



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

(21) PI 0809389-0 A2



(22) Data de Depósito: 26/03/2008
(43) Data da Publicação: 09/09/2014
(RPI 2279)

(51) Int.Cl.:
B29C 70/34
B29C 70/36
B29C 70/30
B29B 11/16
B29C 65/00

(54) Título: MÉTODO PARA FABRICAR UMA PEÇA MOLDADA COMPÓSITA REFORÇADO POR FIBRA, E, PEÇA MOLDADA COMPÓSITA REFORÇADA POR FIBRA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 29/03/2007 GB 0706498.9, 19/10/2007 GB 0720581.8, 19/10/2007 GB 0720581.8

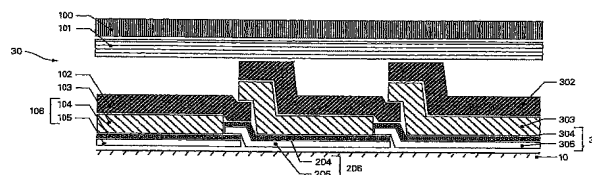
(73) Titular(es): Gurit (UK) LTD.

(72) Inventor(es): Damian James Bannister, Gary Richard Watson

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & Cia.

(86) Pedido Internacional: PCT GB2008001031 de 26/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/119941 de 09/10/2008



“MÉTODO PARA FABRICAR UMA PEÇA MOLDADA COMPÓSITA REFORÇADO POR FIBRA, E, PEÇA MOLDADA COMPÓSITA REFORÇADA POR FIBRA”

A presente invenção refere-se a um método para fabricar uma
5 peça moldada compósita reforçado por fibra e a uma peça moldada compósita reforçado por fibra. Em particular, a presente invenção refere-se a uma peça moldada compósita reforçado por fibra adequada para fabricar grandes estruturas compósitas, tais como pás de turbina, pontes e cascos de barco.

A maioria dos componentes compósitos reforçados por fibra
10 requerem um revestimento de superfície externo para prover um acabamento estético e protetor ao componente. Tradicionalmente, tais componentes são pintados após peça moldada ou um revestimento em-molde líquido (cobertura de gel), com suficiente resistência ambiental é usado. Em algumas aplicações, pintura é preferida, especialmente quando porções de multicomponentes
15 precisam ser montadas entre si e qualquer desalinhamento ou linhas de junta podem, em seguida, ser escondidas por etapas de enchimento e limpeza, para fornecer um acabamento mais sem costura. A pintura pode também ser útil quando a cor final não foi definida no início da construção e as porções podem ser supridas em um formato pronto para pintar.

Um problema chave de pintar uma porção compósita fibrosa
20 pode ser aquele de evitar que o padrão de reforço fibroso apareça na superfície final. Este é mais do que um problema quando fibras e tecidos de reforço mais pesados e de custo mais baixo são usados para reduzir o custo do material e o tempo que leva para construir a espessura do laminado. É comum
25 utilizar-se uma camada de fibra de vidro mais cara e menos pesada ou um tecido revestimento não-estrutural, além de uma camada de cobertura de gel para polir a pintura do reforço de fibra. É prática usual primeiro aplicar uma cobertura de gel líquida dentro do molde, que, neste caso, é projetada para ser fácil de lixar e reparar quaisquer defeitos antes da pintura. O revestimento de

gel provê uma camada barreira resinosa entre a pintura e as primeiras camadas fibrosas ao prover uma espessura suficiente para parar o padrão fibroso aparecendo na superfície final. Se o laminado for aplicado dentro do molde sem a cobertura barreira de revestimento de gel, é comum que a superfície final tenha defeitos semelhantes a furo de alfinete. Os furinhos são um problema particular quando pintando, visto que eles podem ser de difícil localização na peça moldada inicial, porém, quando a peça é pintada, a tinta então reticula para formar um defeito maior em torno do furo de alfinete, requerendo reelaboração.

Mesmo quando utilizando-se a cobertura de gel, é também o caso de às vezes alguns furinhos estarem presentes. Seria desejável ter-se um processo de manufatura que substancial e completamente elimine o problema dos furinhos.

Para aplicar uma cobertura de gel em peças maiores, tais como turbinas de vento, embarcações marinhas, moldagens arquiteturais e pontes, é necessário equipamento adicional, tal como máquinas de pulverização de cobertura de gel e equipamento de extração, ou equipamento de mistura usado em combinação com escovamento ou alisamento manual, para reduzir os defeitos e conseguir taxas de deposição razoáveis da cobertura de gel. Um retardo de tempo então ocorre enquanto esperando-se que a cobertura de gel cure parcialmente para criar suficiente resistência para o laminado remanescente a ser adicionado no molde.

Os três principais métodos de processamento de compósito termocurado atualmente usados para fabricar pás de turbina de vento são:

1. laminação a úmido (também conhecida como peça moldada aberta) – neste método, a resina termocurada pode curar em condições ambientes, porém as ferramentas são usualmente aquecidas a temperatura elevada, 50 – 90 °C, para acelerar o processo de cura da resina;

2. o uso de materiais pré-impregnados e o material compósito

de toque seco pré-impregnado do próprio Requerente, vendido sob o nome de produto SPRINT^(R) – tais materiais são tipicamente curados em uma temperatura elevada entre 85 °C a 120 °C; e

3. peça moldada de transferência de resina assistida por vácuo (também conhecida como VARTM, infusão de resina ou infusão a vácuo) – neste método a resina líquida é infundida sob um vácuo dentro de um compósito de fibra seca e então pode curar em condições ambientes, embora as ferramentas (isto é, os moldes) sejam usualmente aquecidas a uma temperatura elevada entre 50 – 90 °C, para acelerar o processo de cura.

A qualidade do acabamento de superfície representa um importante papel na eficiência aerodinâmica. Alguns fabricantes de pá aplicam uma cobertura de gel em-molde resistente às intempéries para ser a camada de superfície final, outros fabricantes pintam com spray as pás em seguida. Em um ou outro caso, a superfície precisa estar lisa e livre de defeitos. Os fabricantes de pás atualmente gastam um considerável tempo enchendo e fixando as superfícies de pá e, com a demanda crescente de pás de turbina de vento, uma solução para diminuir o tempo que cada pá gasta na área de produção de acabamento economizaria tempo, reduziria custos e aumentaria a capacidade de produção.

VARTM é um processo atrativo para fabricar pás, devido ao baixo custo inicial de instalação, qualidade melhorada do laminado e saúde e segurança. A prática usual para preparar uma pá VARTM para pintura é primeiro aplicar uma cobertura de revestimento de gel em-molde, para fornecer uma camada tampão entre a tinta e o laminado reforçado por fibra, para evitar defeitos cosméticos. Esta cobertura em-molde desenvolve viscosidade para formar uma camada pegajosa, que é útil para prender um primeira camada de fibra de reforço seca, visto que é difícil prender tecidos secos na superfície de ferramenta liberada com os usuais sistemas de pega de spray adesivo ou fita adesiva usados no resto da pilha de fibras. Em pequenas

porções não requerendo significativa adesão à ferramenta, uma cobertura de gel pode ser substituída por tecidos, que se tornam impregnados com resina durante a infusão. Isto não é prático em peças maiores que são tendentes a defeitos causados por vazamento de ar, que tende a acumular-se nestas camadas e mesmo pequenos vazamentos de ar requerendo extensa reelaboração para preparar o componente para pintura.

Embora os sistemas de laminação a úmido e de resina VARTM curem em condições ambientes nos processos de produção, as ferramentas são com frequência aquecidas a 50 – 90 °C para acelerar o processo de cura e melhorar as propriedades mecânicas finais. Neste caso é possível combinar uma película de resina de superfície termocurada catalítica com um sistema de resina de cura ambiental, para obter-se um laminado co-curado com um acabamento de superfície de alta qualidade.

O WO 02/094564 descreve um material pelicular de superfície pré-impregnada, que é projetado para prover uma camada de resina que de fácil preparação para pintura. Entretanto, tais peças pré-impregnadas não são adequadas para uso em processos de infusão de resina, que são largamente usados para fabricar peças compósitas.

O WO-A-2000/056524 descreve um compósito reforçado por fibra, compreendendo uma camada de reforço de fibra tendo uma primeira matriz localizada a partir de uma primeira superfície do reforço de fibra até uma profundidade somente parcialmente através do reforço de fibra; e é descrita uma matriz de resina termocurada, localizada a partir de uma segunda superfície do reforço de fibra somente parcialmente através do reforço de fibra e um correspondente método. O primeiro material de matriz pode ser um termoplástico ou um termocurado. As primeira e segunda matrizes podem ser iguais. A camada de reforço de fibra pode ser totalmente umedecida. É também descrito um método de fabricar um compósito reforçado por fibra, por meio do que a camada de reforço de fibra e a primeira matriz são

incluídas em um envelope; e um segundo material matriz é injetado dentro do envelope, o segundo material matriz sendo uma matriz de resina termocurada, por meio do que a segunda matriz infunde-se dentro da segunda superfície da camada de reforço de fibra. Entretanto, isto não descreve como conseguir uma
5 superfície de alta qualidade pronta para pintar.

Há necessidade na arte de uma peça moldada compósita reforçado por fibra, e método de sua manufatura, que possa prontamente ser pintada para obter-se um elevado acabamento de superfície sem requerer uma cobertura de gel.

10 De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é provido um método de fabricar uma peça moldada compósita reforçada por fibra, o método compreendendo as etapas de:

(a) dispor uma camada de revestimento de superfície em uma porção de uma superfície de molde, a camada de revestimento de superfície
15 compreendendo um primeiro material resinoso e sendo na forma de pelo menos uma folha sólida;

(b) dispor pelo menos uma cada de material de reforço fibroso sobre a camada de revestimento de superfície, para prover, na porção da superfície de molde, um conjunto da camada de revestimento de superfície e
20 uma camada estrutural compreendendo a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso;

(c) aplicar um vácuo ao conjunto;

(d) infundir um segundo material resinoso escoável, sob vácuo, para dentro da pelo menos uma camada de material de reforço fibroso;
25 e

(e) curar os primeiro e segundo materiais resinosos para formar a peça moldada compósita reforçada por fibra, que compreende uma porção de superfície formada da camada de revestimento de superfície laminada em uma porção estrutural formada da pelo menos uma camada de

material de reforço fibroso e do segundo material resinoso.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é provida uma peça moldada compósita reforçada por fibra compreendendo uma porção de superfície laminada em uma porção estrutural, a porção de superfície sendo formada de uma camada de revestimento de superfície compreendendo uma pluralidade de segmentos de camada de revestimento de superfície moldados entre si, para formar uma camada de revestimento de superfície contínua, a camada de revestimento de superfície compreendendo um primeiro material resinoso curado, apoiado em um portador de um material de folha e a porção estrutural sendo formada de pelo menos uma camada de material de reforço fibroso e um segundo material resinoso curado, os primeiro e segundo materiais resinosos tendo respectivas composições, de modo que a viscosidade do primeiro material resinoso não curado seja mais elevada do que a viscosidade do segundo material resinoso não curado.

Em uma forma de realização preferida da presente invenção, é provido um material de peça moldada estrutural reforçado por fibra termocurado, contendo uma camada de resina de revestimento base de superfície integrada, com propriedades de ventilação de ar, que possibilitam mais rápida produção de grandes peças compósitas moldadas pintadas. Ele fornece uma superfície livre de defeitos, pelo processamento de infusão de resina, que é de fácil preparação para pintura.

A forma de realização preferida da presente invenção provê um processo de manufatura que substancial e completamente elimina o problema de furinhos, que é encontrado em processos conhecidos, incluindo o uso conhecido de uma cobertura de gel.

O próprio material da forma de realização preferida da presente invenção contém uma camada de resina de superfície termocurável, fibra de reforço seca e resina estrutural termocurável. As porções de camada de resina de revestimento base de superfície são sobrepostas para aumentar as

propriedades de ventilação de ar totais do material e para obter um acabamento de superfície livre de defeitos, quando um grande componente é para ser formado de muitas porções sobrepondo-se de material para cobrir a inteira superfície do molde. Esta sobreposição pode ser na faixa de 10 a 75 mm, com uma dimensão preferível sendo de 20 a 40 mm. A sobreposição pode ser em uma direção ou em duas direções mutuamente orientadas, que podem ser ortogonais.

A camada de revestimento de superfície, opcionalmente sendo presa a uma camada de reforço de fibra seco para uso na produção de laminados compósitos de acordo com as formas de realização preferidas da presente invenção, é tolerante a pressão de manuseio e é bastante estável para ser provida em grandes rolos sem perder suas propriedades de ventilação de ar. Ela provê uma superfície de alta qualidade direta do molde, que somente requer mínima areação antes da pintura. Consideráveis tempo e custo são economizados no processo de produção, visto que este material substitui a primeira camada estrutural e a camada de cobertura de gel líquida. O material não requer operações de desavolumamento para remover ar aprisionado e é curado ao mesmo tempo que o laminado estrutural principal, economizando mais tempo no processo de manufatura.

No processo das formas de realização preferidas da presente invenção, um bom acabamento de superfície é obtido sem a necessidade de tecidos adicionais e panos de tecedura finos de alto custo, possibilitando que reforço mais pesado de menor custo seja usado como a primeira camada dentro do molde. Isto torna o material particularmente adequado para a produção de seções de aerofólio de turbina de vento e quaisquer outros componentes com simples curvatura, tais como embarcação marinha, domos de raios, moldagens arquiteturais e pontes. Um pano ou material fibroso de grande peso (pelo menos 600 g/m² de camada de fibra) não é adequado para porções mais complexas, como folhas de porta automotiva, que requerem que

o material seja cortado e drapejado em volta de característicos firmemente detalhados.

Serão descritas agora formas de realização da invenção, somente como exemplo, com referência às Figuras anexas, em que:

5 A Figura 1 é uma vista em seção transversal, na direção da largura do molde, de um arranjo de uma pluralidade de películas de revestimento de superfície sobrepondo-se, formadas em uma primeira etapa de uma forma de realização do método da presente invenção;

10 A Figura 2 é uma vista em seção transversal, na direção do comprimento do molde, das películas de revestimento de superfície da Figura 1;

15 A Figura 3 é uma vista em seção transversal, na direção da largura do molde, das películas de revestimento de superfície da Figura 1, subsequentemente cobertas por uma primeira de duas camadas de reforços secos de pan o em uma segunda etapa da forma de realização do método da presente invenção;

 A Figura 4 é uma vista em seção transversal, na direção do comprimento do molde, da conjunto da Figura 3;

20 A Figura 5 é uma vista em seção transversal, na direção da largura do molde, da conjunto da Figura 3 subsequentemente coberta por reforços secos de pano adicionais e um núcleo em uma subsequente etapa da forma de realização do método da presente invenção;

 A Figura 6 é uma vista em seção transversal, na direção do comprimento do molde, da conjunto da Figura 5; e

25 A Figura 7 é uma vista em planta explodida, parcialmente esquemática, de um arranjo de uma pluralidade de películas sobrepondo-se a películas de revestimento de superfície e camadas de reforços de pano secos sobrepondo-se formadas, a sobreposição em cada caso sendo na direção do comprimento do molde e na direção da largura do molde, de acordo com uma

outra forma de realização do método da presente invenção.

De acordo com as formas de realização preferidas da presente invenção, o processo de manufatura básico para a peça moldada compósita reforçada por fibra inclui as etapas de:

- 5 preparar um molde e aplicar um agente de liberação;
- colocar no molde uma camada de revestimento de superfície compreendendo uma película de resina de revestimento de superfície na forma de pelo menos uma folha sólida, com sobreposições preferíveis entre segmentos adjacentes da camada de revestimento de superfície, a camada de
- 10 revestimento de superfície opcionalmente sendo provida em combinação com uma camada de reforço de pano seca adjacente à camada de revestimento de superfície que é pré-presa à camada de revestimento de superfície;
- colocar dentro do molde, sobre a camada de revestimento de superfície, uma camada estrutural compreendendo reforços de pano secos
- 15 estruturais, com preferíveis sobreposições entre os segmentos adjacentes da camada estrutural;
- opcionalmente colocar sobre a camada estrutural reforços de pano secos estruturais e material de núcleo;
- colocar e conectar um sistema de infusão de alimentação de
- 20 resina;
- cobrir o molde com uma camada de descascamento, uma película de liberação, uma malha de infusão opcional e um saco de vácuo;
- desavolumar o sistema sob vácuo total;
- condicionar o sistema na temperatura de infusão da resina,
- 25 para remover o ar aprisionado restante e para amolecer a película de resina de revestimento de superfície;
- criar um diferencial de pressão através do sistema e utilizar o diferencial de pressão para alimentar um composto resinoso dentro do sistema para revestir o reforço fibroso capaz de ser infundido;

cessar a alimentação do composto resinoso dentro do sistema;
manter algum diferencial de pressão; e
permitir que o composto resinoso e a película de resina de
revestimento de superfície endureça e cure.

5 Uma explicação mais detalhada das etapas do processo, de
acordo com uma forma de realização particular, é descrita com referência às
Figuras 1 a 6 dos desenhos.

As Figuras 1 e 2 mostram o arranjo preferido para as camadas
de revestimento de superfície, dependente de seu local no molde. Com
10 referência às Figuras 1 e 2, após preparar um molde e aplicar um agente de
liberação (não mostrado) à superfície do molde 10, uma camada de
revestimento de superfície 12 é aplicada à superfície de molde 10. A camada
de revestimento de superfície 12 compreende uma camada de resina de
revestimento de superfície 14 na forma de pelo menos uma folha sólida, que é
15 contida em uma camada 16 do material de tecido grosso para auxiliar na
retenção da resina da superfície de molde 10. Tipicamente, a camada de
tecido grosso 16 é um material de poliéster, tal como um véu de poliéster 16.

Na forma de realização ilustrada, a camada de revestimento de
superfície 12 compreende uma pluralidade de segmentos de camada de
20 revestimento de superfície 106, 206, 306 montados entre si para formar uma
camada de revestimento de superfície contínua 12, na forma de diversas
folhas sólidas.

Quando montando a camada de revestimento de superfície 12
sobre a superfície de molde 10, um primeiro segmento 106 é sobreposto por
25 um segundo segmento 206 na direção da largura do molde, a sobreposição
formando uma porção de borda coberta interior 107 do primeiro segmento
106 e uma porção de borda de cobertura superior 207 do segundo segmento
206. Por sua vez, o segundo segmento 206 é sobreposto por um terceiro
segmento 306 na direção da largura do molde, a sobreposição formando uma

porção de borda coberta inferior 208 do segundo segmento 206 e uma porção de borda cobertura 307 do terceiro segmento 306. Portanto, as porções de borda opostas 207, 208, longitudinalmente dirigidas ao longo do molde, do segundo segmento 206, têm uma sobreposição sobre ou sob respectivamente, relação com uma porção de borda 107, 307 do respectivo segmento adjacente 106, 306.

Embora não ilustrado, se houver outros segmentos na direção da largura, esta configuração de sobreposição é repetida através da largura do molde por segmentos sucessivos.

Na direção do comprimento do molde é possível terem-se diferentes configurações da camada de revestimento de superfície. Em muitas formas de realização, um comprimento contínuo da camada de revestimento de superfície pode ser disposto ao longo da extensão do molde e, onde possível, isto pode ser preferível para reduzir o tempo de colocação, por exemplo. Em outras formas de realização alternativas, as camadas de revestimento de superfície podem sobrepor ou contatar na direção do comprimento do molde.

Entretanto, nesta forma de realização particular, na direção do comprimento do molde, há uma relação de contatação. Com referência de volta aos desenhos, adjacente ao primeiro segmento 106 há um quarto segmento 406. O quarto segmento 406 contata e é posicionado rente com a borda do primeiro segmento 206. Correspondentemente, um quinto segmento 506 contata o quarto segmento 406 e é posicionado rente com a borda do quarto segmento 406.

Cada segmento de camada de revestimento de superfície 106, 206, 306, 406, 506 compreende um segmento de camada de resina de revestimento de superfície 105, 205, 305, 405, 505 que é contida em um segmento de material de tecido grosso 104, 204, 304, 404, 504.

Repetindo, embora não ilustrado, se houver mais segmentos na

direção do comprimento, esta configuração de contatação é repetida através do comprimento do molde por segmentos sucessivos.

Segmentos adicionais são dispostos dentro do molde, em uma relação de sobreposição em uma direção e em uma relação de contato em outra direção, a fim de cobrir a inteira superfície do molde. Os diversos segmentos de camada de revestimento de superfície 106, 206, 306, 406 etc, portanto, formam uma camada de revestimento de superfície contínua segmentada 12 na forma de diversas folhas sólidas.

Em uma forma de realização alternativa, pode haver tal relação de sobreposição para as películas de revestimento de superfície em duas direções mutuamente orientadas, por exemplo, na direção do comprimento do molde, bem como na direção da largura do molde, que é ortogonal a ele. Isto pode prover que todas as bordas de camada de revestimento de superfície tenham uma relação de sobreposição, exceto nas extremidades do molde.

Com referência às Figuras 3 e 4, após a camada de revestimento de superfície 12 ter sido formada, uma camada estrutural 22, compreendendo pelo menos uma camada 24, 26 de material de reforço fibroso, é dispostas sobre a camada de revestimento de superfície 12, para prover, na porção da superfície de molde 10, um conjunto, na forma de uma pilha laminar, da camada de revestimento de superfície 12 e camada estrutural 22.

O material de reforço fibroso seco pode ser selecionado de um ou mais de fibra de vidro, fibra de aramida, fibra de carbono, linho ou juta ou misturas deles.

A pelo menos uma camada 24, 26 de material de reforço fibroso é preferivelmente segmentada e, subsequentemente, posicionada acima da camada de revestimento de superfície 12 em uma configuração segmentada de sobreposição, similar àquele para a camada de revestimento de superfície 12, para prover uma estrutura de ventilação e permitir que o ar

aprisionado passe para fora durante subsequente processamento de infusão de resina.

Na configuração segmentada de sobreposição, uma respectiva pilha de segmento de camadas de reforço secas 102, 103; 202, 203; 302, 403 é localizada sobre o respectivo segmento de camada de revestimento de superfície 106; 206; 306.

Inicialmente, uma pilha de segmento de camadas de reforço secas 102, 103 é disposta sobre o primeiro segmento de camada de revestimento de superfície 106.

A camada de reforço seca mais inferior 103 do segmento de primeira pilha é conformada e dimensionada a fim de cobrir aquela porção da superfície superior do primeiro segmento de camada de revestimento de superfície 106, que é exposto, e assim contatar a porção de borda 207 do segundo segmento 206. A próxima camada de reforço seca 102 é colocada sobre a primeira camada de reforço seca 103 e é conformada e dimensionada a fim de cobrir a camada de reforço seca mais inferior 103 e, por uma porção de borda 108 da próxima camada de reforço seca 102, a porção de borda 107 do segundo segmento 206.

Subsequentemente, uma segunda pilha de segmento de camadas de reforço secas 202, 203 é disposta sobre o segundo segmento de camada de revestimento de superfície 206.

A camada de reforço seca mais inferior 203 do segundo segmento de pilha é conformada e dimensionada a fim de cobrir aquela porção da superfície superior do segundo segmento de camada de revestimento de superfície 206 que está exposta e assim contatar a porção de borda 307 do terceiro segmento 306, e também a fim de cobrir a porção de borda 108 da camada de reforço seca 102. A próxima camada de reforço seca 202 é colocada sobre a camada de reforço seca mais inferior 203 e é conformada e dimensionada a fim de cobrir a camada de reforço seca mais

inferior 203 e, por uma porção de borda 208 da próxima camada de reforço seca 202, a porção de borda 307 do terceiro segmento 306.

Subsequentemente, uma terceira pilha de segmento de camadas de reforço secas 302, 303 é disposta sobre o terceiro segmento de
5 camada de revestimento de superfície 306.

A camada de reforço seca mais embaixo 303 do terceiro segmento de pilha é conformada e dimensionada a fim de cobrir aquela porção da superfície superior do terceiro segmento de camada de revestimento de superfície 306 que está exposto e a fim de cobrir a porção de borda 208 da
10 camada de reforço seca 202. A próxima camada de reforço seca 302 é colocada sobre a camada de reforço seca mais embaixo 303 e é compartilhada e dimensionada a fim de cobrir a camada de reforço seca mais embaixo 303.

Se houver mais segmentos através da largura do molde, pilhas de segmento subsequentes das camadas de reforço secas são
15 correspondentemente aplicadas em uma configuração sobreposta.

Na direção do comprimento do molde, no que diz respeito à camada de revestimento de superfície, é possível terem-se diferentes configurações das camadas de reforço secas. Em muitas formas de realização, um comprimento contínuo de camada de reforço seca pode ser disposto ao
20 longo do comprimento do molde sobre a camada de revestimento de superfície e, onde possível, isto pode ser preferível a reduzir o tempo de colocação, por exemplo. Em outras formas de realização alternativas, as camadas de reforço secas podem sobrepor-se ou contatar na direção do comprimento do molde.

Entretanto, nesta forma de realização particular, na direção do comprimento do molde, há uma relação de contatação. Voltando aos
25 desenhos, o quarto segmento 406 é correspondentemente coberto por camadas de reforço secas 402, 403, que contatam e são posicionadas em nível com as bordas das camadas de reforço secas 102, 103. Correspondentemente, o

quinto segmento 506 é coberto por camadas de reforço secas 502, 503, que contatam e são posicionadas em nível com as bordas das camadas de reforço secas 402, 403 sobre o quarto segmento 406.

5 Repetindo, embora não ilustrado, se houver segmentos na direção do comprimento, esta configuração de contatação das camadas de reforço secas é repetida através do comprimento do molde por segmentos sucessivos.

10 As camadas de reforço secas estruturais são disposta no molde sobre os respectivos segmentos de revestimento de superfície, em uma relação de sobreposição em uma direção e em uma relação de contatação em outra direção, a fim de cobrir a inteira superfície do molde. Isto forma uma camada estrutural contínua segmentada 22.

15 Em uma forma de realização alternativa, pode haver tal relação de sobreposição para as camadas de reforço secas estruturais em duas direções mutuamente orientadas, por exemplo, na direção do comprimento do molde, bem como na direção da largura do molde, que é ortogonal a ele. Isto pode prover que todas as bordas de camada de reforço seca estruturais tenham uma relação de sobreposição, exceto nas extremidades do molde. A seleção da relação de sobreposição particular pode depender da estrutura e
20 composição das camadas de reforço de pano secas e da natureza particular e aplicação particular do artigo sendo manufaturado.

A provisão de tal relação de sobreposição para as camadas de reforço secas estruturais em duas direções mutuamente orientadas pode ser provida com uma ou outra das duas configurações de sobreposição para a
25 camada de revestimento de superfície descrita acima, isto é, com a camada de revestimento de superfície sobrepondo-se em somente uma direção ou em duas direções mutuamente orientadas.

A Figura 7 é uma vista em planta explodida, parcialmente esquemática, de um arranjo de uma pluralidade de películas de revestimento

de superfície sobrepostas e camadas de reforços de tecido secos sobrepondo-se formada, a sobreposição em cada caso sendo na direção do comprimento do molde (x) e na direção da largura do molde (y), de acordo com mais uma forma de realização do método da presente invenção. A película de revestimento de superfície 700 inclui uma pluralidade de segmentos 702, que se sobrepõem nas bordas adjacentes 704, 706, orientadas em duas direções ortogonais (x e y). Cada uma de três camadas empilhadas 708, 710, 712 de reforço de tecido seco inclui uma respectiva pluralidade de segmentos 714, 716, 718, que também se sobrepõem às bordas adjacentes 720, 722; 724, 726; 728, 730, orientadas em duas direções ortogonais. Como examinado aqui, em tal pilha de segmentos sobrepostos, as camadas de reforço de tecido secas são tipicamente camadas de reforço de tecido biaxiais e/ou triaxiais.

Será evidente da pessoa hábil que a forma de realização ilustrada incorpora duas camadas de reforço secas estruturais, porém menos ou mais camadas, e materiais de núcleo, tais como madeira e espuma, podem ser empregados se desejado.

Em uma forma de realização alternativa, uma primeira camada de fibra de reforço pode ser inicialmente aderida prendendo-se nos segmentos de camada de revestimento de superfície que são colocados sobre a superfície de molde. Portanto, as primeiras camadas dispostas no molde são revestimento de superfície de resina integral e camadas de reforço de fibra. Esta forma de realização pode reduzir o tempo de colocação total necessário para montar todas as camadas para formar o laminado do molde.

Com referência às Figuras 5 e 6, pelo menos uma camada adicional pode então ser disposta sobre a camada estrutural 22. A pelo menos uma camada adicional pode compreender, por exemplo, um núcleo de espuma 101 e/ou uma ou mais camadas de reforço secas estruturais adicionais 100. Isto completa a pilha laminada 30, que está agora pronta para infusão de resina, como mostrado na Figura 6.

A forma de realização ilustrada nas Figuras 1 a 6 incorpora preferivelmente uma estrutura de reforço de tecido seco triaxial, em que as fibras das camadas de reforço secas estruturais são orientadas em três respectivas direções axiais. Entretanto, em formas de realização alternativas, a configuração das camadas de reforço estruturais de tecido seco podem ser diferentes. Por exemplo, os tecidos secos estruturais poderiam ser de orientação unidirecional (UD), biaxial ou triaxial. As sobreposições dos tecidos secos geralmente existiriam nas direções tanto da largura como do comprimento para orientações biaxiais e triaxiais. Em geral, os tecidos unidirecionais (UD) sobrepõem-se na direção da largura, enquanto na direção do comprimento tal sobreposição não é necessária e geralmente somente ocorreria se, durante a colocação do tecido dentro do molde, houver um curto rolo de tecido e o tecido parar no meio do molde.

A infusão de resina é então realizada em uma maneira conhecida daqueles hábeis na arte. Em particular, a conjunto das camadas estruturais e adicionais de superfície sobre o molde é coberta com, por sua vez, uma camada de casca, uma película de liberação e uma malha de infusão opcional para aumentar a velocidade de impregnação em porções selecionadas do laminado. Em seguida a inteira conjunto de molde é disposta dentro de um saco de vácuo. Um sistema de infusão de alimentação de resina é conectado ao saco, o saco tendo um orifício a montante conectado a uma fonte de composto resinoso e um orifício a jusante conectado a uma fonte de vácuo. O vácuo é aplicado ao saco de vácuo com o orifício a montante fechado, para desse modo desavolumar o sistema sob vácuo total. Se necessário, quaisquer vazamentos são identificados e reparados se presentes. O vácuo é mantido em um nível desejado, a fim de condicionar o sistema na temperatura de infusão da resina, para remover ar aprisionado remanescente e amolecer a película de resina de revestimento de superfície. Em seguida o orifício a montante é aberto, desse modo criando um diferencial de pressão

através do sistema. O diferencial de pressão atua para alimentar um composto resinoso líquido da fonte de composto resinoso para dentro do sistema, para revestir o reforço fibroso. Desta maneira, o composto resinoso é infundido completamente dentro das camadas de reforço de fibra secas. Resina de infusão estrutural suficiente é alimentada ao sistema para totalmente impregnar as fibras. Finalmente, a alimentação do composto resinoso dentro do sistema é terminada e vácuo total é aplicado ao sistema. A resina estrutural infundida então aumenta em viscosidade e começa a curar após um período de tempo governado pela reatividade da resina e a quantidade de calor aplicado ao laminado. Alternativamente, o vácuo pode ser reduzido se a resina tiver um longo tempo de gel para evitar que a resina seja drenada para fora do laminado. Calor adicional pode ser aplicado durante, ou após, a injeção de resina, para acelerar o processo de cura da resina estrutural e ativar a cura da resina de superfície.

Após completa cura da resina estrutural e da resina de superfície, o vácuo é removido, o saco de vácuo é aberto, a camada de casca, película de liberação e malha de infusão são removidas e o laminado é liberado do molde. A superfície do laminado, substancialmente pronta para pintura, compreende a resina de superfície curada e a camada de tecido grosso.

A resina de revestimento de superfície 14 é selecionada de modo que seja permeável a ar, para prover um trajeto adicional para a remoção de ar durante o processo de evacuação. A espessura da camada de revestimento de superfície 12 é preferivelmente selecionada para ser de 100 – 400 microns, mais preferivelmente 100 – 300 microns. Dentro desta faixa de espessura constatou-se que a resina de revestimento de superfície 14 pode ser feita parcialmente permeável a ar. Se a camada de resina de revestimento de superfície 14 for demasiado fina, então uma barreira de espessura suficiente não é obtida entre o reforço de fibra e a tinta subsequentemente aplicada,

fazendo com que um padrão de fibras subjacentes, conhecido como padrão de impressão, potencialmente apareça na superfície de resina. Se a camada for demasiado fina, isto pode resultar em fibra seca próximo da superfície, o que pode causar problemas quando lixando a superfície antes da pintura. As

5 resultantes partículas de fibra de vidro secas podem ser aprisionadas sobre a ferramenta de abrasão (p. ex., um disco) e são muito abrasivas, o que pode resultar em marcas de arranhões, por sua vez requerendo repetidas mudanças de ferramenta abrasiva e adicionais etapas de reparo de enchimento e limpeza antes da pintura.

10 O ar entre a superfície de molde 10 e a camada de revestimento de superfície 12 pode passar através da camada de revestimento de superfície 12 e para dentro das camadas de fibra secas mais altamente permeáveis a ar 102 e 203, para então ser puxado para longe para dentro da fonte de vácuo. Não é essencial que um de tecido grosso de respiração de ar

15 16 seja provido na camada de superfície 12, a fim de ser localizado substancialmente na superfície de molde 10. Entretanto, o uso de um de tecido grosso 16 provê a vantagem de que a pega da resina de superfície 14 seja mais consistente e dependa somente da formulação da resina da resina de superfície 14, que é formulada para fornecer o desejado nível de pega consistente. O de

20 tecido grosso de poliéster fino 16 dentro da camada de revestimento de superfície 12 serve a duas finalidades. Primeira, ele ajuda a evitar que as fibras do reforço de fibra estrutural entrem na camada de resina de superfície 14. Além disso, a camada de tecedura fina ajuda a evitar que a resina 14 na camada de revestimento de superfície 12 reticule longe da superfície de molde

25 10, fornecendo uma melhor qualidade de acabamento na superfície do laminado resultante. O tecido grosso de poliéster 16 é ele próprio de fácil aeração e não resulta em partículas abrasivas avariando a superfície.

As camadas de reforço secas fornecem um ou mais trajetos de ventilação de ar altamente permeáveis para remover ar, quando um vácuo é

aplicado à pilha de laminados. Quando as peças de material são sobrepostas a camada de superfície fica agora em conexão com a camada de fibra seca, altamente permeável a ar, permitindo um trajeto de ar mais direto e eficaz à fonte de vácuo. A zona de sobreposição permite conexão mais eficaz do reforço seco, para fornecer uma estrutura de ventilação altamente permeável a ar. A resina de superfície contínua evita que defeitos ocorram no ponto de sobreposição do material. A zona é um importante aspecto da presente invenção e é necessária para tecidos mais pesados acima de 600 g/m². Sem a zona de sobreposição a permeabilidade a ar através do tecido é reduzida, resultando em defeitos em componentes maiores.

Assim como provendo um tampão de espessura para evitar a impressão de fibra, a camada de resina de superfície 14 provê uma barreira protetora para reduzir o ingresso de umidade dentro do laminado. Os fios de fibra, em particular fibra de vidro, próximos da superfície, podem acelerar o ingresso de umidade por um mecanismo de absorção.

A resina de superfície 14 pode ser endurecida e o módulo reduzido pela incorporação de borracha, por exemplo, dentro da resina. Esta é uma vantagem particular, visto que ajuda a evitar fissuras por qualquer desigualdade na expansão térmica entre a tinta subsequentemente aplicada e o laminado. A resina de superfície adaptada melhora o lascamento que ocorre em situações de impacto.

A configuração de sobreposição das camadas de reforço secas 102, 103, 202, 203, 302, 303 fornece um ou mais trajetos de ventilação de ar altamente permeáveis para remover ar, quando um vácuo é aplicado à pilha laminada. Quando as peças de material são sobrepostas, a porção de borda 207 da camada de revestimento de superfície 206 fica diretamente em conexão com a camada de fibra seca altamente permeável a ar 102, permitindo um trajeto de ar mais direto e eficaz para a fonte de vácuo em processamento subsequente, como examinado abaixo.

A zona de sobreposição permite conexão mais eficaz entre as camadas de reforço secas 102, 203, 302, 303, para fornecer uma estrutura de ventilação altamente permeável. As camadas de segmento de revestimento de superfície contínuas 106, 206, 306, incluindo os segmentos de camada de resina de revestimento de superfície 105, 205, 305, evitam que defeitos ocorram na ponto de sobreposição do material.

Devido à estrutura de ventilação, o ar aprisionado pela aplicação de vácuo ao material e à camada de superfície curada é virtualmente livre de vazios. Esta estrutura de superfície resultante foi constatada reduzir a taxa de erosão de revestimento.

A resina de infusão estrutural e a resina de superfície têm uma diferente viscosidade. A viscosidade da resina estrutural é usualmente selecionada para ser mais baixa do que aquela da resina de superfície na temperatura de infusão, de modo que a resina estrutural possa prontamente ser infundida sem o vácuo romper a camada de resina de superfície. A viscosidade da resina de superfície é mais elevada do que a da resina estrutural, para assegurar que a resina de superfície permaneça mais próximo da superfície de molde, para manter a espessura da camada de superfície do componente final.

A viscosidade da resina e a diferença de viscosidade entre a resina de película de revestimento de superfície e a resina estrutural é um aspecto importante da presente invenção.

Materiais com diferentes perfis de viscosidade podem ser feitos trabalhar ajustando-se o ciclo de cura, desde que exista uma viscosidade diferencial entre a camada de resina de revestimento de superfície e a resina estrutural.

É necessário que película de revestimento de superfície tenha uma viscosidade mínima relativamente elevada, para evitar prematura saída de umidade do reforço de fibra seco, antes da terminação da etapa de infusão

da resina. A viscosidade deve também ser suficientemente elevada para parar o movimento do reforço de fibra seco para a superfície. A viscosidade deve também ser suficientemente elevada para assegurar que a camada de revestimento de superfície permaneça como uma camada de resina coerente durante o processo de produção de material de peça moldada compósito. Entretanto, a viscosidade não deve ser demasiado elevada, caso contrário a umectabilidade da superfície do molde pela resina de revestimento de superfície pode ser inadequada. A resina de revestimento de superfície deve também ter um suficiente grau de fluxo para possibilitar que a camada de resina sólida encha quaisquer pequenas descontinuidades ou vazios em quaisquer sobreposições entre os segmentos de folha de revestimento de superfície separados, quando as camadas de revestimento de superfície são submetidas a processamento a vácuo antes da cura. A resina de revestimento de superfície deve também ter uma boa resistência a fluxo frio, para possibilitar que a camada de resina sólida em forma laminar seja armazenada em um rolo e tenha uma boa vida em prateleira e estabilidade de produto. A resina de revestimento de superfície deve também ter uma boa resistência à abrasão (tipicamente medida em um teste de abrasão Taber) para permitir algum grau de abrasão de superfície, por exemplo, aeração da camada de resina de superfície de revestimento base, antes da pintura, enquanto mantendo dureza e integridade de superfície.

Tipicamente, a resina de revestimento de superfície tem uma viscosidade de $0,1 \times 10^5$ Pa.s, medida a 20 °C.

A resina estruturada ao contrário tem uma mais baixa viscosidade para possibilitar que prontamente seja infundida sob vácuo para dentro das camadas de reforço fibrosas.

Tipicamente, a resina estrutural tem uma viscosidade de 0,1 a 2 Pa.s, medida a 20 °C, preferivelmente de 0,1 a 0,6 Pa.s.

Neste relatório, a viscosidade de resina da resina estrutural é

medida usando-se um reômetro TA Instruments AR2000, com um 2o. cone de alumínio de 40 mm de diâmetro e um sistema de esfriamento Peltier. O experimento foi realizado sob as seguintes condições: um experimento de varredura de taxa de cisalhamento a 20 °C de 0,01 s⁻¹ a 500 s⁻¹ com um vão de 57 µm. A viscosidade do material foi considerada como uma média durante a região Newtoniana linear entre 1-100 s⁻¹.

Neste relatório a viscosidade da resina de revestimento de superfície é medida usando-se um reômetro TA Instruments AR2000, com uma placa de aço com 20 mm de diâmetro e um sistema de esfriamento Peltier. O experimento foi realizado sob as seguintes condições: experimento de oscilação de 40 °C até 0 °C a 2 °C/min, com um deslocamento controlado de 1 x 10⁻⁴ rads, em uma frequência de 1 Hz e um intervalo de 1000 µm.

Além disso, a resina estrutural tem uma viscosidade que lhe possibilita ser infundida sob condições de vácuo que, em comparação, não provocam qualquer espalhamento ou fluxo significativo da resina de revestimento de superfície. A resina de revestimento de superfície deve ter uma viscosidade que é mais elevada do que a da resina estrutural, de modo que a resina de revestimento de superfície não possa umedecer o reforço estrutural antes da resina de revestimento de superfície (isto é, a resina de revestimento de superfície deve ser bastante espessa para obter este efeito técnico, porém a viscosidade deve ser bastante baixa de modo que a resina de revestimento de superfície possa exibir um pequeno grau de espalhamento e fluxo sobre a superfície de molde e, desse modo, possa auxiliar com ar a remoção sob o processamento de vácuo (isto é, a resina de revestimento de superfície deve ser bastante fina para obter este efeito técnico).

Preferivelmente, a relação de viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, da resina de revestimento de superfície e da resina estrutural, é de pelo menos 100/1, mais preferivelmente pelo menos

1000/l, ainda mais preferivelmente pelo menos 10.000/l.

A resina estrutural tem uma lenta reatividade na temperatura de infusão, para permitir impregnação completa das camadas de reforço fibrosas secas. A resina de superfície começa a curar após a resina de infusão começar a curar. Isto é conseguido por geração de calor exotérmico pela resina de infusão curando aquecer a resina de superfície, para ativar o mecanismo de cura e/ou aquecendo-se a ferramenta sobre a qual a resina de superfície é disposta. A resina de superfície e estrutural continuam a curar juntas, pelo menos parcial e simultaneamente, o que promove um alto nível de adesão entre os diferentes materiais resinosos.

A resina de superfície é preferivelmente selecionada do grupo consistindo de resinas termocuradas, tais como resinas epóxi, éster de cianato e fenólicas. Resinas epóxi adequadas incluem diglicidil ésteres de bisfenol A, diglicidil éteres de bisfenol F, resinas novolac epóxi e N-glicidil éteres, glicidil ésteres, glicidil éteres alifáticos e cicloalifáticos, glicidil éteres de aminofenóis, glicidil éteres de quaisquer fenóis substituído e suas misturas. Também incluídas são misturas modificadas dos polímeros termocuráveis. Estes polímeros são tipicamente modificados por adição de borracha ou termoplástico. Qualquer catalisador adequado pode ser usado. O catalisador será selecionado para corresponder à resina usada. Um catalisador adequado para uso com uma resina epóxi é um agente de cura de diciandiamida. O catalisador pode ser acelerado. Onde um catalisador de diciandiamida for usado, uma uréia substituída pode ser usada como um acelerador. Aceleradores adequados incluem Diuron, Monuron, Fenuron, Clortoluron, bis-uréia de toluenodiisocianato e outros homólogos substituídos. O agente de cura epóxi pode ser selecionado de Dapsona (DDS), Diamino-difenil metano (DDM), complexo de BF₃-amina, imidazóis substituídos, anidridos acelerados, metafenileno diamina, diaminodifeniléter, polieteraminas aromáticas, adutos de amina alifática, sais de amina alifáticos, adutos de

amina aromáticos e sais de amina aromáticos.

O material de superfície pode ser provido com um agente de endurecimento. Agentes de endurecimento adequados podem ser selecionados de borracha líquida (tal como borrachas de acrilato ou borracha de acrilonitrila terminadas em carboxila), borracha sólida (tal como borracha nitrílica, ou borrachas de núcleo-envoltório), termoplásticos (tais como poli(éter-sulfona), poli (Imida)), copolímeros em bloco (tais como triblocos de estireno-butadieno-metacrilato) ou suas misturas.

A resina estrutural é preferivelmente selecionada do grupo consistindo de resinas termocuradas, tais como sistemas epóxi, cianato éster e fenólico. Resinas epóxi adequadas incluem diglicidil éteres de bisfenol A, diglicidil éter de bisfenol F, glicidil éteres de quaisquer fenóis substituídos, peso molecular mais elevado de qualquer uma dessas moléculas, resinas epóxi novolac e glicidil ésteres, glicidil éteres alifáticos e cicloalifáticos, glicidila de aminofenóis, glicidil amina e suas misturas.

Diluentes reativos ou não reativos podem também ser usados. Diluentes reativos podem incluir diluentes reativos monofuncionais ou multifuncionais, tais como C12-C14 glicidil éter ou butano diol glicidil éter. Diluentes não-reativos podem incluir nonil fenol, furfuril álcool, dibutil ftalatem, polimetil acetal.

Também incluídos são misturas modificadas dos polímeros termocuráveis supracitados, com tais modificadores como borracha líquida (tal como borrachas de acrilato ou borracha de acrilonitrila terminada em carboxila), borracha sólida (tal como borracha de nitrito sólida ou borrachas de núcleo-envoltório), termoplásticos (tais como poli (étersulfona), poli (imida)), copolímeros em bloco (tais como triblocos de estireno-butadieno-metacrilato) ou suas misturas.

O agente ou catalisador de cura será selecionado para corresponder à resina usada. Agentes de cura adequados são aminas alifáticas,

aminas cicloalifáticas, aminas aromáticas, poliamidas, amidoaminas, polissulfetos, anidrido e qualquer aduto adequado. Catalisador adequado pode incluir ácido salicílico, aminas terciárias alifáticas e aminoetilpiperazina.

Um catalisador latente adequado para uso com uma resina epóxi é um agente de cura de diciandiamida. O catalisador pode ser acelerado. Onde um catalisador de diciandiamida for usado, uma uréia substituída pode ser usada como um acelerador. Aceleradores adequados incluem Diuron, Monuron, Fenuron, Chlortoluron, bis-uréia de toluenodiisocianato e outros homólogos substituídos. O agente de cura epóxi pode ser selecionado de Dapsone (DDS), Diaminodifenil metano (DDM), complexo de BF₃-amina, imidazóis substituídos, anidridos acelerados, metafenileno diamina, diaminodifeniléter, polieteramidas aromáticas, adutos de amina alifáticos, sais de amina alifáticos, adutos de amina aromáticos e sais de amina aromáticos. Os agentes de cura de amina e anidrido estão sendo preferidos para fornecer baixa viscosidade e cura em temperatura ambiente.

As formas de realização preferidas da presente invenção provêm o uso, para formar um laminado compósito tendo uma superfície lisa livre de defeitos da alta qualidade que possa ser pintada, da combinação de (a) uma resina de cura termocurada relativamente de alta viscosidade, ativada em baixa temperatura, tipicamente de 50 °C e acima, mais tipicamente de 50 °C a 90 °C, para formar uma superfície do laminado compósito com (b) uma resina de cura termocurada relativamente de baixa viscosidade, adequada para processamento de infusão de resina, para formar, após a infusão dentro do reforço de fibra localizado adjacente à resina de revestimento de superfície, uma estrutura reforçada com fibras do laminado compósito.

A película de resina de superfície é de fácil aeração, se necessário, para preparar a superfície de laminado para subsequente pintura.

De acordo com as formas de realização preferidas da presente invenção, a resina de superfície é formulada para prover as desejadas

características corretas. Em particular, a resina de superfície tem uma viscosidade que pode ser aplicada dentro de um molde em temperatura aproximadamente ambiente e exibir os desejados níveis de pega no molde e drapejamento. Calor pode ser suprido à resina para iniciar ou acelerar a cura,
5 durante ou após término do estágio de infusão de resina.

Em produção de infusão a vácuo de mais elevada velocidade de produção, o ferramental é aquecido durante ou após a injeção de resina, para acelerar a velocidade de cura. Isto oferece a oportunidade de misturar e co-curar estes diferentes materiais. Esta é tipicamente uma temperatura de 50
10 - 90 °C, para possibilitar o uso de ferramental de mais baixo custo. O formato alvo é uma cura catalítica ativada a baixa temperatura (50 °C).

A camada de revestimento de superfície preferivelmente contém resina de revestimento de superfície e um véu de poliéster. Durante a manufatura do material, o véu de poliéster é primeiro aplicado ao topo da
15 resina de superfície. Alguma pressão é então aplicada para empurrar o véu de poliéster para o topo da resina de superfície. Preferivelmente, o véu de poliéster é localizado em uma posição dentro da porção superior da camada de resina de revestimento de superfície, isto é, o véu de poliéster é coberto em ambos os lados por uma respectiva porção da camada de resina de
20 revestimento de superfície, com uma porção maior, isto é, a maioria, em um lado que é para ser localizado diretamente adjacente à superfície de molde. Se uma primeira camada de fibra for também integrada dentro da camada de revestimento de superfície e, em particular, dentro da superfície da camada de revestimento de superfície que é para ser localizada remota à superfície de
25 molde, também a camada de fibra é comprimida para dentro da resina de superfície para assegurar que o material de superfície seja mantido integral e permaneça fixado com a camada de fibra.

Na presente invenção prefere-se que a espessura da resina de película de superfície seja entre 100 e 400 microns, mais preferivelmente de

100 a 300 microns. Dentro desta faixa de espessura foi constatado que a resina pode ser tornada parcialmente permeável a ar. Qualquer ar entre a superfície de molde e a camada de superfície pode passar através da camada de superfície e para dentro das camadas de fibra secas altamente permeáveis a ar, para então ser puxado para longe para dentro da fonte de vácuo.

A camada de revestimento de superfície é estruturada e formulada de modo que a superfície oposta exiba pega diferencial. Há pega relativamente elevada em uma superfície, a superfície que é destinada em uso a contatar e aderir à superfície de molde, e pega relativamente baixa na superfície oposta, a superfície que é destinada, em uso, a ser manualmente manipulada e assim é mais fácil de manipular. Este diferencial de pega pode ser conseguido provendo-se o material de tecido grosso dentro da folha de resina sólida, porém deslocado relativamente em direção à superfície de menor pega. Isto significa que a pega do material é mais consistente e dependente somente da formulação de resina da resina de superfície, o que permite que seja formulada para fornecer o desejado nível de pega consistente. Além disso, o elevado nível de pega pode assegurar que um alto grau de umectação da superfície de molde seja conseguido, que torne a camada de revestimento de superfície uniformemente aderida à superfície de molde sobre a inteira área de superfície da película de revestimento de superfície. Isto, por sua vez, evita reticulação da camada de revestimento de superfície da superfície de molde em seguida à cura da resina. Além disso, o material de revestimento de superfície é tolerante a pressão de manuseio ou a pressão gerada quando o produto é enrolado em um rolo. Como resultado, o material de revestimento de superfície usado no método da presente invenção tem armazenagem em temperatura ambiente prolongada antes do uso.

O tecido grosso de poliéster fino dentro da camada de resina de revestimento de superfície serve a duas finalidades. Ajuda a evitar que as fibras do reforço entre na camada de resina de superfície. A camada de

tecedura fina também ajuda a evitar que a resina da camada de película de resina de superfície reticule longe da superfície de ferramenta, fornecendo uma melhor qualidade de acabamento. O próprio de tecido grosso de poliéster é fácil de lixar e não resulta em partículas abrasivas avariando a superfície.

- 5 Bem como provendo um tampão de espessura para evitar impressão de fibra a camada de resina de superfície provê uma barreira protetora para reduzir o ingresso de umidade dentro do laminado. Fios de fibra de vidro próximo da superfície podem acelerar ingresso de umidade por um mecanismo de absorção. A resina de superfície pode ser endurecida e o módulo reduzido, o
- 10 que é uma vantagem particular, visto que isto ajuda a evitar rachaduras pela desigualdade de expansão térmica entre a tinta e o laminado. A resina de superfície adaptada ajuda a melhorar o lascamento da tinta, que ocorre em situações de impacto.

- Para estruturas compósitas requerendo um acabamento
- 15 pintado, as formas de realização preferidas da presente invenção podem reduzir o tempo e o custo para preparar um componente compósito reforçado por fibra de peça moldada de transferência de resina assistida por vácuo (VARTM) para pintura e, além disso, a durabilidade final do componente pintado pode ser melhorada. Quando utilizando-se métodos VARTM para
- 20 produzir um componente compósito reforçado por fibra, as formas de realização preferidas da presente invenção, a fim de produzirem um acabamento na porção compósita que seria de fácil preparação para pintura, podem empregar uma camada de superfície termocurada ativada por temperatura, que possa eliminar a necessidade de aplicar e esperar que uma
- 25 cobertura de gel em molde desprenda-se durante o processo de manufatura. As formas de realização preferidas da presente invenção podem prover uma interface flexível endurecida entre a tinta e a porção compósita, para melhorar a durabilidade do acabamento final da tinta.

O processo de fabricação das formas de realização preferidas

da presente invenção combina tecnologias de fusão a quente e infusão, para criar um laminado de superfície livre de defeitos, pronto para operações de pintura. Uma camada de resina de superfície com uma camada de reforço de fibra estrutural (fundido a quente) é colocada contra o molde e um leiaute
5 compósito, compatível com a tecnologia de infusão, é colocado sobre ela para prover uma estrutura de ventilação e permitir que ar aprisionado passe para fora durante o processamento. Os comportamentos reológicos das resinas de fusão a quente e infusão são diferentes.

As formas de realização preferidas da presente invenção
10 podem também prover um suficiente nível de pega para reter a primeira camada de reforço seca sobre a superfície de ferramenta liberada. É particularmente adequado para grandes porções, tais como turbinas de vento, pontes e cascos de barcos.

Este método de formas de realização preferidas da presente
15 invenção é particularmente adequado para a produção de seções de aerofólio de turbina de vento e quaisquer outros grandes componentes com curvatura mais simples, tais como embarcação marinha, domos de raios, moldagens arquiteturais e pontes empregando tecnologia de infusão.

As formas de realização preferidas da presente invenção
20 podem prover a manufatura de uma estrutura compósita com uma superfície livre de defeito, que seja pronta para pintura. Evitando-se a necessidade de uma cobertura de gel, correspondentemente não há necessidade de qualquer manuseio de cobertura de gel, o que melhora os aspectos de saúde e segurança do processo de manufatura. Nos processos conhecidos que empregam uma
25 camada de cobertura de gel, a camada de cobertura de gel provê a vantagem de fornecer pega para reter em uma correta posição sobre a superfície de molde a primeira camada de reforço de fibra. As formas de realização preferidas da presente invenção provêm a pega na ausência de tal camada de cobertura de gel, porque a camada de revestimento de superfície provê a

requerida pega para a primeira camada de reforço, de modo que ela possa ser corretamente posicionada dentro do molde.

As formas de realização preferidas da presente invenção podem reduzir o tempo total de produção e a quantidade de mão-de-obra manual requerida para o ciclo de manufatura.

Além disso, neste método de fabricação das formas de realização preferidas da presente invenção, um bom acabamento de superfície é obtido sem a necessidade de tecidos e panos de tecedura fina de elevado custo adicionais, em comparação com processos conhecidos. Isto pode possibilitar que reforço mais pesado de mais baixo custo seja usado como a primeira camada dentro do molde. A superfície resultante livre de defeitos é o resultado principal que pode produzir uma redução do tempo total e da mão de obra requeridos para a produção de uma superfície compósita pintada.

A camada de resina de superfície também provê uma barreira protetora para reduzir o ingresso de umidade dentro da estrutura laminada compósita. A resina de superfície pode também atuar como um tampão e sua dureza aumentada ajuda a reduzir lascamento de tinta inadvertido, que pode ocorrer em situações de impacto quando produto compósito está em operação.

O método da presente invenção é pelo menos parcialmente pressuposto na realização pelos presentes inventores de que, combinando-se duas tecnologias provendo resina, podem ser obtidas significativas melhoras técnicas, tanto para a eficiência como a utilidade do processo de manufatura de laminado compósito e as propriedades do laminado compósito resultante. Para aqueles de habilidade comum na arte de fabricar laminados compósitos, os presentes inventores acreditam que a percepção convencional do processo de infusão de vácuo é que materiais de resina de baixo custo podem ser empregados que curam em temperatura ambiente. Ao contrário, as percepção convencional do uso de pré-impregnados é que um material de mais alta qualidade mais caro seja requerido e produzido, que necessite uma cura de

temperatura elevada e melhor controle de estoque, devido à vida em prateleira limitada da resina da pré-impregnação em temperatura ambiente. O investimento inicial para a produção de pré-impregnados é mais alta devido à necessidade de ferramental de alta temperatura mais caro e esfriadores de armazenagem, para manter a vida em prateleira do pré-impregnado. Na arte de manufatura de laminado compósito, os fabricantes tendem a selecionar permanecer com uma particular rota de processamento.

Nos processos de infusão de resina conhecidos, materiais de reforço de fibra unidirecionais (UD), que são sujeitos à infusão de resina, podem ser costurados ou ligados em um formato de tecido para fornecer uma fibra manuseável para colocar dentro do molde. Entretanto, este expediente adicionar custo de manufatura e diminui as propriedades do laminado resultante compósito. Em formas de realização da presente invenção, entretanto, o uso de um pré-impregnado unidirecional (UD) é de custo eficaz, porque a resina do pré-impregnado mantém o alinhamento da fibra e assim o método pode usar os precursores de fibra de mais baixo custo, em quanto fornecem propriedades de nível elevado no laminado compósito resultante. Por exemplo, a fim de fabricar um envoltório de pá de turbina, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, as pilhas UD pré-pregueadas pré-consolidadas são intercaladas com reforços de tecido de eixo geométrico deslocado. Os reforços secos são então infundidos com resina líquida. A combinação de aquecer o molde e reação exotérmica da resina líquida é suficiente para elevar o calor do laminado para ativar a cura da resina do material UD pré-impregnado. Este material UD então é bastante espesso e reativo para gerar mais calor através de uma cura exotérmica, para rapidamente curar sem necessidade de elevada entrada de calor. Isto provê a vantagem técnica de que moldes resistentes a temperatura mais baixa e de mais baixo custo podem ser utilizados para curar as porções laminadas compósitas.

A presente invenção é ilustrada ainda no seguinte Exemplo não limitativo.

Exemplo 1

5 Foi provido um molde tendo uma superfície de molde como mostrado na Figura 1. Um agente de liberação padrão foi aplicado à superfície de molde.

Neste Exemplo, a camada de revestimento de superfície compreendeu uma resina epóxi. O material de resina da camada de revestimento de superfície tinha uma viscosidade de $0,1 \times 10^5$ Pa.s, medida a 10 20 °C, em particular um valor de $1,02 \times 10^5$ Pa.s, medido a 20 °C.

Esta camada foi suprida em um peso de 200 g por metro quadrado. Entretanto, o peso alternativo de 250 g por metro quadrado pode ser empregado. Em um ou outro caso a espessura da camada de revestimento de superfície é de 100 a 400 microns.

15 Como mostrado na Figura 1, um primeiro segmento de camada de revestimento de superfície 106 (200 g material, 530 x 250 mm) foi colocado dentro do molde. Um segundo segmento de camada de revestimento de superfície 206 (200 g material, 530 x 250 mm) foi então colocado dentro do molde com uma sobreposição de 35 mm sobre a borda de 530 mm do primeiro segmento de camada de revestimento de superfície anterior 106 na 20 direção da largura do molde, como mostrado na Figura 1. Um segmento de camada de revestimento de superfície adjacente 406 (200 g material, 530 x 250 nm) foi colocada rente com a extremidade da primeira camada de revestimento de superfície na direção do comprimento do molde, como 25 mostrado na Figura 2. Outros segmentos de camada de revestimento de superfície foram aplicados usando-se a configuração de sobreposição repetida, como mostrado na Figura 1, até a largura do molde ser coberta. Em seguida, mais segmentos de camada de revestimento de superfície foram aplicados usando-se a configuração nivelada de contato, até o comprimento

do molde ser coberto, como mostrado na Figura 2.

A inteira superfície de molde foi portanto coberta com uma camada de revestimento de superfície contínua na forma segmentada.

5 A camada estrutural seca foi então aplicada sobre a camada de revestimento de superfície. Um segmento de camada de reforço de tecido seco 103, que tinha fibras biaxialmente orientadas, foi colocado sobre o primeiro segmento de camada de revestimento de superfície 106, rente com o lado de borda do molde e rente com a borda da segunda borda sobrepondo-se do segmento de camada de revestimento de superfície 206. Em seguida um
10 segmento de camada de reforço de tecido 102, que tinha fibras uniaxialmente orientadas (isto é, unidirecionais (UD)), foi colocado sobre o segmento de camada anterior do reforço 103, rente com o lado de borda do molde e sobrepondo-se a sobreposição do segmento de camada de revestimento de superfície 206. As bordas de segmento foram alinhadas com as bordas do
15 segmento de camada de revestimento de superfície 106, como mostrado na Figura 3. Em seguida, outro segmento de camada de reforço de tecido seco 203 foi colocado com uma borda alinhada com a borda da camada sobrepondo-se do segmento de camada de revestimento de superfície 206 subjacente e a outra borda em nível com a próxima borda sobrepondo-se do
20 segmento de camada de revestimento de superfície 306. Outra camada de reforço de tecido seco foi colocada com ambas as bordas alinhadas com as bordas do segmento de camada de revestimento de superfície 206 subjacente, como mostrado na Figura 3. Estas etapas foram repetidas até a largura do molde ser coberta com a primeira camada de reforço de fibra estrutural.

25 Outros segmentos de camada do tecido reforçado 102 e 103 foram colocados ao longo do comprimento do molde com as bordas em nível, ou alinhados com o segmento de camada de revestimento de superfície 106. Estas etapas foram repetidas até o comprimento do molde ser coberto, como mostrado na Figura 4.

Um sistema de infusão de resina foi conectado e o molde foi coberto com uma camada de casca, uma camada de película de liberação, uma camada de malha de infusão e uma camada de saco de vácuo.

5 A inteira conjunto do molde foi colocada sob vácuo total para desavolumamento, que foi realizada por 10 minutos em temperatura ambiente.

10 Em seguida a inteira conjunto de molde foi submetida a condicionamento em uma temperatura mais elevada, para remover o ar aprisionado restante e amolecer a película de resina de revestimento de superfície. A temperatura elevada era de 50 °C por um período de condicionamento de 1 hora.

15 Em seguida, a infusão de resina foi realizada. Um diferencial de pressão através do comprimento do molde foi estabelecido por controle do vácuo e o diferencial de pressão foi usado para alimentação por infusão um composto resinoso dentro da estrutura laminada da superfície de molde, para cobrir o reforço fibroso. A resina estrutural era uma resina epóxi, disponível no comércio do requerente Gurit (UK) Limited, sob o nome comercial resina Prime 20LV, com a adição de endurecedor lento Prime 20.

20 A resina estrutural tinha uma viscosidade de 0,2 a 2 Pa.s, pedida a 20 °C, em particular um valor de 0,38 Pa.s, medido a 20 °C.

25 A infusão foi realizada em um forno em uma temperatura elevada de 50 °C. Após completo revestimento das fibras secas de camada estrutural, a alimentação do composto resinoso dentro do laminado foi terminada. O diferencial de pressão foi mantido e o material resinoso permitido endurecer e curar. O período de cura foi de 15 h em uma temperatura de 90 °C.

O laminado foi finalmente removido do molde após esfriamento.

Foi constatado que o compósito resultante estava livre de

defeitos de superfície na despeça moldada.

A presente invenção não é limitada ao exemplo precedente e formas de realização ilustradas. Será evidente para aqueles hábeis na arte que várias modificações na presente invenção podem ser feita sem desvio do escopo da presente invenção, como definida nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricar uma peça moldada compósita reforçado por fibra, dito método caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

5 dispor uma camada de revestimento de superfície em uma porção de uma superfície de molde, a camada de revestimento de superfície compreendendo um primeiro material de resina e sendo na forma de pelo menos uma folha sólida;

10 dispor pelo menos uma camada de material de reforço fibroso sobre a camada de revestimento de superfície, para prover, sobre a porção da superfície de molde, um conjunto da camada de revestimento de superfície e uma camada estrutural compreendendo a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso;

 aplicar um vácuo ao conjunto;

15 infundir um segundo material de resina escoável, sob o vácuo, dentro da pelo menos uma camada de material de reforço fibroso; e

 curar os primeiro e segundo materiais de resina para formar a peça moldada compósita reforçada por fibra, que compreende uma porção de superfície formada da camada de revestimento de superfície laminada em uma
20 porção estrutural formada da pelo menos uma camada de material de reforço fibroso e do segundo material resinoso.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso compreender material de reforço fibroso seco.

25 3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a camada de revestimento de superfície compreender uma pluralidade de segmentos de camada de revestimento de superfície montados juntos para formar uma camada de revestimento de superfície contínua.

4. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo

fato de cada segmento de camada de revestimento de superfície ter pelo menos uma sua borda parcialmente sobreposta a um segmento de camada de revestimento de superfície adjacente.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de a sobreposição entre os segmentos de camada de revestimento de superfície adjacentes ter uma largura de 10 a 75 mm.

6. Método de acordo com a reivindicação 4 ou 5, caracterizado pelo fato de os segmentos de camada de revestimento de superfície sobrepor-se a bordas opostas.

10 7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso da camada de revestimento de superfície ter uma espessura de 100 a 300 microns.

15 8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso da camada de revestimento de superfície ter uma espessura de peso aplicada de 100 a 400 gramas por metro quadrado (g/m^2).

20 9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso da camada de revestimento de superfície ser apoiado em um veículo de um material em folha.

10. Método de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície ter um peso de 10 a 90 g/m^2 .

25 11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície ter um peso de 20 a 50 g/m^2 .

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 9 a 11, caracterizado pelo fato de o material em folha da camada

de revestimento de superfície compreender um material polimérico ou de tecido grosso de vidro.

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície compreender um material de tecido grosso de poliéster.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície compreender um material de tecido grosso ligado por fiação de poliéster.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 9 a 14, caracterizado pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície ser localizado na ou próximo a uma primeira superfície da camada de revestimento de superfície.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de a primeira face da camada de revestimento de superfície ser remota da superfície de molde na etapa de dispor (a), de modo que a maior porção do material de primeira resina fique entre o material em folha e a superfície de molde.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso compreender uma pluralidade de segmentos de material de reforço fibroso montados juntos para formar pelo menos uma camada de material de reforço fibroso contínua.

18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de cada segmento de material de reforço fibroso ter pelo menos uma sua borda que parcialmente se sobrepõe a um segmento de material de reforço fibroso adjacente.

19. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de a sobreposição entre segmentos de material de reforço fibroso adjacentes ter uma largura de 10 a 75 mm.

20. Método de acordo com a reivindicação 18 ou 19, caracterizado pelo fato de os segmentos de camada de revestimento de superfície sobreporem-se na bordas opostas.

21. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso compreender uma pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso.

22. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de pelo menos uma da pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso compreender fibras orientadas.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de pelo menos uma da pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso compreender fibras orientadas tendo uma primeira orientação e pelo menos uma da pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso compreender fibras orientadas tendo uma segunda orientação.

24. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o material de reforço fibroso compreender fibras de vidro.

25. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de compreender ainda a etapa de:

dispor pelo menos um corpo de núcleo sobre o material de reforço fibroso antes de aplicar um vácuo ao conjunto, por meio do que o corpo de núcleo é incorporado no laminado compósito.

26. Método de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de o corpo de núcleo compreender um material de espuma.

27. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso e o segundo material resinoso curarem pelo menos parcial e simultaneamente na

etapa de cura (e).

28. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso e o segundo material resinoso terem diferentes viscosidades.

5 29. Método de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso ter uma viscosidade mais elevada do que aquela do segundo material resinoso em temperatura ambiente (20 graus Centígrados).

10 30. Método de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a relação da viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, do primeiro material resinoso e do segundo material resinoso ser de pelo menos 100/1.

15 31. Método de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de a relação da viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, do primeiro material resinoso e do segundo material resinoso ser de pelo menos 1000/1.

20 32. Método de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de a relação de viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, do primeiro material resinoso e do segundo material resinoso ser de pelo menos 10.000/1.

33. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 28 a 32, caracterizado pelo fato de na etapa de curar (e) o segundo material resinoso ser adaptado para iniciar a cura antes do primeiro material resinoso.

25 34. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 28 a 33, caracterizado pelo fato de a etapa de curar (e) ser realizada em uma temperatura elevada acima da temperatura ambiente.

35. Método de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de a etapa de curar (e) ser realizada em uma temperatura de 40 a 90

°C.

36. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 28 a 35, caracterizado pelo fato de na etapa de curar (e) a reação de cura do segundo material resinoso ser exotérmica, o que gera calor que
5 acelera a cura do primeiro material resinoso.

37. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso e o segundo material resinoso serem resinas epóxi termocuráveis.

38. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações
10 precedentes, caracterizado pelo fato de a camada de revestimento de superfície ser previamente afixada a uma camada do material de reforço fibroso, por meio do que a camada de revestimento de superfície e pelo menos uma camada de material de reforço fibroso serem dispostas em uma porção de uma superfície de molde em uma etapa comum.

15 39. Método de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de a camada de revestimento de superfície ser previamente afixada a uma camada de material de reforço fibroso por um agente de pegajosidade.

40. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o primeiro material resinoso da
20 camada de revestimento de superfície ter uma viscosidade de $0,1 \times 10^5$ a 5×10^5 Pa.s, medida a 20 °C.

41. Método de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de a porção da superfície de molde sobre a qual a camada de revestimento de superfície é disposta ter uma temperatura na etapa (a)
25 aproximadamente na temperatura ambiente e o primeiro material resinoso da camada de revestimento de superfície aderir diretamente à porção da superfície de molde.

42. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o segundo material resinoso ter uma

viscosidade de 0,1 a 2 Pa.s medida a 20 °C.

43. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de o segundo material resinoso ter uma viscosidade de 0,1 a 0,6 Pa.s, medida a 20 °C.

5 44. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de compreender ainda a etapa de prover uma camada de pré-impregnação dentro ou adjacente a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso sobre a camada de revestimento de superfície.

10 45. Método de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de a camada de pré-impregnação compreender fibras unidirecionais e uma camada de um terceiro material resinoso.

15 46. Peça moldada compósita reforçada por fibra, caracterizada pelo fato de compreender uma porção de superfície laminada em uma porção estrutural, a porção de superfície formada de uma camada de revestimento de superfície compreendendo uma pluralidade de segmentos de camada de revestimento de superfície moldados juntos, para formar uma camada de revestimento de superfície contínua, a camada de revestimento de superfície compreendendo um primeiro material resinoso curado, apoiado sobre um
20 veículo de uma material em folha e a porção estrutural sendo formada de pelo menos uma camada de material de reforço fibroso e um segundo material resinoso curado, os primeiro e segundo materiais resinosos tendo respectivas composições, de modo que a viscosidade do primeiro material resinoso não curado seja mais elevada do que a viscosidade do segundo material resinoso
25 não curado.

47. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 46, caracterizada pelo fato de a relação da viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, do primeiro material resinoso e do segundo material resinoso ser de pelo menos 100/1.

48. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 47, caracterizada pelo fato de a relação de viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, do primeiro material resinoso e do segundo material resinoso ser de pelo menos 1000/l.

5 49. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 48, caracterizada pelo fato de a relação da viscosidade, medida em temperatura ambiente de 20 °C, do primeiro material resinoso e do segundo material resinoso ser de pelo menos 10.000/l.

10 50. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 49, caracterizada pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície ser localizado mais próximo de uma interface entre a porção de superfície e a porção estrutural do que uma superfície exposta oposta da porção de superfície.

15 51. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 50, caracterizada pelo fato de cada segmento de camada de revestimento de superfície ter pelo menos uma sua borda que parcialmente sobrepõe-se a um segmento de camada de revestimento de superfície adjacente.

20 52. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 51, caracterizada pelo fato de a sobreposição entre os segmentos de camada de revestimento de superfície adjacentes ter uma largura de 10 a 75 mm.

25 53. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 52, caracterizada pelo fato de a sobreposição entre os segmentos de camada de revestimento de superfície adjacentes ter uma largura de 20 a 40 mm.

54. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 52 ou 53, caracterizada pelo fato de os segmentos de

camada de revestimento de superfície sobrepostas.

55. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 54, caracterizada pelo fato de o primeiro material resinoso da camada de revestimento de superfície ter uma espessura de 100 a 300 microns.

56. Peça moldada compósita reforçada de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 55, caracterizada pelo fato de o primeiro material resinoso da camada de revestimento de superfície ter um peso de 100 a 400 gramas por metro quadrado (g/m^2).

57. Peça moldada compósita reforçada de fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 56, caracterizada pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície ter um peso de 10 a 90 g/m^2 .

58. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 57, caracterizada pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície ter um peso de 20 a 50 g/m^2 .

59. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 58, caracterizada pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície compreender um material de tecido grosso polimérico ou vidro.

60. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 59, caracterizada pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície compreender um material de tecido grosso de poliéster.

61. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 60, caracterizada pelo fato de o material em folha da camada de revestimento de superfície compreender um material de tecido grosso ligado por fiação de poliéster.

62. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo

com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 61, caracterizada pelo fato de a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso compreender uma pluralidade de segmentos de material de reforço fibroso moldados juntos para formar pelo menos uma camada de material de reforço fibroso contínua.

5 63. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 62, caracterizada pelo fato de cada segmento de material de reforço fibroso ter pelo menos uma sua borda que parcialmente sobrepõe um segmento de material de reforço fibroso adjacente.

10 64. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 63, caracterizada pelo fato de a sobreposição entre os segmentos de material de reforço fibroso adjacentes ter uma largura de 10 a 75 mm.

15 65. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 64, caracterizada pelo fato de a sobreposição entre os segmentos de material de reforço fibroso adjacentes ter uma largura de 20 a 40 mm.

 66. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 64 ou 65, caracterizada pelo fato de os segmentos de camada de revestimento de superfície sobreporem-se às bordas opostas

20 67. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 46 a 66, caracterizada pelo fato de a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso compreender uma pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso.

25 68. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 67, caracterizada pelo fato de pelo menos uma da pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso compreender fibras orientadas.

 69. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com a reivindicação 68, caracterizada pelo fato de pelo menos uma da

pluralidade de camadas empilhadas de material de reforço fibroso compreender fibras orientadas tendo uma primeira orientação e pelo menos uma da pluralidade de camadas empilhadas do material de reforço fibroso compreender fibras orientadas tendo uma segunda orientação.

5 70. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 46 a 69, caracterizada pelo fato o material de reforço fibroso compreender fibras de vidro.

10 71. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações 46 a 70, caracterizada pelo fato de compreender pelo menos um corpo de núcleo integralmente moldado sobre o material de reforço fibroso.

15 72. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 71, caracterizada pelo fato de o primeiro material resinoso e o segundo material resinoso serem co-curados e integralmente ligados.

73. Peça moldada compósita reforçada por fibra de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes 46 a 72, caracterizada pelo fato de o primeiro material resinoso e o segundo material resinoso serem resinas epóxi termocuráveis.

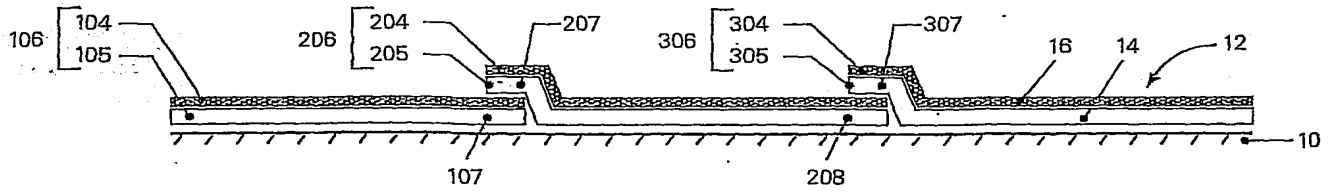


Figura 1

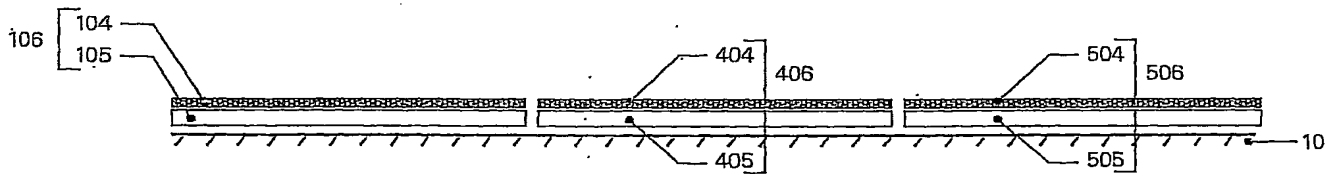


Figura 2

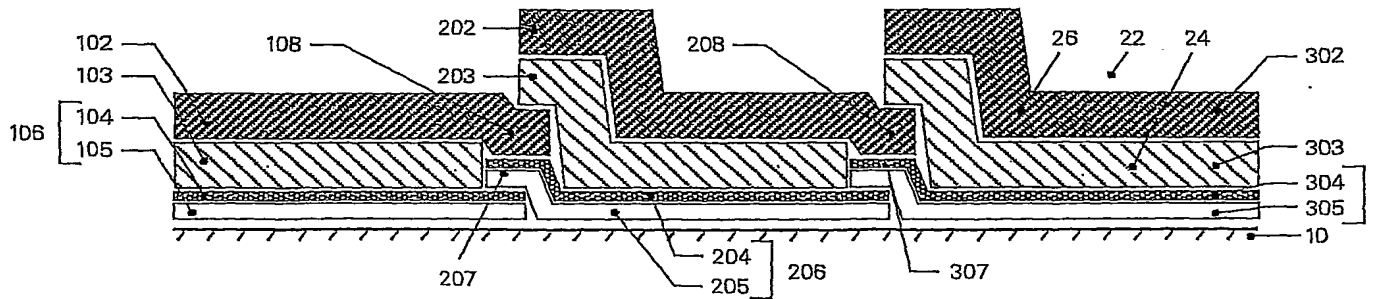


Figura 3

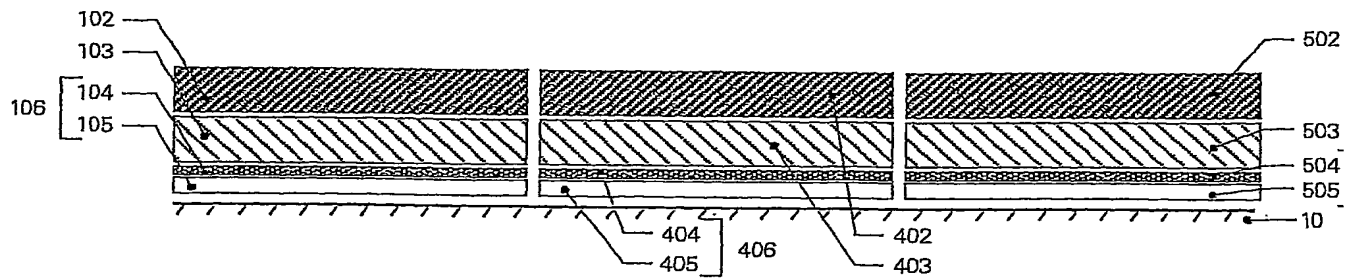


Figura 4

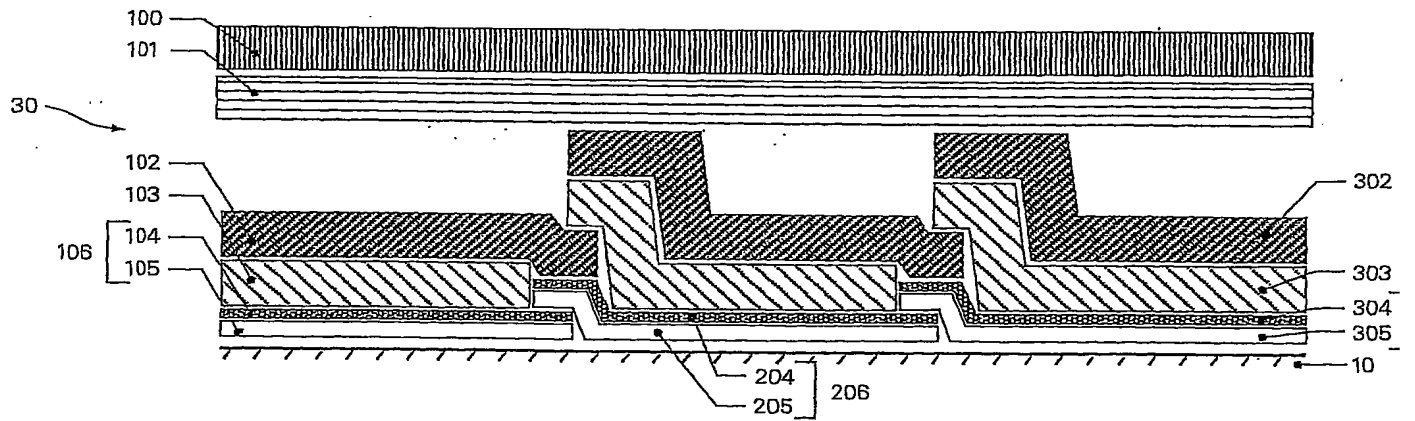


Figura 5

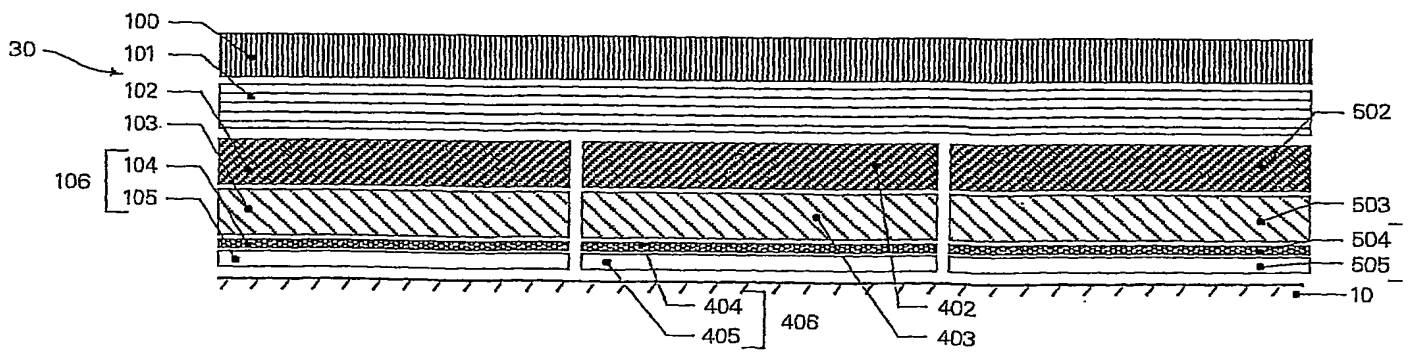


Figura 6

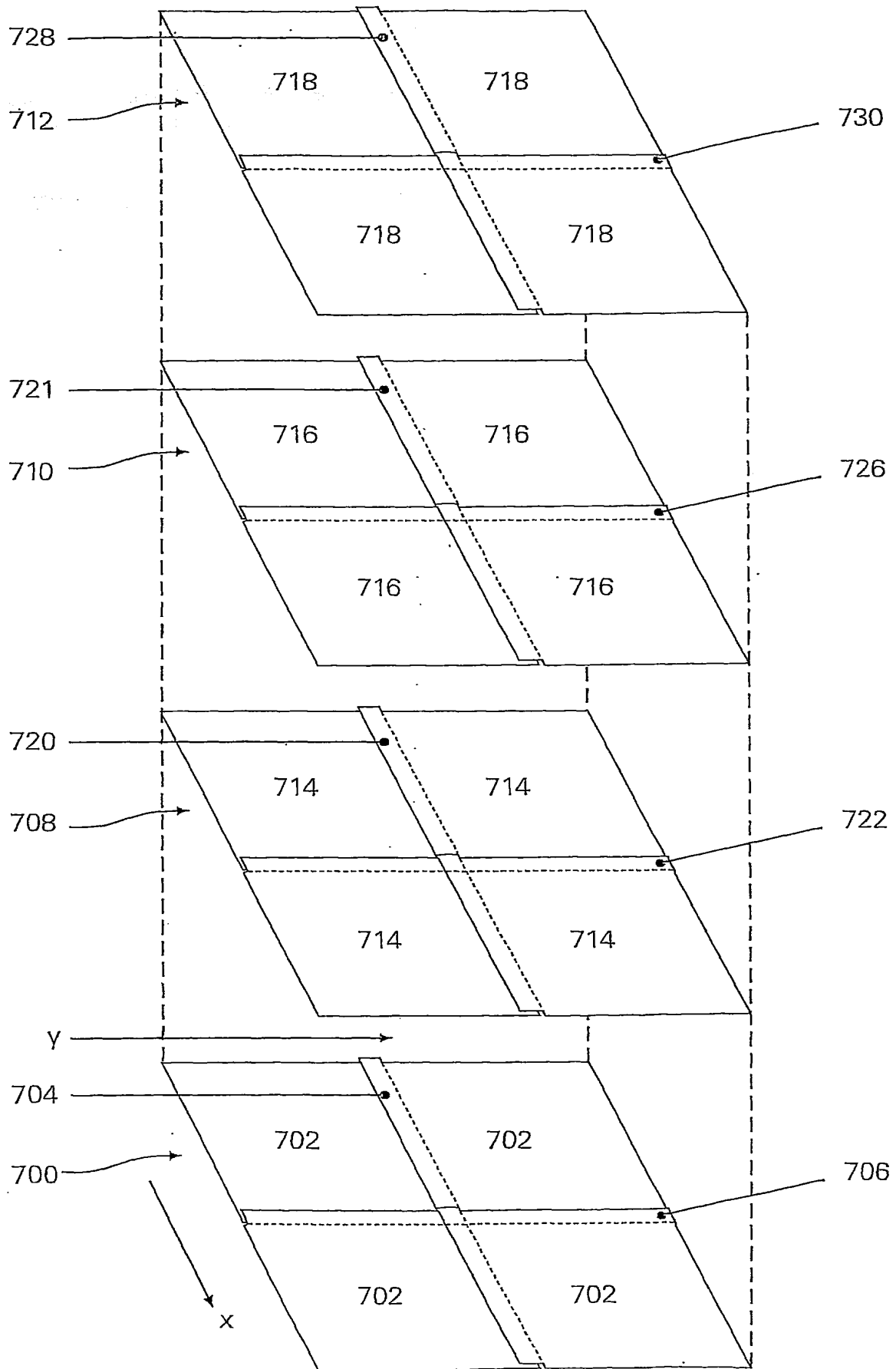


Figura 7

RESUMO

“MÉTODO PARA FABRICAR UMA PEÇA MOLDADA COMPÓSITA REFORÇADO POR FIBRA, E, PEÇA MOLDADA COMPÓSITA REFORÇADA POR FIBRA”

5 A presente invenção provê um método para fabricar uma peça moldada compósita reforçada por fibra, o método compreendendo as etapas de: (a) dispor uma camada de revestimento (12) sobre uma porção de uma superfície de molde (10), a camada de revestimento compreendendo um primeiro material resinoso (14) e sendo na forma de pelo menos uma folha
10 sólida; (b) dispor pelo menos uma camada de material de reforço fibroso (24, 26) sobre a camada de revestimento, para prover, na porção da superfície de molde, um conjunto da camada de revestimento e uma camada estrutural (22) compreendendo a pelo menos uma camada de material de reforço fibroso; (c) aplicar um vácuo ao conjunto; (d) infundir um segundo material resinoso
15 escoável, sob o vácuo, dentro da pelo menos uma camada de material de reforço fibroso; e (e) curar os primeiro e segundo materiais resinosos para formar a peça moldada compósita reforçada por fibra, que compreende uma porção de superfície formada da camada de revestimento laminada em uma porção estrutural formada da pelo menos uma camada de material de reforço
20 fibroso e do segundo material resinoso.