicidade de fibras de reforço discretas correndo em paralelo uma com relação à outra, ao longo de qualquer curva de percurso desejada e a fixação das mesmas com o auxílio de fios de fixação em uma camada de suporte para formar uma pré-forma de fibra ("pré-forma"), onde o alinhamento dos fios de fibra individuais pode ser adaptado virtualmente de forma ideal ao fluxo da força que age no componente compósito acabado. A fixação é realizada aqui por um fio de fixação superior e um fio de fixação inferior, que são interconectados um com o outro sob a camada de suporte para formar alças - de uma forma correspondente aos métodos de costura convencionais. A fixação dos fios de fibra é realizada aqui, por exemplo, com os pontos costumeiros em ziguezague. A utilização ideal da capacidade de suporte de carga mecânica dos fios de fibra que é alcançada dessa forma pode minimizar seu número, e, conseqüentemente, também reduzir consideravelmente o peso da pré-forma de fibra. Ademais, a seção transversal do componente pode ser adaptada de forma ideal às cargas locais respectivas. Adicionalmente, os reforços podem ser formados especificamente nas zonas que são sujeitas a carga em particular, tal como, por exemplo, regiões onde a força é introduzida ou similar, pela colocação de fios de fibra adicionais. Fibras de vidro, fibras de carbono, fibras de aramida ou similar são utilizadas, por exemplo, como fibras de re-

forço.

A produção de pré-formas de fibra pelo processo TFP é realizada em máquinas de costura e bordado automáticas controladas por CNC normais, que também são utilizadas, por exemplo, na indústria têxtil. Uma vez que todas as camadas necessárias tenham sido colocadas com fios de fibra e fixadas à camada de suporte, a pré-forma de fibra acabada, que geralmente já tem o contorno final desejado ou forma final, é colocada em um molde que pode ser fechado, e impregnada com um material polimérico curável e subsequentemente curada para formar o componente compósito acabado. Um número de pré-formas de fibra TFP e/ou camadas de tecidos de reforço pode ser combinado aqui. As pré-formas de fibra de múltiplas camadas são formadas pela colocação de várias pré-formas de fibra (de camada única ou múltiplas camadas) uma em cima da outra, de forma a ser capaz de criar uma maior espessura de material que, do contrário, não poderia ser produzida devido ao comprimento limitado da agulha nas máquinas de costura e bordado automáticas que são utilizadas para o processo TFP. As pré-formas de fibra de múltiplas camadas, de acordo, possuem pelo menos duas camadas de suporte, correndo quase que em paralelo uma com a outra dentro da pré-forma de fibra de múltiplas camadas.

A impregnação das pré-formas de fibra com o material polimérico curável pode ser realizada, por exemplo, pelo processo RTM conhecido ("Moldagem por Transferência de Resina") em um molde que pode ser fechado projetado de forma correspondente.

No entanto, com os fios de fixação e as camadas de suporte, o processo TFP introduz na pré-forma de fibra componentes auxiliares que não precisam mais realizar qualquer função no componente compósito, em particular, nenhuma função de suporte. Tanto as camadas de suporte quanto os fios de fixação causam problemas na realização de uma seqüência ideal de camadas e, ademais, representam uma proporção não insignificante do peso total, em particular se um número de pré-formas de fibra for colocado uma em cima da outra ou pré-formas de fibra de camada única de grande espessura de material forem formadas por uma multiplicidade de camadas

dos fios de fibra colocados um sobre o outro. Adicionalmente, as delaminações ocorrem preferivelmente na região das camadas de suporte no componente compósito acabado. Apesar de a camada de suporte propriamente dita também poder ser formada por um tecido de reforço tramado, por exemplo, por um tecido de fibra de carbono ou de vidro tramada, mesmo nesse caso pelo menos parte das fibras de reforço possui normalmente um alinhamento que não está de acordo com a carga. Ademais, sob determinadas circunstâncias o tecido de reforço tramado também é danificado pela penetração da agulha de costura durante o processo TFP, de forma que os valores materiais característicos podem ser prejudicados. Os fios de fixação produzem falhas adicionais na pré-forma de fibra, por exemplo, pela formação de uma onda ao longo dos fios de fibra como resultado da costura e devido à formação de alça como resultado dos pontos entre os fios de fixação superiores e os fios de fixação inferiores. Também forma uma camada com falhas se um número de pré-formas de fibra for colocada uma em cima da outra.

Adicionalmente, pelo processo TFP, os fios de fixação, os fios de fibra e a camada de suporte são unidos de maneira firme um ao outro por costura, de forma que geralmente não seja possível que a camada de suporte seja rasgada da pré-forma de fibra, em particular sem danificar as fibras de reforço individuais nos fios de fibra.

DE 100 61 028 A1 descreve um método no qual os fios de fixação na pré-forma de fibra são dissolvidos quimicamente ou fundidos termicamente, mas aqui também existe o risco de os fios de fibra serem danificados como resultado do rasgo da base da costura. A dissolução química dos fios de fixação pode, nesse caso, ser realizada apenas com um sistema de resina adequado durante a impregnação da pré-forma de fibra, de modo que os danos da matriz de resina não sejam eliminados.

O objetivo da invenção é, portanto, fornecer um método de produção de uma pré-forma de fibra de acordo com o processo TFP no qual a remoção fácil da camada de suporte da pré-forma de fibra seja garantida, em particular sem danos aos fios de fibra, a fim de formar uma pré-forma de fibra, em particular sem camadas de suporte problemáticas, que fornece a

um componente compósito produzido com o mesmo propriedades de laminação virtualmente ideais mas que também seja acompanhado por um alinhamento das fibras de reforço que são substancialmente orientadas com o fluxo da força. Adicionalmente, a influência nas propriedades mecânicas da pré-forma de fibra causada pelos fios de fixação necessários no processo TFP, em particular, pela formação de falhas e similares, deve ser reduzida.

O objetivo de acordo com a invenção é alcançado por um método com as características da cláusula caracterizante da reivindicação 1.

O fato de uma camada de liberação ser aplicada primeiro à camada de suporte, pelo menos em determinadas regiões, e de, depois da finalização do processo TFP, a pré-forma de fibra ser introduzida em um dispositivo de fixação, no qual pelo menos alguns dos fios de fixação são fundidos por calor sendo suprido, e subsequente a camada de suporte, separada da pré-forma de fibra pela camada de liberação, é destacada da pré-forma de fibra significa que a camada de suporte necessária para a realização do processo TFP pode ser destacada da pré-forma de fibra sem danificar os fios de fibra da última. Ao mesmo tempo, os fios de fixação por fusão possibilitam a fixação da posição espacial dos fios de fibra dentro do dispositivo de fixação, de forma que a pré-forma de fibra possa ser removida do dispositivo de fixação sem sofrer qualquer mudança dimensional significativa para as etapas de processamento adicionais após a fusão pelo menos parcial dos fios de fixação para remoção da camada de suporte que foi separada da pré-forma de fibra pela camada de liberação.

Um refinamento vantajoso adicional do método de acordo com a invenção fornece que a camada de liberação seja formada pelo material possuindo propriedades não aderentes. Como resultado dessa camada de liberação, a camada de suporte pode ser destacada da pré-forma de fibra substancialmente sem qualquer dano aos fios de fibra na dita pré-forma de fibra.

De acordo com um refinamento vantajoso adicional do método de acordo com a invenção, é fornecido que a posição espacial dos fios de fibra seja mantido no dispositivo de fixação antes da fusão pelo menos par-

cial dos fios de fixação pela aplicação de uma pressão negativa.

5 Isso evita os deslocamentos dos fios de fibra dentro da pré-forma de fibra antes ou durante o processo de fusão no dispositivo de fixação. O dispositivo de fixação pode ser formado aqui como uma base, a forma da qual correspondendo substancialmente à pré-forma de fibra a ser produzida. A pré-forma de fibra que é formada pelo processo TFP é introduzida em um recinto de vácuo, subseqüentemente colocada na base e conectada à mesma de forma impermeável a ar pelos elementos de vedação. Pela aplicação de uma pressão negativa ao recinto de vácuo, o último se pressiona contra a pré-forma de fibra e, dessa forma, fixa os fios de fibra. Se for adequado, em particular no caso das pré-formas de fibra de formato grande, pode ser necessário cobrir a pré-forma de fibra pelo menos em determinadas regiões com uma camada de drenagem permeável a ar, por exemplo, uma camada não tramada permeável a ar ou similar, a fim de permitir que a pressão negativa aja o mais uniformemente possível sobre toda a superfície da pré-forma de fibra. Alternativamente, as folhas rígidas de espuma com uma estrutura de célula de poro aberto também podem ser utilizadas. Para evitar a aderência da pré-forma de fibra ao lado interno do recinto de vácuo e/ou base, filmes de liberação podem ser colocados na pré-forma de fibra, pelo menos em determinadas regiões.

20 De acordo com um refinamento vantajoso adicional, pelo menos os fios de fixação superiores e/ou os fios de fixação inferiores são pelo menos parcialmente fundidos para manter a posição espacial dos fios de fibra no dispositivo de fixação. Como resultado disso, uma boa ligação é alcançada entre os fios de fibra, evitando o deslocamento indesejado da posição espacial dos fios de fibra. Isso permite que a pré-forma de fibra seja removida do dispositivo de fixação após a finalização da operação de fixação no dito dispositivo de fixação para as etapas de processamento subseqüentes, por exemplo, o destacamento da camada de suporte ou similar, sem o risco de deformações. Adicionalmente, falhas na pré-forma de fibra são igualadas ou eliminadas, de forma que a pré-forma de fibra tenha propriedades mecânicas virtualmente ideais. Tais falhas ocorrem, por exemplo, na forma de

formação de uma onda nos fios de fibra devido à costura dos fios de fibra com os fios de fixação. Adicionalmente, em particular no caso de uma pré-forma de fibra com muitas camadas de fios de fibra, a costura dos fios de fibra pelos fios de fixação superiores e os fios de fixação inferiores pode resultar em formações de alça aumentadas sob a camada de suporte e, sob determinadas circunstâncias, a casos de formação de nó dentro da pré-forma de fibra. Tais falhas são eliminadas pela fusão de pelo menos parte dos fios de fixação. Adicionalmente, a fusão de pelo menos o fio de fixação superior juntamente com a camada de liberação possibilita que a camada de suporte seja destacada de forma muito fácil da pré-forma de fibra sem que os fios de fibra sejam danificados. Quando isso acontece, o material dos fios de fixação possuem uma alta viscosidade adequada no estado fundido, de forma que a introdução descontrolada de material na pré-forma de fibra não ocorre.

De acordo com um refinamento vantajoso adicional, a posição espacial dos fios de fibra no dispositivo de fixação é mantida por um agente aglutinante adicional, em particular um material termoplástico e/ou um material de termocura. Isso permite um aperfeiçoamento adicional na forma na qual os fios de fibra são mantidos juntos, e, conseqüentemente, a estabilidade dimensional da pré-forma de fibra.

O objetivo de acordo com a invenção também é alcançado por uma camada de suporte formada de acordo com uma das reivindicações de 8 a 11.

O fato de a camada de suporte possuir pelo menos em determinadas regiões pelo menos uma camada de liberação, permite que a camada de suporte seja destacada ou erguida a partir da pré-forma de fibra facilmente, e em particular sem danificar os fios de fibra dentro da dita pré-forma de fibra.

Adicionalmente, o objetivo de acordo com a invenção é alcançado por uma pré-forma de fibra de acordo com a reivindicação 12.

O fato de a pré-forma de fibra ser formada pelo método de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, significa que a mesma possui vir-

tualmente propriedades mecânicas ideais, visto que em particular não existe mais qualquer camada de suporte, prejudicando a homogeneidade da pré-forma de fibra, e as falhas na pré-forma de fibra são eliminadas pela fusão pelo menos parcial dos fios de fixação, o que tem significado em particular no caso de pré-formas de fibra com múltiplas camadas.

Refinamentos vantajosos adicionais do método e da camada de suporte são apresentados nas reivindicações adicionais.

Nos desenhos:

a figura 1 ilustra uma representação transversal esquemática através de uma pré-forma de fibra formada pelo processo TFP, com uma camada de liberação; e

a figura 2 ilustra um dispositivo de fixação para a realização do método de acordo com a invenção.

O método de acordo com a invenção e a camada de suporte de acordo com a invenção devem ser descritos em maiores detalhes abaixo com base nas figuras 1 e 2.

A figura 1 ilustra uma representação transversal esquemática através de uma pré-forma de fibra formada pelo processo TFP, com uma camada de liberação.

Uma pré-forma de fibra 1 possui, entre outras coisas, uma camada de suporte 2 e uma camada de liberação 3 disposta na última. A camada de liberação 3 é formada, por exemplo, por um filme PTFE de camada fina ou similar, que apresenta boas propriedades de não aderência.

Adicionalmente, a camada de liberação 3 também pode ser formada por filmes de outros polímeros que apresentem boas propriedades de não aderência, tal como, por exemplo, polietileno, polipropileno ou similar. Adicionalmente, a camada de liberação pode ser formada por uma formação laminada, por exemplo, um tecido tramado, que é fornecido com um agente de liberação, por exemplo, um revestimento de liberação ou similar. A camada de liberação 3 pode, alternativamente, ser produzida por pulverização ou revestimento de um material não aderente na camada de suporte 2, de forma que a camada de liberação 3 seja nesse caso uma parte integral da ca-

mada de suporte 2. A camada de liberação 3 também pode ser aplicada à camada de suporte 2 pelo fabricante.

De forma conhecida, os fios de fibra 4 a 16 são colocados na camada de liberação 3 pelo processo TFP com um alinhamento que é substancialmente orientado com o fluxo de força e são fixados à camada de suporte 2 pelos fios de fixação 17 na forma de fios de fixação superior 18, 19 e o fio de fixação inferior 20. Os fios de fibra 4 a 16 são formados por uma multiplicidade de fibras de reforço individuais, por exemplo, fibras de vidro, fibras de carbono, ou fibras de aramida, dispostas em paralelo uma à outra. Na representação da figura 1, as fibras de reforço correm substancialmente de forma perpendicular ao plano do desenho. Os fios de fibra 4 a 8 formam uma camada superior 21 e os fios de fibra 9 a 16 formam uma camada inferior 22 dentro da pré-forma de fibra 1. A agulha que é normalmente utilizada no processo TFP para orientação dos fios de fixação 17 penetra, dessa forma, nas camadas 21, 22 e na camada de liberação 3 disposta entre a camada 22 e a camada de suporte 2, incluindo a camada de suporte 2. As máquinas de costura e bordado automáticas conhecidas, por exemplo, as máquinas controladas por CNC, que possibilitam que o cabeçote de costura seja controlado em duas dimensões espaciais, podem ser utilizadas para a produção da pré-forma de fibra 1. A orientação dos fios de fibra a serem colocados pode ser realizada pelo cabeçote de costura ou um dispositivo de orientação separado.

Os fios de fixação superiores 18, 19 e/ou os fios de fixação inferiores 20 são formados por um material prontamente fundível, por exemplo, um material termoplástico, um fio fundível ou similar. Nesse caso, o material fundível possui tal viscosidade alta no estado fundido que, ao máximo possível, nenhuma distribuição descontrolada ocorre dentro da pré-forma de fibra 1. A camada de suporte 2 pode ser formada por um material normal que é adequado para o processo TFP, visto que é destacado mecanicamente ou erguido da camada de liberação 3 para concluir o processo. Como uma diferença do procedimento no caso de processos TFP conhecidos, de acordo com a invenção existe entre a segunda camada 22 e a camada de suporte 2

da pré-forma de fibra 1 pelo menos uma camada de liberação 3, que é conectada à pré-forma de fibra 1 ou à camada de suporte 2 pelo processo de costura ou bordado.

Como resultado da interconexão entre os fios de fixação superiores 18, 19 e os fios de fixação inferiores 20, uma multiplicidade de alças 23 é formada sob a camada de suporte 2, apenas uma das quais é fornecida com uma referência numérica para fins de clareza total do desenho. Por meio das alças, os fios de fibra 4 a 16 sob a camada de suporte 2 são unidos à última ou firmemente fixados à mesma. Para a formação das chamadas pré-formas de fibra de múltiplas camadas, um número de pré-formas de fibra 1 das quais as camadas de suporte 2 foram removidas e os fios de fixação 17 pelo menos parcialmente fundidos são dispostas uma em cima da outra.

A figura 2 ilustra uma modalidade ilustrativa de um dispositivo de fixação, que pode ser utilizado para fundir pelo menos alguns dos fios de fixação no curso da realização do método de acordo com a invenção.

Uma pré-forma de fibra 25 com uma camada de liberação 26, que foi produzida pelo processo TFP conhecido, já foi colocada no dispositivo de fixação 24. A pré-forma de fibra 25 possui uma construção que corresponde à representação da pré-forma de fibra 1 na figura 1.

O dispositivo de fixação 24 compreende, entre outras coisas, uma base 27, elementos de vedação 28, 29 e um recinto de vácuo 30 com uma conexão de vácuo 31. Também são fornecidos um dispositivo de aquecimento, não representado, e um sensor de temperatura 32. Por meio dos elementos de vedação 28, 29, o recinto de vácuo 30 é hermeticamente vedado com relação às cercanias e conectado à base 27.

Para realizar a fase do método que se refere a pelo menos uma fusão parcial dos fios de fixação, em uma primeira etapa de método a pré-forma de fibra 25 formada pelo processo TFP é colocada dentro do dispositivo de fixação 24. Para evitar uma fixação de adesivo indesejada da pré-forma de fibra 25 a outros componentes da disposição, a mesma é, se necessário, pelo menos parcialmente coberta com filmes de liberação 33, 34. Os filmes de liberação 33, 34 possuem boas propriedades não aderentes e

podem ser formados pelo mesmo material que a camada de liberação 26. Os filmes de liberação 33, 34 podem ser formados, por exemplo, por um material PTFE ou similar. Para garantir uma pressão negativa adequadamente alta em qualquer local dentro do recinto de vácuo 30, em particular no caso de pré-formas de fibra 25 de uma grande área de superfície, um tecido não tramado e permeável a ar 35 é disposto pelo menos em determinadas regiões acima da pré-forma de fibra 35, realizando substancialmente a função de "drenagem de pressão negativa ou vácuo". Como resultado do tecido não tramado permeável a ar 35, a pressão negativa age de maneira uniforme sobre toda a área de superfície da pré-forma de fibra 35.

Em uma segunda etapa do método, uma pressão negativa é aplicada à conexão de vácuo 31. Essa pressão negativa possui o efeito de a pré-forma de fibra 25 ser pressionada de maneira firme como resultado da pressão de ar ambiente prevalecer, e ao mesmo tempo pressionada na base 27, de forma que os deslocamentos indesejados dos fios de fibra sejam muito evitados, até que os fios de fixação sejam pelo menos parcialmente fundidos e o material de fio de fixação resfriado assumam seu efeito aglutinante dentro da pré-forma de fibra 25.

Em uma terceira etapa do método, o dispositivo de fixação 24 é aquecido pelo dispositivo de aquecimento, de forma que os fios de fixação na pré-forma de fibra 25 pelo menos se fundam parcialmente e fixem o último, isto é, em particular, mantenham a posição espacial dos fios de fibra com relação um ao outro. Depois do resfriamento da pré-forma de fibra 25, a mesma pode ser retirada do dispositivo de fixação 24 sem o risco de mudanças dimensionais descontroladas, visto que existe uma estabilidade dimensional adequada como resultado do efeito aglutinante do material de fio de fixação que penetrou a pré-forma de fibra 35 e resfriou. O efeito de fixação como resultado da fusão dos fios de fixação pode ser aumentado adicionalmente pela adição de um aglutinante em ou na pré-forma de fibra 25. Os materiais termoplásticos e/ou termocura, em particular na forma de um pó ou grânulos, são considerados aglutinantes, por exemplo.

Em uma quarta etapa do método, finalmente, a camada de su-

porte é removida. A remoção da camada de suporte é possível sem qualquer problema como resultado do efeito não aderente da camada de liberação 26. Em particular, a presença da camada de liberação 26 possibilita que a camada de suporte seja destacada da pré-forma de fibra 25 facilmente e sem 5 deixar quaisquer resíduos, e sem danificar os fios de fibra, por exemplo, por divisão de pontas ou quebra das fibras de reforço. A base 27 possui preferivelmente uma geometria de superfície que corresponde aproximadamente à forma pretendida do componente compósito subsequente a ser produzido a partir da pré-forma de fibra 25. A base 27 pode ser formada de maneira 10 flexível para adaptação às pré-formas de fibra com formas diferentes.

A seqüência de todo o método é monitorada por um dispositivo de controle de alça aberta e alça fechada, que não é representado mas, por exemplo, também detecta os valores de temperatura determinados pelo sensor de temperatura 32 e controla o suprimento de calor introduzido na 15 pré-forma de fibra pelo dispositivo de aquecimento de uma forma correspondente às exigências estipuladas. Também é possível por meio do dispositivo de controle de alça aberta e alça fechada que a geometria de superfície da base 27 seja adaptada sob o controle de computador às pré-formas de fibra com formas diferentes. O dispositivo de controle de alça aberta e alça fechada 20 monitora e controla a seqüência de etapas de método individuais e garante consequentemente uma seqüência preferivelmente totalmente automática do método de acordo com a invenção.

Depois de uma etapa possivelmente ainda necessária de corte para dimensionamento, a pré-forma de fibra 25 formada dessa maneira pode 25 ser subsequente curada diretamente com um material polimérico curável em um molde fechado, por exemplo, pelo processo RTM conhecido ("Moldagem por Transferência de Resina") para formar um componente compósito acabado. Uma resina de poliéster, uma resina epóxi, uma resina BMI ou similar é considerada, por exemplo, como o material polimérico curável. 30 Antes da finalização do componente compósito, várias pré-formas de fibra podem ser dispostas no molde RTM para formar as pré-formas de fibra de múltiplas camadas. A produção final do componente compósito, que é,

digamos, a impregnação da pré-forma de fibra 25 com um sistema de resina que pode ser curado por reticulação e sua cura, não é realizada no dispositivo de fixação 24, mas em um molde RTM fechado separado.

5 As pré-formas de fibra formadas dessa maneira possuem propriedades mecânicas virtualmente ideais, com, ao mesmo tempo, peso muito baixo. Em particular, a fusão de pelo menos alguns dos fios de fixação e o destacamento subsequente da camada de suporte possuem o efeito de eliminar irregularidades ou falhas dentro da pré-forma de fibra, para obter uma  
10 pré-forma de fibra "aparentemente isotrópica" com um alinhamento virtualmente ideal das fibras de reforço de forma que sejam orientadas com o fluxo de força, fornecendo aos componentes compósitos produzidos com os mesmos uma estrutura laminada virtualmente ideal. Os componentes compósitos produzidos pelo método de acordo com a invenção podem, dessa forma, ter uma grande espessura de material, por um número de pré-formas de fibra  
15 sendo dispostas uma em cima da outra. Ademais, a ocorrência de delaminações, que no caso das pré-formas de fibra conhecidas podem ocorrer na região das camadas de suporte, é evitada.

De acordo, as pré-formas de fibra produzidas por meio de um método de acordo com a invenção são predestinadas à produção de componentes compósitos para os componentes de suporte de carga que precisam suportar altas cargas mecânicas no setor aeroespacial.  
20

A invenção se refere de acordo a um método para a produção de pré-formas de fibra de camada única ou múltiplas camadas (1, 25) pelo processo TFP com os fios de fibra 4 a 16 que são alinhados substancialmente de forma que sejam orientados com o fluxo de força, sejam colocados em  
25 uma camada de suporte 2 e sejam fixados por fios de fixação 17, em particular por pelo menos um fio de fixação superior 18, 19 e pelo menos por um fio de fixação inferior 20, a fim de formar uma pré-forma de fibra 1, 25 com virtualmente qualquer espessura de material desejada, onde uma camada de liberação 3, 26 é primeiramente aplicada pelo menos em determinadas regiões à camada de suporte 2, e, depois da finalização do processo TFP, a pré-forma de fibra 1, 25 é introduzida em um dispositivo de fixação 24, no qual  
30

pelo menos alguns dos fios de fixação 17 são fundidos por calor sendo suprido, e subseqüentemente a camada de suporte 2, separada da pré-forma de fibra 1, 25 pela camada de liberação 3, 26, é destacada da pré-forma de fibra 1, 25.

5 A camada de liberação 3, 26 é preferivelmente formada por um material possuindo propriedades não aderentes.

Por meio de exemplo, a posição espacial dos fios de fibra 4 a 16 é mantida no dispositivo de fixação 24 da fusão pelo menos parcial dos fios de fixação 17 pela aplicação de uma pressão negativa.

10 Pelo menos os fios de fixação superiores 18, 19 e/ou os fios de fixação inferiores 20 são vantajosamente pelo menos parcialmente fundidos para manter a posição espacial dos fios de fibra 4 a 16 no dispositivo de fixação 24.

15 A posição espacial dos fios de fibra 4 a 16 é, por exemplo, mantida no dispositivo de fixação 24 por um agente aglutinante adicional, em particular um material termoplástico e/ou um material termocura.

Os fios de fixação 17 são vantajosamente formados por um material prontamente fundível, em particular um material termoplástico, um fio fundível ou similar.

20 Pelo menos duas pré-formas de fibra 1, 25 são vantajosamente dispostas uma em cima da outra para formar uma pré-forma de fibra de múltiplas camadas.

25 A invenção também se refere a uma camada de suporte 2 para a produção de uma pré-forma de fibra 1, 25 de acordo com o método reivindicado, a camada de suporte 2 possuindo pelo menos em determinadas regiões pelo menos uma camada de liberação 3, 26.

A camada de liberação 3, 26 é formada em particular por um material que apresenta propriedades não aderentes.

30 A camada de liberação 3, 26 é preferivelmente formada por um filme polimérico, em particular um filme de PTFE com uma espessura de camada pequena.

A camada de liberação 3, 26, é, por exemplo, formada por um

revestimento aplicado pelo menos em determinadas regiões à camada de suporte 2.

A pré-forma de fibra 1, 25 é preferivelmente formada pelo método reivindicado.

**LISTAGEM DE REFERÊNCIA**

	1	pré-forma de fibra
	2	camada de suporte
	3	camada de liberação
5	4	fio de fibra
	5	fio de fibra
	6	fio de fibra
	7	fio de fibra
	8	fio de fibra
10	9	fio de fibra
	10	fio de fibra
	11	fio de fibra
	12	fio de fibra
	13	fio de fibra
15	14	fio de fibra
	15	fio de fibra
	16	fio de fibra
	17	fios de fixação
	18	fio de fixação superior
20	19	fio de fixação superior
	20	fio de fixação inferior
	21	camada
	22	camada
	23	alça
25	24	dispositivo de fixação
	25	pré-forma de fibra
	26	camada de liberação
	27	base
	28	elemento de vedação
30	29	elemento de vedação
	30	recinto de vácuo
	31	conexão de vácuo

- 32 sensor de temperatura
- 33 filme de liberação
- 34 filme de liberação
- 35 não tramado.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método de produção de pré-formas de fibra de camada única ou múltiplas camadas (1, 25) pelo processo TFP com fios de fibra (4 a 16) que são alinhados substancialmente de forma que sejam orientados com o  
5 fluxo de força, são colocados em uma camada de suporte (2) possuindo uma camada de liberação (3, 26) e são fixados pelos fios de fixação (17), em particular por pelo menos um fio de fixação superior (18, 19) e pelo menos um fio de fixação inferior (20), a fim de formar uma pré-forma de fibra (1, 25) com virtualmente qualquer espessura de material desejada, compreendendo  
10 as etapas a seguir:

- a) aplicação de uma camada de liberação (3, 26) na forma de um filme PTFE com uma espessura de camada pequena à camada de suporte (2);
- b) colocação da pré-forma de fibra (1, 25) na camada de liberação (3, 26) no processo TFP;
- c) após a finalização do processo TFP, introdução da pré-forma de fibra (1, 25) em um dispositivo de fixação (24);
- d) fusão de pelo menos alguns dos fios de fixação (17) no dispositivo de fixação (24) pelo aquecimento sendo supri-  
15 do, e
- e) destacamento da camada de suporte (2), separada da pré-forma de fibra (1, 25) pela camada de liberação (3, 26) a partir da pré-forma de fibra (1, 25).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo  
25 fato de a posição espacial dos fios de fibra (4 a 16) ser mantida no dispositivo de fixação (24) antes da fusão pelo menos parcial dos fios de fixação (17) pela aplicação de uma pressão negativa.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de os pelo menos fios de fixação superiores (18, 19) e/ou os fios de  
30 fixação inferiores (20) serem pelo menos parcialmente fundidos para manter a posição espacial dos fios de fibra (4 a 16) no dispositivo de fixação (24).

4. Método, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, ca-

racterizado pelo fato de a posição espacial dos fios de fibra (4 a 16) no dispositivo de fixação (24) ser mantida por um agente aglutinante adicional, em particular um material termoplástico e/ou um material de termocura.

5 5. Método, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato de os fios de fixação (17) serem formados por um material prontamente fundível, em particular um material termoplástico, um fio fundível ou similar.

10 6. Método, de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado pelo fato de pelo menos duas pré-formas de fibra (1, 25) serem dispostas uma em cima da outra para formar uma pré-forma de fibra de múltiplas camadas.

15 7. Camada de suporte (2) para produção de uma pré-forma de fibra (1, 25) de acordo com o método como definido em uma das reivindicações de 1 a 6, caracterizada pelo fato de a camada de suporte (2) possuir pelo menos uma camada de liberação, que é formada pelo menos em determinadas regiões por um filme PTFE com uma espessura de camada pequena.

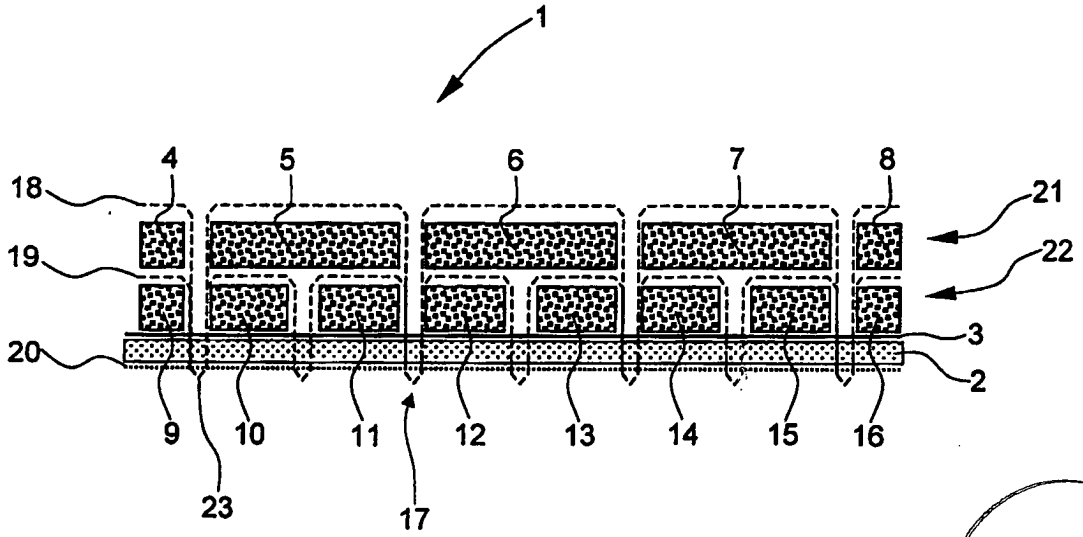


Fig. 1

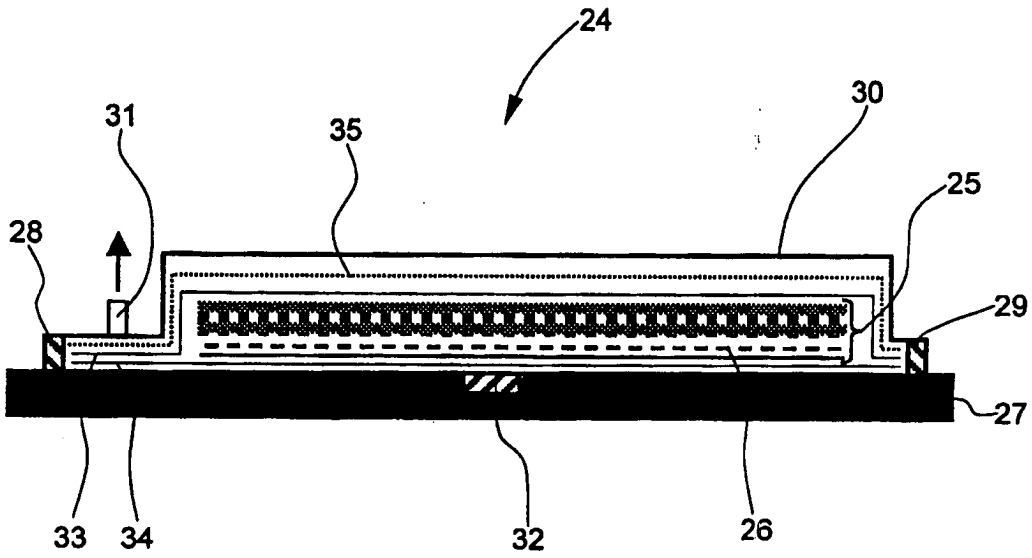


Fig. 2

**RESUMO**

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE PRÉ-FORMAS DE FIBRA DE CAMADA ÚNICA OU MÚLTIPLAS CAMADAS PELO PROCESSO TFP ALÉM DE UMA CAMADA DE SUPORTE"**.

5                   A presente invenção refere-se a um método de produção de pré-formas de fibra de camada única e múltiplas camadas (1, 25) pelo processo TFP com fios de fibra (4 a 16) que são alinhados substancialmente de forma que sejam orientados com o fluxo de força, são colocados em uma camada de suporte (2) e são fixados por fios de fixação (17), a fim de formar uma  
10 pré-forma de fibra (1, 25) virtualmente com qualquer espessura de material desejada e sem uma camada de suporte incômoda (2).

                  De acordo com a invenção, uma camada de liberação (3, 26) é aplicada pelo menos em determinadas regiões à camada de suporte (2), e, depois da finalização do processo TFP, a pré-forma de fibra (1, 25) é introduzida em um dispositivo de fixação (24), no qual pelo menos alguns dos  
15 fios de fixação (17) são fundidos pelo calor sendo suprido, e subseqüentemente a camada de suporte (2), separada da pré-forma de fibra (1, 25) pela camada de liberação 3, 26 é destacada da pré-forma de fibra (1, 25).

                  As pré-formas de fibra (1, 25) formadas pelo método de acordo  
20 com a invenção possuem uma estrutura de fibra virtualmente ideal sem falhas juntamente com virtualmente qualquer espessura de material desejada e são predestinadas à produção de componentes compósitos para os componentes de suporte de carga que precisam suportar altas cargas mecânicas.

25                   A invenção também refere-se a uma camada de suporte para a produção de uma pré-forma de fibra (1, 25) além de a uma pré-forma de fibra (1, 25) que é formada de acordo com o método de acordo com a invenção.