



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

(21) PI 0722048-0 A2



(22) Data de Depósito: 06/12/2007
(43) Data da Publicação: 05/08/2014
(RPI 2274)

(51) Int.Cl.:
C25D 1/00
C23C 4/08
C23C 4/18
C23C 24/08

(54) Título: MÉTODO PARA FIXAR UM REVESTIMENTO METÁLICO A UM MATERIAL COMPÓSITO À BASE DE RESINA; MÉTODO PARA FABRICAR UM COMPÓSITO; E COMPÓSITO QUE COMPREENDE UM MATERIAL COMPÓSITO RESINOSO COM UM REVESTIMENTO METÁLICO SOBRE UMA SUPERFÍCIE OU PARTE DE SUPERFÍCIE DESSE

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 14/12/2006 UK 0624906.4,
19/01/2007 US 60/885,668

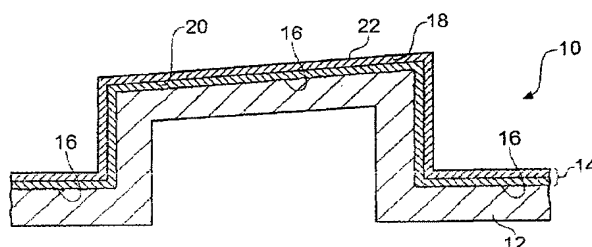
(73) Titular(es): Advanced Composites Group Limited

(72) Inventor(es): Mark Raymond Steele, THOMAS JOSEPH CORDON

(74) Procurador(es): Araripe & Associados

(86) Pedido Internacional: PCT GB2007004684 de
06/12/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/071922 de
19/06/2008



“MÉTODO PARA FIXAR UM REVESTIMENTO METÁLICO A UM MATERIAL COMPÓSITO À BASE DE RESINA; MÉTODO PARA FABRICAR UM COMPÓSITO; E COMPÓSITO QUE COMPREENDE UM MATERIAL COMPÓSITO RESINOSO COM UM REVESTIMENTO METÁLICO SOBRE UMA
5 **SUPERFÍCIE OU PARTE DE SUPERFÍCIE DESSE”.**

A presente invenção refere-se ao revestimento metálico de materiais compósitos, particularmente, porém não exclusivamente, à aplicação de revestimentos metálicos a materiais compósitos à base de resina e produto feitos a partir desses.

10 Os compósitos à base de resina, em particular, compósitos de resina reforçados com fibra possuem muitas propriedades e características vantajosas conhecidas que permitem que esses e os produtos feitos a partir desses encontrem aplicações em diversas indústrias.

Também há muitas aplicações de tais materiais e produtos que
15 poderiam tirar vantagem ou requerer uma superfície ou revestimento metálico, particularmente um revestimento metálico duro, sobre o material compósito. Por exemplo, ferramentas e moldes para uso na fabricação de componentes, inclusive componentes compósitos adicionais, poderiam ser mais duradouros e mais resistentes com um revestimento metálico, particularmente sobre a(s) superfície(s)
20 da ferramenta ou molde. As lâminas de turbina a gás e hélices de helicóptero compósitas poderiam ter características de desgaste e erosão aprimoradas, rolos de impressão poderiam ser feitos com as vantagens do peso leve e dureza do compósito e complementado com precisão aumentada e melhores propriedades de uso de uma superfície de impressão metálica. Carneiros hidráulicos compósitos
25 poderiam tirar vantagem do peso leve e características de alta resistência do compósito combinadas com a superfície metálica dura para a vedação hidráulica. Pratos refletores compósitos, espelhos terrestres, espelhos espaciais são outros exemplos, dentre outros.

Para muitas aplicações, é importante que o revestimento metálico
30 seja fixado com segurança ao material compósito. Em algumas aplicações, forças

de cisalhamento consideráveis que podem ser experimentadas podem atuar para tentar cisalhar ou rasgar o revestimento metálico do compósito. Nas mesmas aplicações ou em outras, tensões térmicas que podem ser experimentadas tendem a atuar para enfraquecer a fixação de tal revestimento a um corpo compósito.

- 5 Dentro desse relatório descritivo o termo “revestimento” se refere a uma camada ou outra forma para cobrir algumas ou todas entre uma ou mais superfícies.

De acordo com a presente invenção, proporciona-se um método para fixar um revestimento metálico a um material compósito à base de resina, sendo que o método compreende formar uma estrutura de encaixe sobre uma pré-forma galvanizada metálica para fornecer um revestimento unindo o revestimento e o material compósito um ao outro e submetendo-os a condições de modo a fazer com que o material compósito e a estrutura de encaixe se liguem.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, proporciona-se um método para fabricar um compósito, sendo que o método compreende prender uma pré-forma a um material compósito curável ao fornecer uma estrutura de encaixe sobre a pré-forma galvanizada à qual o material compósito curável se liga, particularmente quando curado.

De preferência, a estrutura de encaixe é aplicada à pré-forma galvanizada metálica, e é diretamente aplicada para ser fixada com segurança a essa.

De preferência, a estrutura de encaixe é metálica e é, de preferência, unida à pré-forma galvanizada durante a formação.

A estrutura de encaixe pode ser construída sobre a pré-forma e é, de preferência, formada ao aspergir o material metálico sobre a pré-forma galvanizada metálica, de preferência, utilizando uma técnica de aspersão térmica.

A estrutura de encaixe pode ser formada utilizando uma ou mais técnicas de Oxidocombustível de Alta Velocidade (HVOF), Arco, plasma e/ou aspersão a frio.

A estrutura de encaixe pode compreender um ou mais entre liga de níquel-ferro, alumínio, liga de alumínio, invar, ferro, aço, níquel, cobre, titânio e

ligas de qualquer um ou mais desses. De preferência, a estrutura de encaixe é formada a partir do material selecionado para possuir um coeficiente de expansão térmica igual ou similar àquele do material compósito e, de preferência, a pré-forma galvanizada. Isso irá ajudar a impedir a delaminação ou enfraquecimento da
5 fixação entre essas durante quaisquer alterações térmicas, que podem ocorrer durante o processamento e/ou uso.

De preferência, a estrutura de encaixe possui uma arquitetura áspera, de preferência, pelo menos parcialmente aberta, proporcionando interstícios dentro dos quais a resina do material compósito pode ficar localizada para se ligar e
10 fornecer uma fixação segura.

De preferência, a pré-forma galvanizada é formada utilizando técnicas de galvanização convencionais. A pré-forma pode ser diretamente formada sobre uma ferramenta, padrão ou molde para adaptar uma ou mais superfícies dessa a um formato predeterminado. Um agente de liberação pode ser aplicado à
15 ferramenta, padrão ou molde antes da galvanização para facilitar a remoção do revestimento desse.

A estrutura de encaixe é, de preferência, aplicada à pré-forma galvanizada *in situ* sobre a ferramenta, padrão ou molde. A pré-forma galvanizada pode ser formada a partir de um ou mais entre liga de níquel, liga de ferro, invar, cobre, níquel, ouro, cromo e ligas de qualquer um ou mais entre esses.
20

De preferência, o material compósito compreende um material resinoso curável, que quando submetido a condições apropriadas, tais como, condições de temperatura e/ou pressão elevada, migra para dentro dos interstícios da estrutura de encaixe onde o material resinoso é curado, de preferência, a uma
25 condição não-fluxível e, de preferência, dura, para ligar e fixar com segurança o revestimento ao material compósito. O material resinoso é, de preferência, uma resina termofixa ou uma mistura de resinas.

O material compósito pode compreender um compósito reforçado com fibra, que compreende, por exemplo, um ou mais entre vidro, aramida, carbono, Kevlar, fibras naturais, cerâmica e qualquer outra fibra de reforço
30

adequada. O material compósito pode compreender um pré-impregnado ou pré-forma compósita de qualquer tipo e conformação conhecido e pode estar sob a forma de um laminado de uma única camada ou de múltiplas camadas.

De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção,
5 proporciona-se um compósito que compreende um material compósito com um revestimento metálico sobre uma superfície ou parte de superfície desse, sendo que o compósito é formado como descrito em qualquer um dos treze parágrafos anteriores.

De acordo com um quarto aspecto da presente invenção proporciona-
10 se um compósito que compreende um material compósito resinoso com um revestimento metálico sobre uma superfície ou parte de superfície desse, sendo que revestimento metálico compreende uma pré-forma externa formada por galvanização e uma estrutura de encaixe sobre a camada galvanizada à qual o material compósito se liga.

15 As modalidades preferidas da presente invenção serão descritas agora apenas a título de exemplo, com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

A Figura 1 é uma representação esquemática de um método de acordo com a presente invenção;

20 A Figura 2 é uma imagem em corte transversal de microscópio óptico de um compósito de acordo com a presente invenção;

A Figura 3 é uma vista ampliada da área III da Figura 2;

A Figura 4 é um corte transversal diagramático de um compósito de acordo com a presente invenção; e

25 A Figura 5 é um corte transversal diagramático do compósito da Figura 4 durante a cura sobre uma ferramenta. Essa invenção se refere a métodos para fornecer um revestimento metálico ou superfície sobre um material compósito à base de resina, métodos para formar compósitos, e compósitos e outros produtos formados a partir desses.

Com referência à Figura 1, proporciona-se um método para fabricar um compósito e para prender um revestimento metálico a um material compósito à base de resina, que compreende a obtenção de uma estrutura de encaixe sobre uma pré-forma galvanizada metálica e unir a estrutura de encaixe e o material compósito sob condições para fazer com que o material compósito e a estrutura de encaixe se liguem.

A invenção também proporciona um compósito 10 (veja particularmente Figura 4) que compreende um material compósito à base de resina 12 com um revestimento metálico 14 sobre uma superfície, ou parte da superfície 16 desse, sendo que o revestimento metálico 14 compreende uma pré-forma galvanizada externa, nessa modalidade sob a forma de uma camada 18, e uma estrutura de encaixe interna 20 que fica localizada geralmente entre a dita pré-forma galvanizada 18 e o material compósito 12 para fornecer a fixação da pré-forma galvanizada 18 sobre o material compósito 12.

A invenção também fornece um compósito que possui um revestimento metálico 14, formado como descrito aqui de acordo com a metodologia da presente invenção.

A presente invenção encontra aplicação particular na obtenção de um revestimento metálico ou superfície em materiais compósitos à base de resina termofixa que compreende uma resina ou uma mistura de resinas que se adapta a um estado geralmente rígido não-fluxível após a cura. Essas incluem, porém sem caráter limitativo, qualquer um ou mais entre resinas epóxi fenol novolac, epóxi novolac, epóxi cresol novolac, epóxios, epóxi bisfenol A, epóxi bisfenol F, resinas multifuncionais, resinas epóxi multifuncionais, fenólicos, ésteres cianato, BMIs, poliésteres. Materiais termoplásticos podem ser usados. Tais materiais resinosos, particularmente quando reforçados com materiais fibrosos de reforço, tais como, vidro, aramida, Kevlar e/ou carbono, possuem propriedades e características bem compreendidas e documentadas que fornecem vantagens particulares e aplicação benéfica em algumas indústrias. Outras fibras podem ser, naturalmente, suadas dentro do escopo da presente invenção.

A capacidade de fornecer uma superfície ou revestimento metálico fixado com segurança a tais compósitos permite que esses sejam usados em aplicações adicionais, algumas das quais foram descritas anteriormente.

5 É geralmente importante que a superfície ou revestimento metálico seja fixado com segurança ao material compósito resinoso, como em muitas aplicações a interface entre esses é submetida a forças intensas de cisalhamento e/ou outras forças ou condições que atuam para tentar desacoplar ou delaminar. A obtenção da estrutura de encaixe de acordo com a presente invenção é que fornece o encaixe e fixação segura do revestimento metálico 14 e material
10 compósito 12, como será descrito agora.

A pré-forma ou camada galvanizada 18, primeiro de tudo, é formada utilizando técnicas de galvanização conhecidas. Geralmente é o caso onde a camada galvanizada 18 irá formar a superfície de trabalho do compósito 10, se, conforme a superfície acabada de um produto ou componente, ou conforme uma
15 superfície de molde ou ferramenta o compósito 10 for usado como um molde ou ferramenta sobre a qual outros produtos serão formados.

A camada galvanizada 18 é, de preferência, formada diretamente sobre uma superfície usinada ou, de outro modo, precisamente perfilada 19 de uma ferramenta ou padrão (como mostrado na Figura 5 e conforme será descrito
20 adiante), e então irá se conformar precisamente ao perfil desejado, com pouca ou nenhuma porosidade inerente. Isso significa que a camada galvanizada 18 não só fornece uma superfície externa de alta qualidade e precisamente perfilada 22, como também atua para impedir que a resina do material compósito 12 se mova completamente através do revestimento metálico de modo a surgir sobre a
25 superfície acabada externa. A galvanização também é um processo relativamente suave que não requer alta temperatura ou outras condições que poderiam afetar de maneira prejudicial a ferramenta ou padrões feitos de materiais compósitos ou outros materiais sensíveis à temperatura ou relativamente macios.

Se requerido, um agente de liberação pode ser aplicado à superfície do molde ou ferramenta antes da galvanização, para facilitar a remoção subsequente do compósito como descrito a seguir.

Uma vez que a camada galvanizada 18 é formada, então a estrutura de encaixe 20 é formada sobre o lado da camada galvanizada à qual o material compósito 12 será fixado.

Contempla-se que geralmente é útil formar a estrutura de encaixe 20 sobre a camada galvanizada 18 enquanto a camada galvanizada 18 permanece na posição sobre a superfície da ferramenta ou padrão sobre a qual essa foi pré-formada. A formação do revestimento metálico 14 reduz, dessa maneira, quaisquer dificuldades de depósito irregular de material tanto na camada galvanizada 18 como na estrutura de encaixe 20 de afetar de maneira prejudicial a superfície externa 22.

A estrutura de encaixe 20 é aplicada à camada galvanizada 18 pela aspersão térmica de material metálico diretamente sobre a camada galvanizada 18.

Há diversas técnicas conhecidas para aspergir o material metálico, tais como, técnicas de Oxidocombustível de Alta Velocidade (HVOF), Arco, plasma e aspersão a frio. Qualquer uma dessas, tanto separadas como em combinação, ou, de fato, quaisquer outras técnicas adequadas para aspergir o material metálico, podem ser usadas.

A natureza dessas técnicas geralmente envolve induzir as gotas fundidas de metal que, nesse caso, envolve induzi-las a se fundir com a camada galvanizada metálica 18. Essas técnicas resultam na estrutura de encaixe 20 que se fixa fortemente à camada galvanizada 18.

Por exemplo, Oxidocombustível de Alta Velocidade envolve aquecer um pó de metal em um fluxo de gás de alta temperatura que resulta na produção de gotas fundidas ou metálicas que são aspergidas sobre a superfície galvanizada.

A aspersão de arco envolve aquecer um fio de metal entre dois eletrodos e as gotas fundidas aceleradas sobre a superfície. Oxidocombustível de

Alta Velocidade geralmente fornece um revestimento mais denso com gotas mais finas do que por aspersão de Arco, porém a aspersão de Arco pode depositar mais material mais rapidamente e é geralmente um processo de temperatura mais baixa.

5 Essas técnicas resultam na formação de uma estrutura de encaixe 20, que possui uma arquitetura áspera e exposta que poderia ser descrita como possuindo uma estrutura pelo menos parcialmente aberta proporcionando espaços e interstícios para encaixe do material compósito, conforme será descrito.

10 Uma vez que a estrutura de encaixe 20 foi formada, e geralmente deixada esfriar suficientemente, então o material compósito à base de resina 12 pode ser diretamente laminado sobre a superfície exposta e áspera da camada de encaixe 20.

15 O material compósito 12, como anteriormente indicado, pode assumir a forma de qualquer material compósito resinoso conhecido, e mais particularmente materiais à base de resina termofixa. O material pode ser um material reforçado com fibras, pré-impregnados, pré-formas, laminados, etc.

20 O material compósito 12 é aplicado em uma condição não-curada ou parcialmente curada. O material 12, uma vez apropriadamente laminado sobre a estrutura de encaixe 20 é, então, submetido a condições para curar ou curar parcialmente o material sobre o revestimento metálico 14.

A Figura 5 mostra um corte transversal diagramático de um compósito 10, localizado sobre uma ferramenta 24, sob uma disposição de saco a vácuo 26, de acordo com técnicas de cura conhecidas e consolidação de materiais compósitos à base de resina.

25 Condições de temperatura elevada podem ser proporcionadas, novamente de acordo com técnicas conhecidas.

30 Consequentemente, durante a cura do material compósito 12, a resina desse se move para acomodar alguns, e de preferência, a maioria, senão todos os espaços e interstícios da estrutura de encaixe 20. Geralmente, durante a cura a resina se torna menos viscosa e como uma consequência possui a

tendência natural de se mover para acomodar esses espaços e interstícios. A aplicação de pressão, utilizando, por exemplo, a técnica com saco de vácuo, como mostrado na Figura 5, ou outras influências externas também irão ajudar a forçar ou mover a resina para dentro dos interstícios e espaços da estrutura de encaixe

5 20.

Uma vez completamente curada ou curada até um nível suficiente, a resina se adapta, pelo menos de forma suficiente, para ligar o material compósito ao revestimento metálico 14, de modo a fornecer uma fixação segura.

As Figuras 2 e 3 são imagens em corte transversal de microscópio eletrônico de um compósito formado de acordo com a presente invenção. A natureza relativamente macia, densa, não-porosa da camada galvanizada 18 pode ser claramente observada, sobre a superfície interna dessa pode-se observar a estrutura de encaixe 20 fundida a essa. Os interstícios e espaços podem ser observados com a resina do pré-impregnado resinoso, (que nesse caso é reforçado com fibras de carbono (30)) localizadas nesse. Quando a resina na estrutura 20 estiver curada, dura e não-fluxível, proporciona-se assim encaixe e uma ligação mecânica entre o material compósito à base de resina e o revestimento metálico 14.

Uma vez que o compósito 10 foi formado, esse é removido do molde ou ferramenta 24. Agentes de liberação podem ser usados para facilitar isso. A superfície externa 22 da camada galvanizada 18 é geralmente considerada de alta qualidade, porém se apropriado essa pode ser adicionalmente processada, talvez por meio de polimento ou usinagem, até o acabamento desejado.

Várias modificações podem ser feitas sem que desvie do caráter e âmbito da invenção. Por exemplo, embora seja geralmente preferido que o revestimento metálico e o material compósito sejam ligados *in situ* sobre uma ferramenta, padrão ou molde, esses podem ser unidos distantes da superfície ou ferramenta sobre a qual o revestimento metálico foi formado.

No relatório descritivo anterior, ao mesmo tempo em que se esforça para chamar a atenção para as características da invenção acredita-se ser de

importância particular entender que o Requerente reivindica proteção com relação a qualquer característica ou combinação de características patenteáveis referidas e/ou mostradas anteriormente neste documento nos desenhos dando ou não ênfase particular a isso.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para fixar um revestimento metálico a um material compósito à base de resina, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o método compreende formar uma estrutura de encaixe sobre uma pré-forma galvanizada metálica para fornecer um revestimento, unir o revestimento e o material compósito e submeter a condições para fazer com que o material compósito e a estrutura de encaixe se liguem.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é diretamente aplicada à pré-forma metálica, para ser fixada com segurança a essa.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é metálica.

4. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é fundida à pré-forma galvanizada durante a formação.

5. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é construída sobre a pré-forma.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é formada ao aspergir o material metálico sobre a pré-forma galvanizada metálica.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material metálico é aspergido utilizando uma técnica de aspersão térmica.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe compreende um ou mais entre liga de níquel-ferro, alumínio, liga de alumínio, invar, ferro, aço, níquel, cobre, titânio e ligas de qualquer um ou mais desses.

9. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é formada a partir de

material com um coeficiente de expansão térmica igual ou similar àquele do material compósito.

10. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é formada a partir de material com um coeficiente de expansão térmica igual ou similar àquele da pré-forma galvanizada.

11. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe possui uma arquitetura áspera, fornecendo interstícios dentro dos quais a resina do material compósito pode se localizar e fornecer uma fixação segura.

12. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pré-forma é formada diretamente sobre uma ferramenta, padrão ou molde para se conformar em uma ou mais superfícies dessa a um formato predeterminado.

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a estrutura de encaixe é aplicada à pré-forma galvanizada *in situ* sobre a ferramenta, padrão ou molde.

14. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a pré-forma galvanizada é formada a partir de um ou mais entre liga de níquel, liga de ferro, invar, cobre, níquel, ouro, cromo e ligas de um ou mais desses.

15. Método, de acordo com qualquer reivindicação anterior, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material compósito compreende um material resinoso curável, que quando submetido a condições apropriadas, tais como, condições de temperatura e/ou pressão elevada, migra para dentro dos interstícios da estrutura de encaixe onde o material resinoso é curado para ligar e fixar com segurança o revestimento ao material compósito.

16. Método para fabricar um compósito, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o método compreende fixar uma pré-forma galvanizada a um material compósito curável ao fornecer uma estrutura de encaixe sobre a pré-forma

galvanizada à qual o material compósito curável se liga, particularmente quando curado.

17. Método para fabricar um compósito, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o método é
5 substancialmente conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 15.

18. Material compósito com um revestimento metálico sobre uma superfície ou parte de superfície desse, sendo que o compósito é **CARACTERIZADO** pelo fato de ser formado, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17.

10 19. Compósito que compreende um material compósito resinoso com um revestimento metálico sobre uma superfície ou parte de superfície desse, sendo que o revestimento metálico é **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende uma pré-forma externa formada por galvanização e uma estrutura de encaixe sobre a camada galvanizada com a qual o material compósito se liga.

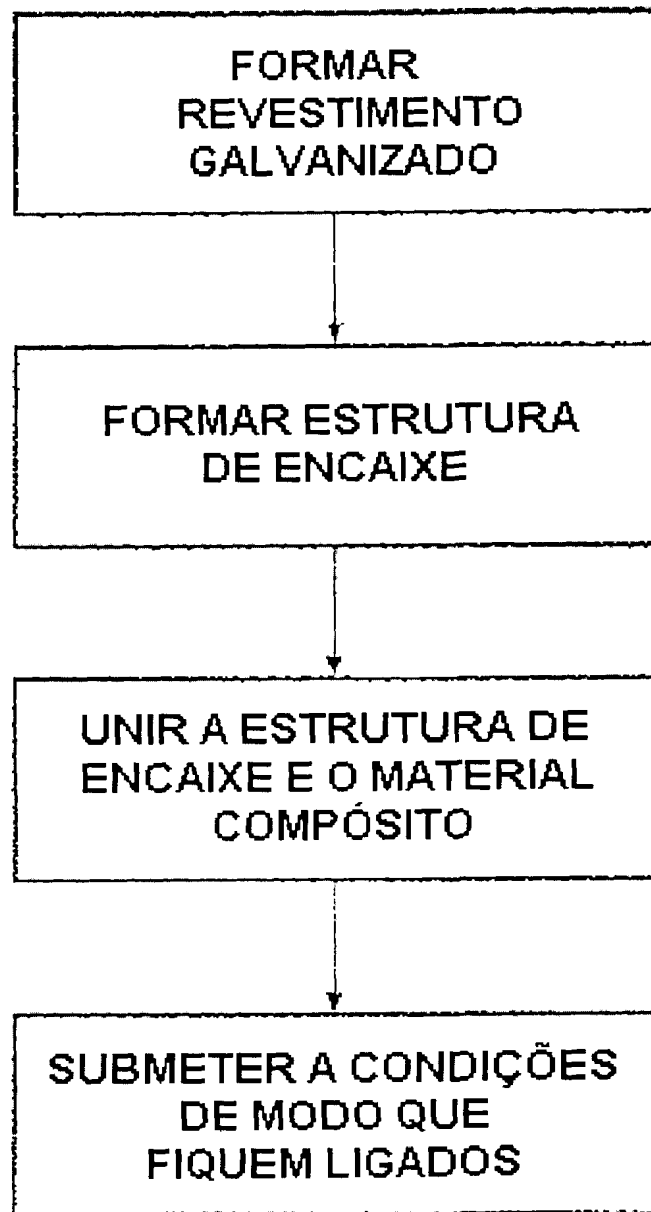


FIG. 1

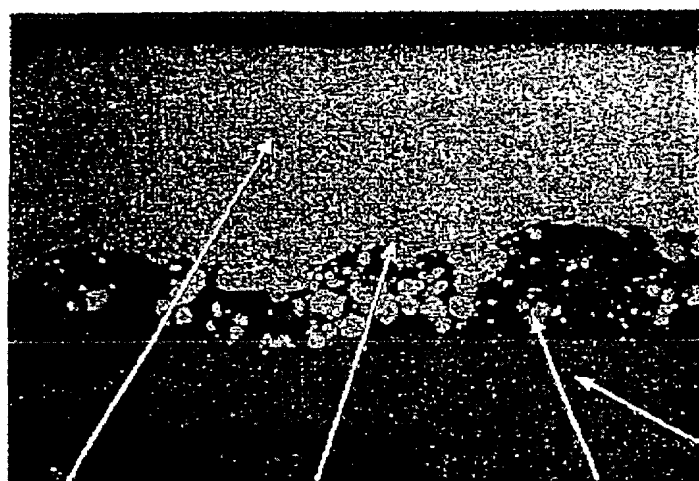


FIG. 3

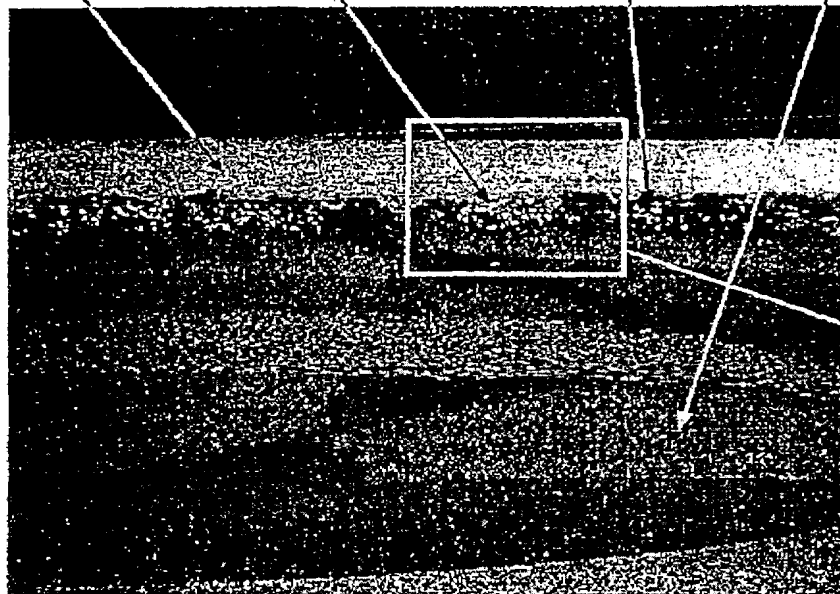
30

Revestimento
galvanizado (18)

Material termicamente
aspergido (arco) (20)

Resina

Laminado
pré-impregnado de
fibra de carbono (12)



III

FIG. 2

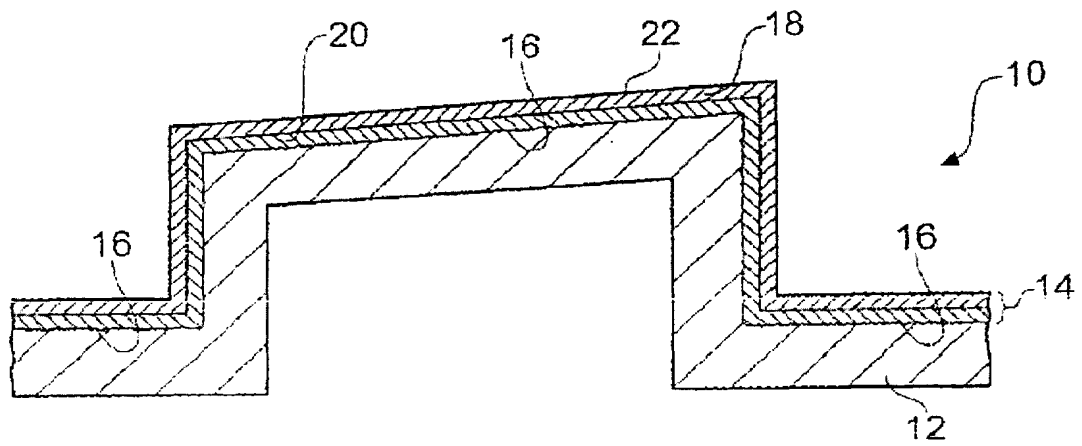


FIG. 4

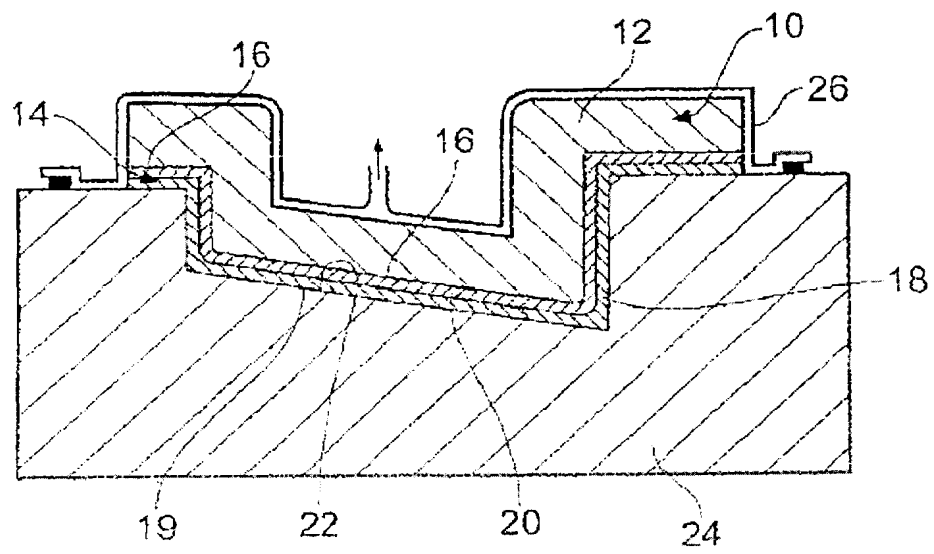


FIG. 5

RESUMO

“MÉTODO PARA FIXAR UM REVESTIMENTO METÁLICO A UM MATERIAL COMPÓSITO À BASE DE RESINA; MÉTODO PARA FABRICAR UM COMPÓSITO; E COMPÓSITO QUE COMPREENDE UM MATERIAL
5 **COMPÓSITO RESINOSO COM UM REVESTIMENTO METÁLICO SOBRE UMA SUPERFÍCIE OU PARTE DE SUPERFÍCIE DESSE”.**

Trata-se de um método para fabricar um compósito e fixar um revestimento metálico a um material compósito à base de resina, que compreende a obtenção de uma estrutura de encaixe sobre uma pré-forma galvanizada
10 metálica e unir a estrutura de encaixe e o material compósito sob condições para fazer com que o material compósito e a estrutura de encaixe se liguem. A invenção também fornece um compósito (10) que compreende um material compósito à base de resina (12) com um revestimento metálico (14) sobre uma superfície ou parte de superfície (16) dessa, sendo que o revestimento metálico (14)
15 compreende uma pré-forma galvanizada externa, e uma estrutura de encaixe interna (20) que fica localizada geralmente entre a dita pré-forma galvanizada (18) e o material compósito (12) para fornecer a fixação da pré-forma galvanizada (18) sobre o material compósito (12).